

Preface

The International Symposium on “Breeding and Husbandry of Small Ruminants in Terms of National Production Potential and Market Requirements” is the second of seminars organized jointly by Polish and German scientists and sheep and goat breeders. The first one, entitled “Results of new studies on small ruminants” (Poznań, 2001), resulted in a closer scientific cooperation by Polish and German research institutions. The effect of this cooperation are e.g. numerous scientific studies prepared jointly and published so far in international journals and presented in this volume of „Archiv für Tierzucht –Archives of Animal Breeding”. The organisers of this year’s conference are the Department of Sheep and Goat Breeding of the Agricultural University of Warsaw, the Department of Sheep and Goat Breeding of the Agricultural University of Poznań, the Albrecht Thear Institute of Leipzig and the Rhine Association of Sheep and Goat Breeders in Bonn. The Department of Sheep and Goat Breeding in Warsaw, which is celebrating this year its 50th anniversary, very early initiated activities aiming at the integration of scientific communities in Poland and abroad, the role which was facilitated by the fact that the heads of the Department have been Vice-Presidents of the Commission on Sheep and Goat Breeding of EAAP. Intensive international cooperation is undoubtedly the basis for discussion and development of joint research projects. An example of such endeavours is the organisation of the next symposium and meeting of researchers and breeders from numerous countries.

We warmly welcome scientists and specialists, not only from Germany and Poland, but also Switzerland, Austria, Spain and France. Their participation is evidence of the increasing importance of the symposium, which has a chance to become a permanent part of regularly organised cycles of international conferences. At the same time we would like to express our gratitude to the Foundation for German - Polish Cooperation for providing a part of the financing for this symposium and to the Polish State Committee for Scientific Research for providing a part of financing for the publication of the presented research papers.

On behalf of the Organisers

Prof. Dr. Roman Niżnikowski, Agricultural University of Warsaw

Prof. Dr. Jacek Wójtowski, Agricultural University of Poznań

MAREK ŚWITOŃSKI

Marker genome maps of the sheep and goat

Abstract

The organisation of the domestic bovid genomes is very similar, thus ovine and caprine genome mapping may benefit from the most advanced bovine map. At present, there have been identified over 2000 markers in the sheep and over 700 in the goat. Recently, several spectacular examples of the genome map application for the identification of loci controlling important traits have been reported, for instance: muscular hypertrophy and high fecundity in the sheep, and polled intersex syndrome in the goat. Searching for genes controlling other traits (resistance to gastro-intestinal parasites, wool quality, milk productivity, etc.) is performed with the use of the genome scanning approach, which is based on advanced genome maps. Also other molecular tools, such as species-specific sheep and goat genome libraries cloned in bacterial artificial chromosomes (BACs) and cDNA libraries, bring an opportunity for a detailed study of the sheep and goat study. In the near future another important tool – the cattle genome sequence – will also be available.

Key Words: sheep, goat, genome map, molecular tools

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Genomkartierung für Schaf und Ziege**

Die Organisation der Genome ist bei domestizierten Boviden sehr ähnlich. Aus diesem Grund kann die Genomkartierung bei Schaf und Ziege von der am weitesten fortgeschrittenen Karte des Rindes profitieren. Gegenwärtig existieren über 2.000 Marker für das Schaf sowie etwa 700 für die Ziege. In der jüngsten Vergangenheit konnten durch Anwendung der Genomkartierung Gene für bedeutsame Merkmale bei beiden Spezies identifiziert werden, so zum Beispiel Loci für Muskelhypertrophie und Fruchtbarkeit beim Schaf sowie für das "Polled Intersex Syndrom" bei der Ziege. Mit der gleichen Methodik wird gegenwärtig versucht, Gene mit Effekten auf weitere bedeutsame Merkmale wie Resistenz gegenüber gastro-intestinalen Parasiten, Wollqualität, Milchleistung usw. zu kartieren. Weitere molekulare Methoden wie die Erstellung von Spezies spezifischen cDNA- und genomischen BAC-Bibliotheken eröffnen weitere Möglichkeiten für ein detailliertes Studium der ovinen und caprinen Genome. In absehbarer Zeit wird mit der genomischen Sequenz des Rindes ein weiteres wichtiges Werkzeug dazu vorliegen.

Schlüsselwörter: Schaf, Ziege, Genomkartierung, molekulare Methoden

A comparison of the cattle, river buffalo, sheep and goat chromosome complements (karyotypes), performed with the use of chromosome banding techniques, revealed extensive similarities between these species. A clear correspondence between chromosome banding resulted in establishing a common chromosome nomenclature for these species (INTERNATIONAL SYSTEM FOR CHROMOSOME NOMENCLATURE OF DOMESTIC BOVIDS, 2001). It was showed that the lower diploid number of chromosomes in the sheep ($2n=54$) was caused by Robertsonian translocations which involved three pairs of bovine autosomes (BTA): (a) BTA1 and BTA3 correspond to the sheep chromosome - OAR (OAR1); (b) BTA2 and BTA8 correspond to OAR2, and (c) BTA5 and BTA11 correspond to OAR3. However, recently it was suggested that a centric fission of OAR1 might cause the appearance of BTA1 and BTA3 (MADDOX et al., 2001).

Extensive studies on the homeology between genomes of different species have been performed by the comparative chromosome painting approach (the so-called ZOO-FISH). This technique is based on fluorescence in situ hybridisation (FISH) and facilitates the identification of homeology between chromosome specific probes,

derived from one species, and chromosomes or chromosome fragments of the compared species. Using this technique the sheep was compared with the human, cattle and pig genomes. The use of human chromosome specific probes on sheep chromosome preparations facilitated the identification of 48 homeologous (versus human) segments (IANNUZZI et al., 1999). Also sheep chromosome specific probes were used to compare the ovine genome with the bovine and porcine ones (FRONICKE and WIENBERG, 2001). This study revealed that sheep probes, representing one-armed chromosomes, painted entire cattle chromosomes, whilst the probes for the ovine bi-armed chromosomes painted six pairs of one-armed cattle chromosomes. This result was concordant with earlier data originating from banding studies. However, an exception was noticed. The probe for OAR9 painted BTA14 and in addition a segment, localised close to the centromere, of the BTA9. The remaining part of BTA9 was painted by a probe for OAR8. This observation indicates that during evolution a reciprocal translocation between OAR8 and OAR9 took place. There are no such differences while comparing almost identical cattle and goat karyotypes – both species have the same number of 29 one-armed autosomes with similar banding patterns. Minor differences concern the morphology of the X chromosome, which is submetacentric in cattle and acrocentric in the sheep and goat. Detailed cytogenetic studies, performed with the use of the bovine painting probe for a short arm of the X chromosome (Xp), demonstrated the presence of an interstitial homologous segment in the sheep and goat long arm (Xq). It was hypothesised that it was due to chromosome inversion (PONCE DE LEON et al., 1996).

Extensive studies on karyotype homology revealed, already a long time ago, that the similarity of chromosome banding patterns between cattle and sheep reflects the similarity of gene contents (HEDIGER et al., 1991). In the last decade of the 20th century the localisation of polymorphic microsatellite markers became the main approach towards establishing advanced marker genome maps. These type II markers have appeared to be very useful for linkage mapping. One could expect that the cattle-derived markers will be simultaneously used for sheep and goat genomes mapping. An extensive study on the use of the bovine-derived PCR primers for the amplification of DNA fragments harbouring microsatellites, was performed by DE GORTARI et al. (1997). The authors found that 58% of the bovine primers were useful for the amplification of homeologous loci in sheep. Moreover, only 67% of the amplified fragments were polymorphic. These observations showed that extensive mapping of the ovine genome would also require a species-specific source of markers.

An important tool facilitating the identification of nucleotide sequences of interest (microsatellites, genes, etc.) are genomic libraries. The most commonly used are libraries constructed with the use of vectors called Bacterial Artificial Chromosomes (BACs). Such libraries were established for the sheep (VAIMANN et al., 1999), as well as the goat (SCHIBLER et al., 1998a). These libraries are also a source of probes used in cytogenetic mapping by FISH.

The latest linkage genome map of the sheep genome was published by MADDUX et al. (2001). This map includes 1062 loci and among them there are 935 anonymous loci (mainly microsatellite markers – 890), 121 genes and 6 ESTs (expressed sequence tags). A majority of microsatellites were bovine-derived (63%) and sheep-derived (32%). Only 5% of them were of goat origin. The total length of the map exceeded 3600 cM (sex-average) and the mean distance between neighbour loci was 3.4 cM. It

should be pointed out that the length of the ovine genome was significantly larger than the bovine one. There is also another surprising observation which concerns differences between the so-called male (estimated on crossing over events in spermatogenesis) and female genome lengths. In a majority of mammalian species, including cattle, the female map is larger than the male one. In case of the sheep the situation is reversed and the estimated length of the female map was 3374 cM, while the male one – 3932 cM.

Knowledge about the goat linkage genome map is less advanced. The latest caprine map was presented by SCHIBLER et al. (1998b). The authors mapped 307 loci, which covered 2737 cM. Since the coverage of the genome was 88%, thus an extrapolated total genome length was 3100 cM. An average distance between neighbour loci was 10 cM.

To construct a cytogenetic map two main approaches are applied: FISH and somatic cell hybridisation, including radiation hybrid mapping. The first technique facilitates a precise localisation of a locus. The other identifies loci assigned to the same chromosome (classical somatic cell hybridisation) or chromosome fragment (radiation hybrid map). The localisation of syntenic groups is carried out by FISH of a chosen locus belonging to this group. Recently, several such reports on FISH mapping of microsatellite markers and genes in the sheep and goat genomes were published. TABET-AOUL et al. (2000) anchored thirty three ovine BAC clones containing microsatellite markers, previously assigned to sheep chromosomes by the linkage and somatic cell hybridisation approaches, to specific sheep and goat chromosomes. DI MEO et al. (2002) used twenty eight bovine cosmids, representing nineteen bovine syntenic groups, to localise them on sheep chromosomes. In another report, 31 bovine BAC clones, harbouring type I markers (genes), were assigned to the sheep and goat chromosomes (DI MEO et al., 2003). Also caprine BAC library was applied to develop a cytogenetic map of the sheep genome. Using the goat BACs, IANNUZZI et al. (2003) mapped sixty loci (five genes and 55 microsatellites), previously localised in the goat genome, onto the sheep chromosomes. It should be emphasised that all the above mentioned loci were localized on homeologous chromosomes and chromosome fragments, which were earlier recognised by the chromosome banding and comparative chromosome painting approaches applied to cattle, the sheep and the goat. These results show that genomic libraries, developed for these species, are very helpful in cytogenetic mapping of all the three species. However, one should remember that the physical localisation of a probe, derived from one species and containing a polymorphic marker (microsatellite), does not mean that in another species this marker is also polymorphic or is present at all. In case of BAC vectors, a cloned insert is quite large (50 – 200 kb), but the microsatellite marker is very small (approx. 50 - 100 bp). Thus, even a lack of the microsatellite in a target chromosome does not inhibit efficient cross-species hybridisation, if the flanking sequences in the probe recognise a homeologous sequence. Since many of the FISH mapped loci are included in syntenic groups, the total number of loci assigned to specific chromosomes is larger: 622 in the goat (<http://locus.jouy.inra.fr/>) and 512 in the sheep (<http://www.thearkdb.org/>). Moreover, databases for the sheep and goat genomes contain many more markers – 2030 (sheep) and 731 (goat). It is foreseen that further progress in genome mapping will be achieved when the radiation hybrid mapping will

be employed. Such an approach is currently developed for the sheep (COCKETT, 2003).

Establishing of the marker genome maps is a crucial step towards the identification of genes important from the breeding point of view. Among them quantitative trait loci (QTLs), which significantly influence the variability of quantitative traits, and genes responsible for genetic diseases or resistance to specific pathogens are the most important. Recently several spectacular achievements were reported, concerning the characterisation of the molecular background of three traits: fecundity (Fec) and muscular hypertrophy (CLPG) in sheep, and polled intersex syndrome (PIS) in the goat. Increased ovulation rate in highly prolific Booroola Merino ewes is caused by a nucleotide substitution A>G which changes a single amino acid (glutamine > arginine) in the bone morphogenetic protein receptor –IB gene (MULSANT et al., 2001). Two other mutations occurred in the non-coding sequences, which influence the expression of the genes located in the close vicinity. Muscular hypertrophy is also caused by the substitution (A>G) in a long-range control element (LRCE), which is located close to four imprinted loci (FREKING et al. 2002). Two of them are paternally (*DLK1* and *PEG11*), and two (*GTL2* and *MEG8*) are maternally expressed. The inheritance of the hypertrophic and normal phenotypes is unusual, because only the paternally inherited *CLPG* allele in a heterozygous genotype is expressed and then muscular hypertrophy is developed. This type of inheritance is called polar overdominance. The molecular background of the observed phenotypes and genotypes seems to be complex. It was proposed that there is a *cis* effect between the LRCE and imprinted genes, as well as a reciprocal *trans* effect between polypeptides encoded by the imprinted genes and the genes themselves (GEORGES et al., 2003). Also in case of the *PIS* locus the causative mutation, responsible for the intersexual development of XX sex-reversed goats, occurred in the non-coding sequence. It was found that the deletion of a 11.700 bp - long sequence affects the expression of two loci (*PISRT1* and *FOXL2*) involved in the differentiation of foetal gonads (PAILHOUX et al., 2001).

An important approach towards the identification of QTLs is the identification and localisation of the Expressed Sequence Tags (ESTs). These sequences (cDNA), obtained by reverse transcription on an isolated mRNA, represent genes, which are expressed in a studied tissue. Among such genes potential QTLs might be present. LE PROVOST et al. (2000) mapped twenty five ESTs derived from the goat mammary gland and found that six of them were localised within the chromosome region, which was indicated in cattle as harbouring QTLs for milk traits. Intensive studies have been undertaken to characterise 2939 sheep ESTs, obtained from skin and wool (ADELSON et al., 2004). Another approach was adopted by DESILVA et al. (2003), who looked for microsatellite markers in 65.000 sheep skin cDNA clones and identified 251 ESTs containing such markers. Twenty seven of them were included in the linkage mapping study and their localisation in the sheep genome map was given. These markers are bi-potential (type I and type II) and thus may play a very important role in further studies on the identification of QTLs influencing wool traits. It can be foreseen that the identification of such markers in ESTs from the mammary gland will stimulate efforts towards the identification of QTLs for milk traits in bovids.

In sheep breeding an important issue is resistance to gastro-intestinal parasites. Searching for genes responsible for the resistance/susceptibility is carried out with the

use of the marker genome map and some chromosomal regions were indicated to harbour QTLs for the resistance (for review see: CHARON, 2004).

This review shows that new molecular techniques have been successfully applied to study the ovine and caprine genome organisation and marker maps. Rapid progress of these maps has been based on the well developed bovine map. As it was shown, the similarity between the bovid genomes facilitates the use of probes (cytogenetic mapping by FISH) and primer sequences (physical mapping with the use of the somatic hybridisation technique and linkage mapping in reference families) for the mapping of the sheep and goat genomes. The next step – the cattle genome sequencing has already been started and should be completed in the near future (LEWIN, 2003). This achievement will be another milestone towards understanding cattle, as well as sheep and goat genomes.

References

- ADELSON, D.L.; CAM, G.R.; DESILVA, U.; FRANKLIN, I.R.:
Gene expression in sheep skin and wool (hair). *Genomics* **83** (2004), 95-105
- CHARON, K.M.:
Genes controlling resistance to gastrointestinal nematodes in ruminants. *Anim. Sci. Pap. Rep.* **22** (2004), 135-139
- COCKETT, N.E.:
Current status of the ovine genome map. *Cytogenet. Genome Res.* **102** (2003), 76-78
- DE GORTARI, M.J.; FREKING, B.A.; KAPPES, S.M.; LEYMASTER, K.A.; CRAWFORD, A.M.; STONE, R.T.; BEATTIE, C.W.:
Extensive genomic conservation of cattle microsatellite heterozygosity in sheep. *Anim. Genet.* **28** (1997), 274-290
- DESILVA, U.; FRANKLIN, I.R.; MADDOX, J.F.; VAN HEST, B.; ADELSON, D.L.:
Systematic screening of sheep skin cDNA libraries for microsatellite sequences. *Cytogenet. Genome Res.* **102** (2003), 79-84
- DI MEO, G.P.; PERUCATTI, A.; GAUTIER, M.; HAYES, H.; INCARNATO, D.; EGGEN, A.; IANNUZZI, L.:
Chromosome localization of the 31 type I Texas bovine markers in sheep and goat chromosomes by comparative FISH-mapping and R-banding. *Anim. Genet.* **34** (2003), 294-296
- FREKING, B.A.; MURPHY, S.K.; WYLIE, A.A.; RHODES, S.J.; KEELE, J.W.; LEYMASTER, K.A.; JIRTLE, R.L.; SMITH, T.P.L.:
Identification of the single base change causing the callipyge muscle hypertrophy phenotype, the only known example of polar overdominance in mammals. *Genome Res.* **12** (2002), 1496-1506
- FRONICKE, L.; WIENBERG, J.:
Comparative chromosome painting defines the high rate of karyotype changes between pigs and bovids. *Mamm Genome.* **12** (2001), 442-449
- GEORGES, M.; CHARLIER, C.; COCKETT, N.:
The callipyge locus: evidence for the trans interaction of reciprocally imprinted genes. *Trends Genet.* **19** (2003), 248-252
- HEDIGER, R.; ANSARI, H.A.; STRANZINGER, G.F.:
Chromosome banding and gene localizations support extensive conservation of chromosome structure between cattle and sheep. *Cytogenet. Cell Genet.* **57** (1991), 127-134
- IANNUZZI, L.; DI MEO, G.P.; PERUCATTI, A.; INCARNATO, D.:
Comparison of the human with the sheep genomes by use of human chromosome-specific painting probes. *Mamm Genome.* **10** (1999), 719-723
- IANNUZZI, L.; PERUCATTI, A.; DI MEO, G.P.; SCHIBLER, L.; INCARNATO, D.; CRIBIU, E.P.:
Chromosomal localization of sixty autosomal loci in sheep (*Ovis aries*, 2n = 54) by fluorescence in situ hybridization and R-banding. *Cytogenet. Genome Res.* **103** (2003), 135-138
- INTERNATIONAL SYSTEM FOR CHROMOSOME NOMENCLATURE OF DOMESTIC BOVIDS – ISCNDB 2000:
International System for Chromosome Nomenclature of Domestic Bovids. *Cytogenet. and Cell Genet.* **92** (2001), 283-299
- FRONICKE, L.; WIENBERG, J.:

- Comparative chromosome painting defines the high rate of karyotype changes between pigs and bovids. *Mamm. Genome*. **12** (2001), 442-449
- LE PROVOST, F. ; SCHIBLER, L.; OUSTRY-VAIMAN, A.; MARTIN, P.; CRIBIU, E.P.:
Cytogenetic mapping of 25 goat mammary gland Expressed Sequence Tags (ESTs). *Genet. Sel. Evol.* **32** (2000), 311-320
- LEWIN, H.A.:
The future of cattle genome research: The beef is here. *Cytogenet. Genome Res.* **102** (2003), 10-15
- MADDOX, J.F.; DAVIES, K.P.; CRAWFORD, A.M.; HULME, D.J.; VAIMAN, D.; CRIBIU, E.P.; FREKING, B.A.; BEH, K.J.; COCKETT, N.E.; KANG, N.; RIFFKIN, C.D.; DRINKWATER, R.; MOORE, S.S.; DODDS, K.G.; LUMSDEN, J.M.; VAN STIJN, T.C.; PHUA, S.H.; ADELSON, D.L.; BURKIN, H.R.; BROOM, J.E.; BUITKAMP, J.; CAMBRIDGE, L.; CUSHWA, W.T.; GERARD, E.; GALLOWAY, S.M.; HARRISON, B.; HAWKEN, R.J.; HIENDLEDER, S.; HENRY, H.M.; MEDRANO, J.F.; PATERSON, K.A.; SCHIBLER, L.; STONE, R.T.; VAN HEST, B.:
An enhanced linkage map of the sheep genome comprising more than 1000 loci. *Genome Res.* **11** (2001), 1275-1289
- MULSANT, P.; LECERF, F.; FABRE, S.; SCHIBLER, L.; MONGET, P.; LANNELUC, I.; PISSELET, C.; RIQUET, J.; MONNIAUX, D.; CALLEBAUT, I.; CRIBIU, E.; THIMONIER, J.; TEYSSIER, J.; BODIN, L.; COGNIE, Y.; CHITOUR, N.; ELSÉN, J.M.:
Mutation in bone morphogenetic protein receptor-IB is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **98** (2001), 5104-5109
- PAILHOX, E.; VIGIER, B.; CHAFFAUX, S.; SERVEL, N.; TAOURIT, S.; FURET, J.P.; FELLOUS, M.; GROSCLAUDE, F.; CRIBIU, E.P.; COTINOT, C.; VAIMAN, D.:
A 11.7-kb deletion triggers intersexuality and polledness in goats. *Nat Genet.* **29** (2001), 453-458
- PONCE DE LEON, F.A.; AMBADY, S.; HAWKINS, G.A.; KAPPES, S.M.; BISHOP, M.D.; ROBL, J.M.; BEATTIE, C.W.:
Development of a bovine X chromosome linkage group and painting probes to assess cattle, sheep, and goat X chromosome segment homologies. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **93** (1996), 3450-3454
- SCHIBLER, L.; VAIMAN, D.; OUSTRY, A.; GUINEC, N.; DANGY-CAYE, A.L.; BILLAULT, A.; CRIBIU, E.P.:
Construction and extensive characterization of a goat bacterial artificial chromosome library with threefold genome coverage. *Mamm. Genome* **9** (1998a), 119-124
- SCHIBLER, L.; VAIMAN, D.; OUSTRY, A.; GIRAUD-DELVILLE, C.; CRIBIU, E.P.:
Comparative gene mapping: a fine-scale survey of chromosome rearrangements between ruminants and humans. *Genome Res.* **8** (1998b), 901-915
- TABET-AOUL, K.; OUSTRY-VAIMAN, A.; VAIMAN, D.; SAIDI-MEHTAR, N.; CRIBIU, E.P.; LANTIER, F.:
Cytogenetical anchoring of sheep linkage map and syntenic groups using a sheep BAC library. *Genet. Sel. Evol.* **32** (2000), 441-457
- VAIMAN, D.; BILLAULT, A.; Tabet-Aoul, K.; SCHIBLER, L.; VILETTE, D.; OUSTRY-VAIMAN, A.; SORAVITO, C.; CRIBIU, E.P.:
Construction and characterization of a sheep BAC library of three genome equivalents. *Mamm. Genome* **10** (1999), 585-587

Authors' address

Prof. Dr. habil. MAREK ŚWITOŃSKI

Department of Genetics and Animal Breeding

August Cieszkowski Agricultural University of Poznań

Wołyńska str. 33

PL 60-637 Poznań

Poland

Recent developments in dairy sheep breeding

Abstract

Most of the genetic breeding programmes in dairy sheep are focused on increasing milk and milk composition. However, due to the general changes in the objectives of livestock, these programmes are more and more focused on other traits, especially milk composition traits, udder morphology and somatic cell count. The use of molecular technologies is still very limited according to the results obtained. Their future interest and applicability for the implementation of breeding programmes will depend on the improvements achieved and their technical and economic cost. Their future will be more as a complement (and specially for traits that are not selection criteria) rather than as an alternative to classical genetic evaluation.

Key Words: dairy sheep, breeding programmes, new breeding traits

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Neue Entwicklungen in der Zucht von Milchschaften**

Das Ziel der meisten Zuchtprogramme für Milchschaften ist die Verbesserung der Milchleistung und der Milchezusammensetzung. Allmählich ändert sich aber auch der Focus der Programmziele und in Zuchtprogrammen werden neue Merkmale, die u.a. die Milchkomponenten, Eutermorphologie und Anzahl der somatischen Zellen betreffen, berücksichtigt. Der Einsatz der Molekulargenetik hängt von ihrer Effektivität ab. In zukünftigen Zuchtprogrammen wird hier die Bilanz der Wirtschaftlichkeit entscheiden. Die Molekulargenetik wird in der Zukunft eher eine Komponente (insbesondere für die Merkmale ohne Selektionskriterien) als eine Alternative für klassische Genetik sein.

Schlüsselwörter: Milchschaften, Zuchtprogramme, neue Zuchtmerkmale

Introduction

Dairy sheep production is usually based on local breeds well adapted to the production areas which are in many cases less favoured. Sheep use natural resources of low interest for other species, helping the maintenance of ecological equilibrium and natural landscape. In addition, they contribute to the maintenance of economical activity and population in rural areas.

Most of dairy sheep breeds are located in the Mediterranean area, with more than 25 breeds in milk recording programmes (GABIÑA, 1995). This diversity is due to the need of sheep to be well adapted to the varied and harsh management conditions and to the difficulties that foreign high yielding breeds have in adapting to these conditions. Moreover, one of the requirements of many “high quality” dairy sheep products protected under quality labels (cheese and meat) is that they are to be produced by the local breeds; this allows a good added value to be obtained from these products and partially compensates the limited yields of many of the local breeds.

Most of the breeding programmes which are currently being implemented are based on selection of pure breeds. Milk yield is the main selection objective and milk composition traits are often targeted too. In recent years several traits linked with functional longevity (udder morphology, somatic cell count, etc ...) are taking on a more important role within these breeding programmes. Therefore, the selection

objectives and criteria are changing in an attempt to satisfy the new demands of society in relation to the safety and quality of livestock products and animal welfare.

Milk recording programmes, use of artificial insemination and genetic evaluations

The report of the working group on sheep milk recording (ASTRUC et al., 2002) shows some data about census and milk recording programmes in the main dairy sheep breeds. There are breeds with near 5 million head (Sarda from Italy) and others with a population smaller than 50,000 (Awassi and Assaf from Israel). Likewise there are marked differences in relation to the recorded population (less than 5% in Manchega or Churra; more than 20% in Latxa and Lacaune).

Assaf and Awassi breeds can be regarded as the most productive breeds (around 2 litres/day) followed by Lacaune and Sarda (between 1.5-2 litres/day). Spanish local breeds yield lower productions (around 1litre/day). As for the characteristics of the milk recording programmes, the simplified methodologies, AT and AC, are the most usual although some countries still use the A4 and B4 methodologies (ICAR, 2004)

The use of Artificial Insemination (AI) in dairy sheep is still restricted. In general, AI is only used within the implementation breeding programmes for two purposes: genetic progress diffusion and young male progeny testing. This low use of AI in dairy sheep is linked with the need to administer hormonal treatment to ewes previously in order to obtain the ovulation and oestrus synchronisation. The average fertility achieved is around 50%. In consequence the knowledge of complete pedigree in selection schemes is limited due to the difficulty in controlling matings. Excepting the Churra breed in Spain that use mainly frozen semen, the remaining programmes are based on the use of fresh refrigerated semen.

In relation with genetic evaluations, initially, the principal selection objective was the milk yield. For that reason, the most common selection criterion has been milk yield standardised for lactation length. However, given that dairy industries are paying according to milk composition, traits related to composition are starting to be considered as selection criteria. Furthermore, the negative genetic correlations between milk yield and contents increases the need to pay attention to these traits in the selection schemes in which a progress for milk yield is being achieved.

Genetic evaluations are presently made using the BLUP methodology and applying animal models with repeatability. Although theoretically the test-day approach may be very interesting, the lactational approach is used (only Churra breed in the case of protein content is using a test-day model). The fixed factors normally include year, season, number of live lambs, interval between lambing and first recording, and length of lactation.

The genetic progress achieved by some programmes is remarkable. This is the case of Lacaune with an average improvement estimated around 6 litres/year. For the Sarda, Manech and Latxa it is estimated between 2-3 l/year whereas the remaining breeds only increase around 1 l/year.

The heritabilities estimates in sheep are moderate (0.2 - 0.3) for milk yield and high (0.4 - 0.5) for milk composition traits (SERRANO et al., 1996; BARILLET, 1997; SANNA et al., 1997; OTHMANE, 2000; UGARTE and LEGARRA, 2003). However there are exceptionally low estimates in some Spanish breeds, probably due to a higher variability also conditioned by the recording methodology or the production system. The genetic

correlations estimated between milk yield and fat and protein yields are positive and quite high but the correlations between milk yield and milk contents are negative (between -0.27 y -0.63 for milk yield and fat content and between -0.32 y -0.53 for milk yield and protein content).

New traits

Udder morphology

The relevance of udder morphology is specially based on its relation with milking and especially with machine milking. Lineal scores for udder qualifying are used in several breeds (DE LA FUENTE et al., 1996; MARIE et al., 1999; CASU et al., 2000). In addition to its relations with milkability (speed, time of latency, etc...), the udder morphology may also be related with other traits such as udder health although some studies did not find any significant relationship (MARIE et al., 1999; FERNANDEZ et al., 1997).

Heritabilities for udder morphology traits are moderate although the variability is important (FERNÁNDEZ et al., 1997; SERRANO et al., 2002; MARIE-ETANCELIN et al., 2001; CARTA et al., 2001; UGARTE and LEGARRA, 2003). The differences observed are probably caused by the subjectivity of the scale, the differences in the methodologies used and, of course, differences in the udder morphology of the different breeds. As for genetic correlations with milk yield, udder depth shows a positive and variable correlation (between 0.38 and 0.82), teat size and udder attachment show values around zero, teat attachment around zero or negative (between 0.01 and 0.39) and , finally, udder cleft shows, also, correlation around zero with milk production.

Somatic cell count

Shepherds give special importance to the somatic cell count (SCC) ratio to detect subclinical mastitis. In this sense, a European Regulation is expected, in order to limit maximum acceptable figures for this trait.

Somatic cell count has usually been used in dairy cattle programmes as a criterion to improve resistance against mastitis, although the genetic correlation existing between these two traits (SCC and mastitis) show that they are not exactly the same. As there are very few data recorded and the incidence of clinical mastitis is very low, the studies of this trait in dairy sheep are very scarce. In spite of that, some authors (MAVROGENIS et al., 1999; BARILLET et al., 2001) suggest that it is possible to work with SCC in order to improve resistance against mastitis. In this sense, the Lacaune selection programme has already started working with this objective (RUPP et al., 2002). As for the methodology, the lactational model is widely used, however different studies show that it may be interesting apply a test-day model (SERRANO et al., 2003; BARILLET et al., 2001; EL-SAIED et al., 1998).

The heritabilities obtained for SCC are low and the genetic correlation with milk production show a high variability: between -0.25 and 0.16 (RUPP et al., 2002; OTHMANE et al., 2000; SERRANO et al., 2003; UGARTE and LEGARRA, 2003; LIDGA et al., 2003).

Scrapie resistance

Genetic resistance to scrapie has been demonstrated to be associated to the PrP gene polymorphism. This association was shown at an experimental level (GOLFMANN et

al., 1991) and also in natural populations of the United Kingdom (HUNTER et al., 1994), Holland (BELT et al., 1995) and France (CLOUSCARD et al., 1995). The codons involved are 136, 154 and 171. The ARR allele provides resistance whereas the VRQ allele shows the high degree of susceptibility. Due to the possible risk of BSE infection in sheep and considering the similar genetic-determined resistance in sheep orally challenged with BSE, selection for the ARR allele is currently considered the main tool to eradicate and control TSE in sheep. In this light, the EU (Commission Decision 2003/100/CE) made it compulsory to plan breeding schemes for scrapie resistance in each pure breed in Europe. Combining selection for production traits and resistance to scrapie can be really considered the new challenge for the dairy sheep breeders. And, as already underlined by ELSEN et al. (1997) some points have to be kept in mind: i) universal resistance with different scrapie strains; ii) resistant animals may be healthy carriers; iii) deleterious effects on selection for other traits; iii) selection for scrapie resistance is a costly process which should be optimised.

From a practical point of view other points should be considered before planning a breeding programme for scrapie resistance: i) the size of the flock book cannot be sufficient to assure the rams flow towards the commercial population; ii) a strong competition between the classical breeding objectives and resistance to scrapie can arise from a high demand for resistant rams; iii) flocks of the commercial population can specialize in the procreation of resistant rams and consequently can become competitive in selling rams with the selected flocks for production traits; iv) breeds with ineffective breeding programmes for production traits can achieve good results for scrapie resistance more rapidly than breeds with efficient breeding schemes for production traits; v) the introduction of other disease resistance or functional traits can be delayed by an excess of emphasis on this trait.

France (PALHIÈRE et al., 2002), Holland (SMITS et al., 2000) and United Kingdom (DAWSON, 2003) have already developed national breeding programmes for scrapie resistance. The French national programme presents 4 objectives: eradication of the VRQ allele, production of resistant males to be used for replacement in the affected flocks, selection for the ARR allele in the flock books and generalisation of the use of homozygous males in commercial flocks (BARILLET et al., 2002; PALHIÈRE et al., 2002; FRANCOIS et al., 2003). Spanish and Italian programmes, with similar objectives, have just started with the genotypic characterisation of different breeds and the study of different strategies for each breed. Spanish government is preparing a law in order to regulate these programmes

Before the implantation of this type of programmes it is important to clarify some issues: i) the behaviour of these polymorphisms over different lines of Scrapie, ii) their long-term behaviour iii) the relation of this gene with other genes and iv) there is some evidence of polygenic variation influencing in the resistance-susceptibility (DIAZ et al., 2003). In this sense, some studies have shown the absence of a negative effect on the genetic progress in milk yield (BARILLET et al., 2002). Moreover, opposite results obtained from other groups (LÜHKEN et al., 2003; MARCOTEGUI et al., 2003) and the large differences found between breeds (PALHIÈRE et al., 2003; MAPA, 2003; BUITKAMP et al., 2003, DAWSON, 2003) at genotypic level and in the presence of the disease indicate that it is necessary to take into account in each breed all these circumstances before designing a selection strategy against Scrapie.

Molecular techniques

Until now, the only use of molecular techniques in relation with breeding programmes has been for paternity proof, a generalised practice in most of the existing programmes. The appearance and development of molecular techniques, especially PCR, and the generalisation of microsatellites as polymorphic markers, have allowed a much better knowledge of the genome not only in the sheep, but every species. Moreover, it has been possible to detect some regions that are responsible for some part of the variance of some quantitative traits. These regions are known as QTLs (Quantitative Trait Loci) and the selection of animals transmitting these regions for milk production traits may be a really important tool in the future and opens up new opportunities for increasing genetic progress through MAS or GAS.

Furthermore, this approach may be even more interesting for the traits whose measurements are time consuming and labour intensive (CASU et al., 2003). In the framework of an EU funded research project QLK5-CT-2000-00656, (BARILLET et al., 2003a), three complementary detection projects have been implemented in Italy, France and Spain: on a cross between Sarda and Lacaune breeds on purebred granddaughter families and on daughter families in the Churra breed respectively (CARTA et al., 2002; BARILLET et al., 2003b). This project aims towards finding molecular markers other than for milk traits, such as illness resistance, milkability, seasonality, udder morphology, SCC etc...

The use and application of these types of technique is still limited by the results obtained and nowadays is only a future possibility.

Some groups have already obtained some results for production traits (CARTA et al., 2002; DIAZ-TASCON et al., 2001; EL ZAREI et al., 2002; CALVO et al., 2003; RENDO et al., 2003; GUTIERREZ et al., 2003); nematode resistance (SCALA et al., 2002; SHAY et al., 2002; DOMINIC et al., 2003); mastitis resistance (SCHIBLER et al., 2002; RUPP et al., 2003) and CLA content (CARTA et al., 2002) and udder traits (CASU et al., 2003; EL-ZAREI et al., 2003).

References

- ASTRUC, J.M.; BARILLET, F.; FIORETTI, M.; GABIÑA, D.; GOOTWINE, E.; MAVROGENIS, A.P.; ROMBERG, F.G.; SANNA, S.R.; STEFANAKE, E.:
Report of the working group on milk recording of sheep. 33rd biennial session of ICAR. Interlaken, Switzerland. 26-31 May, 2002
- BARILLET, F.:
Genetics for milk production. In: The genetics of the sheep. Ed.: L. PIPER and A. RUVINSKY. CAB International, (1997)
- BARILLET, F.; RUPP, R.; MIGNON-GRASSTEAU, S.; ASTRUC, J.M.; JACQUIN, M.:
Genetic analysis for mastitis resistance and milk somatic cell score in French Lacaune dairy sheep. Genetic, Selection, Evolution., **33** (2001), 397-415
- BARILLET, F.; ANDREOLETTI, O.; PHALHIERE, I.; AQUERRE, X.; ARRANZ, J.M.; MINERY, S.; SOULAS, C.; BELLOC, J.P.; BRIOIS, M.; FRÉGEAT, G.; TEINTURIER, P.; AMIGUES, Y.; ASTRUC J.M.; BOSCHER, M.Y.; SCHELCHER, F.:
Breeding for scrapie resistance using PrP genotyping in the French dairy sheep breeds. Proceeding of the 7th WCGALP. Montpellier, **31** (2002), 683-386
- BARILLET, F.; BODIN, L.; CHEMINEAU, P.; CHILLIARD, Y.; CRIBIU, E.; ELSSEN, J.M.; GRUNER, L.; LEROUX, L.; MALPAUX, B.; MARIE-ETANCELIN, C.; MARTIN, P.; SOLLET, S.; RUPP, R.; SCHIBLER, L.; JACQUIET, P.; PREVOT, F.; BISHOP, S.; WALLING, C.; ARRANZ, J.J.; BAYON, Y.; DE LA FUENTE, L.F.; GONZALO, C.; MAINAR-JAIME, R.; MEANA, A.; SAN PRIMITIVO, F.; ROJO-VAZQUEZ, F.A.; CARTA, A.; CASU, S.; FRAGHI, A.; LIGIOS, S.; MURA, L.M.; PIREDDA, G.; SANNA, S.; SCALA, A.; STEAR, M.; KERR, A.; MITCHELL, S.:

- QTL detection and candidate genes study for traits related to quality and safety food in the seep (meat and dairy) production within the framework of a research European contract called "genesheepsafety". Proceedings of the meeting of the Sub- network on genetic Resources of teh FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products. New traits, tools, rules and organization?. Options Méditerranéennes. **Vol A-55** (2003a), 13-18
- BARILLET, F.; ARRANZ, J.J.; CARTA, A.:
Mapping Quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphis of milk proteins in dairy sheep. Proceeding of the International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats, Toulouse (2003b), 2-16
- BELT, P.B.G.M.; MUILEMEAN, I.H.; SCHEREUDER, B.C.E.; RUIJTER, J.; GILEKENS, A.L.J.; SMITS, M.A.:
Identification of five allelic variants of the sheep PrP gene and their association with natural Scrapie. Journal of General Virology, **76** (1995), 509-517
- BUITKAMP, J.; EMMERLING, R.; SEMMER, J.; MENDEL, C.; WAGENPFEIL, M.; STEINER, A.; GÖTZ, K.-U.:
Association of PRNP-alleles with growth performeand carcass tarits in Bavarian sheep breeds. Proceedings of the International Workshop on major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 2-29
- CALVO, J.H.; MARCOS, S.; BEATTIE, A.E.; GONZALEZ, C.; JURADO, J.J.; SERRANO, M.:
Isolation, linkage mapping and association analysis with milk production traits in Manchega bred sheep on ovine alpha-amylase gene cluster. Proceedings of the International Workshop on major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 2-18
- CARTA, A.; CASU, S.; SANNA, S.R.:
Genetics aspects of udder morphology in the Sarda breed: relation with milk yield. Proceeding of XIV A.S.P.A. Congress, Firenze.2001
- CARTA, A.; PIREDDA, G.; ADDIS, M.; CABIDDU, A.; FIORI, M.; LEROUX, C.; BARILLET, F.:
Fatty acid composition of sheep milk from backcross Sarda x Lacaune resource population: Preliminary QTL detection for CLA content. Proceedings of the meeting of the Sub- network on genetic Resources of teh FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products. New traits, tools, rules and organization? Options Méditerranéennes. **Vol A-55** (2003), 107-114
- CASU, S.; DEIANA, S.; TOLU, S.; CARTA, A.:
Linear evaluation of udder morphology in Sarda dairy sheep : relationship with milk yield. In : Atti VIX Congr. Naz, SIPAOC, 1 (2000), 195-198
- CASU, S.; CARTA, A.; ELSSEN, J.M.:
Strategies to optimise QTL detection designs in dairy sheep populations: the example of the Sarda breed, Options Meditteraneennes, **Vol A55** (2003), 19-24
- CASU, S.; MARIE-ETANCELIN, C.; SCHIBLER, L.; CRIBIU, E.; MURA, L.; SECHI, T.; FRAGHI, A.; CARTA, A.; BARILLET, F.:
A genome scan identify quantitative trais loci affecting udder moroholgy traits in dairy sheep. Proceeding of the International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 2-19
- CLOUSCARD, C.; BEAUDRY, P.; ELSSEN, J.M.; MILAN, D.; DUSSAUCY, M.; BPUNNEAU, C.; SCHELCHER, F.; VHATELAIN, J.; LAUNAY, J.M.; LAPANCHE, J.L.:
Different allelic effect of the codons 136 and 171 of the prion protein gene in sheep with natural Scrapie. Journal of General Virology, **76** (1995), 2097-2101
- DAWSON, M.:
The national Scrapie plan for Great Britain. Proceeding of the International Workshop on Major Genes and QTL in Sheep and Goats. Toulouse (2003), 3-02
- DE LA FUENTE, L.F.; FERNADEZ, G.; SAN PRIMITIVO, F.:
A linear system evaluation for udder traits of dairy ewes. Livestock Production Science, **45**, (1996), 171-178
- DÍAZ, C.; RUPP, R.; VITEZICA, Z.G.; ANDRÉOLETTI, O.; ELSSEN, J.M.:
Polygenic variation involved in the resistance-susceptability to Scrapie in a Romanov flock. Proceeding of the International Workshop on Major Genes and QTL in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 2-28
- DIEZ-TASCÓN, C.; BAYÓN, Y.; ARRANZ, J.J.; DE LA FUENTE, L.F.; SAN PRIMITIVO, F.:
Mapping quantitative trait loci for milk production traits on ovine chromosome six. J. Dairy Research, **68** (2001), 389-397
- DOMINIC, S.; FRANKLIN, I.A.; HUNT, P.W.:
QTL analysis on data for parasite resistance from the CSIRO gene mapping flock. Proceeding of International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse (2003), 2-25
- ELSEN, J.M.; BARILLET, F.; TIEN KHANG, J.V.; SCHELCHER, F.; AMIGUES, Y.; LAPLANCHE, J.L.; POIVEY, J.P.; EYCHENNE, F.:
Génétique de la sensibilité a la tremblante des ovins: Recherches en cours et perspectives. INRA Prod. Anim. **10** (1997) 2, 133-140

- EL SAIED, U.M.; CARRIERO, J.A.; SAN PRIMITIVO, F.:
Heritability of test day somatic cell counts and its relationship with milk yield and protein percentage in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* **81** (1998), 2956-2961
- EL-ZAREI, M.F.; ARRANZ, J.J.; GUTIÉRREZ-GIL, B.; BAYÓN, Y.:
Scanning chromosome 9 for QTL underlying milk production traits in Spanish Churra sheep. *Proceeding of the 7th Congress on Genetic Applied to Livestock production*. Montpellier. **Vol 29** (2002), 375-378
- EL-ZAREI, M.F.; GUTIÉRREZ-GIL, B.; ARRANZA, J.J.; BAYÓN, Y.; DE LA FUENTE, L.F.; ALVAREZ, R.; SAN PRIMITIVO, F.:
Scanning of OAR17 for QTL affecting morphological udder traits in Churra sheep. *Proceeding of International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats*. Toulouse (2003), 2-34
- FERNANDEZ, G.; BARÓ, A.; DE LA FUENTE, L.F.; SAN PRIMITIVO, F.:
Genetic parameters for linear udder traits of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, **80** (1997), 601-606
- FRANCOIS, D.; ELSÉN, J.M.; BARILLET, F.; LAJOUS, D.; EYCHENNE, F.; PALHIÈRE, I.:
Breeding for scrapie resistance. *Proceedings of the meeting of the Sub- network on genetic Resources of the FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products*. New traits, tools, rules and organization?. *Options Méditerranéennes*. **Vol A-55** (2003), 29-38
- GABIÑA, D.:
Current state of Mediterranean small ruminant germplasm and its characterization. *Proceedings of a joint EAAP-FAO-CIHEAM International Symposium*, Benevento, Italy, 26-29 November 1995. EAAP Publication **No. 85**, (1997), Wageningen Pers.
- GOLFMANN, W.; HUNTER, N.; BENSON, G.; FOSTER, J.D.; HOPE, J.:
Different scrapie-associated fibril proteins (PrP) are encoded by lines of sheep selected for different alleles of the sip gene. *Journal of General Virology*, **72** (1991), 2411-2471
- GUTIÉRREZ-GIL, B.; EL-ZAREI, M.; ARRANZ, J.J.; BAYÓN, Y.; DE LA FUENTE, L.F.; SAN PRIMITIVO, F.:
Search for QTL affecting milk composition traits on ovine chromosome 18. *Proceeding of International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats*. Toulouse (2003), 2-33
- HUNTER, N.; GOLDMANN SMITH, G.; HOPE, J.:
The association of a codon 136 PrP gene variant with the occurrence of natural scrapie. *Archives of Virology*. **137** (1994), 171-177
- ICAR:
Recording guidelines for milk recording of sheep, (1994), <http://www.icar.org>
- LIGDA, G.H.; MAVROGENIS, A.; PAPADOPOULOS, A.; GEORGOUDIS, A.:
Genetic parameters for test day milk traits and somatic cell counts in Chios dairy sheep. *Proceedings of the meeting of the Sub- network on genetic Resources of the FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products*. New traits, tools, rules and organization?. *Options Méditerranéennes*. **Vol A-55**, (2003), 47-54
- LÜHKEN, G.; BUSCHMANN, A.; GROSCHUP, M.; ERHARDT, G.:
Characterisation of prion protein (PrP) gene polymorphism of TSE-positive sheep flocks in Germany. *Abstract Proceeding of the 54th Annual Meeting of EAAP*, (2003), 329
- MAPA:
Informe sobre el estudio de los genotipos de la proteína Prion en España, (2003)
- MARCOTEGUI, N.; PARADA, A.; ALFONSO, L.; ARANA, A.:
PrP genotyping in a flock of Assaf sheep: polymorphism and relation with milk yield. *Proceeding of the 54th Annual Meeting of EAAP*, (2003), 329
- MARIE, C.; JACQUIN, M.; AUREL, R.; PAILLE, F.; PORTE, D.; AUTRAN, P.; BARILLET, F.:
Déterminisme génétique de la cinétique d'émission du lait selon le potentiel laitier en race ovine de Lacaune et relations phénotypiques avec la morphologie de la mamelle. *Milking and milk production on dairy sheep and goats*. *Proceeding of the sixth international symposium on the milking of small ruminants*. Athens, Greece, EAAP Publication n° 95 (1999), 381-388
- MARIE-ETANCELIN, C.; CASU, S.; RUPP, R.; CARTA, A.; BARILLET, F.:
New objectives of selection related to udder health, morphology and milk ability in dairy sheep. *Proceeding of the 52nd Annual Meeting of the EAAP*, (2001), Budapest, Hungary
- MAVROGENIS, A.P.; KOUMAS, A.; GAVRIELIDIS, G.:
The inheritance of somatic cell count (index of mastitis) in chios sheep. *Proceeding of the sixth international symposium on the milking of small ruminants*. Athens, Greece, (1999), 389-392
- OTHMANE, M.H.:
Parámetros genéticos de la composición de la leche de oveja y del rendimiento quesero en laboratorio. Tesis doctoral. Universidad de León, (2000)
- PALHIÈRE, I.; FRANÇOIS, F.; ELSÉN, J.M.; BARILLET, F.; AMIGUES, Y.; PERRET, G.; BOUIX, J.:
Allele frequencies of the PrP gene in 29 French sheep breeds. Possible use in selection for resistance to Scrapie. *Proceedings of the 7th WCGALP*. Montpellier. **31**, (2002), 655-658

- PALHIÈRE, I.; ELSEN, J.M.; ASTRUC, J.M.; BARILLET, F.; BED'HOM, B.; BIBE, B.; BOUIX, J.; BROCHARD, M.; CATROU, O.; DION, F.; FRANCOIS, F.; GRIFFON, L.; JULIEN, E.; ORLIANGES, M.; PERRET, G.; TRIBON, P.:
Breeding for Scrapie resistance in France. Proceedings of the International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 3-33
- RUPP, R.; BOICHARD, D.; BARBAT, A.; ASTRUC, J.M.; LAGRIFFOUL, G.; BARILLET, F.:
Selection for mastitis resistance in French dairy sheep. Proceeding of the 7th Congress on genetic Applied to Livestock production. August, Montpellier. **31** (2002), 119-122
- RUPP, R.; SCHIBLER, L.; CRIBIU, E.; AMIGUES, Y.; BOSCHER, M.Y.; MURA, L.; SECHI, T.; FRAGHI, A. CASU, S.; BARILLET, F.; CARTA, A.:
Evidence of chromosomal regions controlling somatic cell counts in dairy sheep from two QTL detections projects. Proceedings of International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats. Toulouse, (2003), 2-32
- RENDO, F.; UGARTE, E.; LIPKIN, E.; ESTONBA, A.:
Detection of QTLs influencing milk production in OAR 6 of the Latxa breed. Proceeding of the International Workshop on Major Gens and QTLs in Sheep and Goats, Toulouse, (2003), 2-22
- SANNA, S.R.; CARTA, A.; CASU, S.:
Covariance component estimates for milk composition traits in Sarda sheep using a bivariate model. Small Ruminant Research, **25** (1997), 77-82
- SCALA, A.; CARTA, A.; LIGIOS, S.; BARILLET, F.; GRUNER, L.:
Resistenza genetica ai nematodi g.i. degli ovini: ricerca di QTL sul cromosoma 3. Atti XV Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C. 11-14 Settembre 2002, Cagliari, Italia, 46
- SCHIBLER, L.; RPIG, A.; NEAU, A.; AMIGUES, Y.; BOSCHER, M.Y.; CRIBIU, E.P.; BOICHARD, D.; RUPP, R.; BARILLET, F.:
Detection of quantitative trait loci affecting milk production or somatic cell count score in three French dairy sheep breeds by partial genotyping on seven chromosomes. Proceeding of the 7th Congress on Genetic Applied to Livestock production. Montpellier. **29** (2002), 215-218
- SERRANO, M.; PÉREZ-GUZMAN, M.D.; MONTORO, V.; JURADO, J.:
Genetic parameters estimation and selection progress for milk yields in Manchega sheep. Small Ruminant Research, **23** (1996), 51-57
- SERRANO, M.; PÉREZ-GUZMÁN, M.D.; MONTORO, V.; JURADO, J.J.:
Genetic analysis of udder traits in Manchega ewes. Livestock Production Science, **77** (2002), 355-361
- SERRANO, M.; PÉREZ-GUZMÁN, M.D.; MONTORO, V.; JURADO, J.J.:
Genetic analysis of somatic cell score and other milk traits in several lactations of Manchega ewes. Mean lactation approach. Proceedings of the meeting of the Sub- network on genetic Resources of teh FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products. New traits, tools, rules and organization? Options Méditerranéennes. **Vol A-55**, (2003), 61-70
- SHAY, T.L.; MILLER, J.E.; MCGRAW, R.A.; WALLING, G.A.; BISHOP, S.C.; HALEY, C.S.; COCKETT, N.E.:
Characterization of QTL associated with resistance to nematode infection in sheep. 28th Conference of the International Society of Animal Genetics ISAG. Göttingen, Germany. August 11-15, 2002
Proceedings of the XXVIII International Conference on Animal Genetics (2002), pp.183
- SMITS, M.M.; BARILLET, F.; HARDERS, F.; BOSCHER, M.Y.; VELLEMA, P.; AGUERRE, X.; HELLINGA, M.; McLEAN, A.R.; BAYLIS, M.:
Genetics of scrapie susceptibility and selection for resistance. Proceeding of the 51st Annual Meeting of EAAP, (2000), 295
- UGARTE, E.; LEGARRA, A.:
Scientific background of the selection program in the Latxa breed. Proceedings of the meeting of the Sub-network on genetic Resources of teh FAO- CIHEAM: Breeding programmes for improving the quality and safety of products. New traits, tools, rules and organization?. Options Méditerranéennes. Vol. A-55 (2003), 91-98

Authors' addresses

Dr. EVA UGARTE
NEIKER, A.B.
Basque Institute for Agricultural Research
and Development
Granja Modelo de Arkaute. Apdo 46
02080 Vitoria-Gasteiz / Spain

Dr. DUNIXI GABIÑA
IAMZ
Mediterranean Agronomic Institute of
Zaragoza
Apdo 202
50080 Zaragoza / Spain

Beweidung von Heide- und Sandmagerrasenflächen durch Schafe und Ziegen

Abstract

Title of the paper: **Grazing of heath and poor sands pasture with sheep and goats**

In the review, on the example of Wahner Heide - heath near Airport Köln/Bonn, grazing with sheep and goats, are the problems of landscape conservation presented. In the landscape conservation of Wahner Heide a flock of goat, a mixed flock of goat and sheep and a flock of cattle are graze. The management in this condition is very different to normal commercial farms. The today influence of grazing with sheep and goats are discussed with a focus on typical heath plants and weeds. The diet composition of the goat herd was especially pointed out. To investigate the influence of grazing on the heath fauna was the population development of protected birds, red-backed-shrike (*Lanius collurio*) and wood lark (*Lullula arborea*), during 10 years monitored.

Key Words: sheep, goat, landscape management, heath plants

Zusammenfassung

In dem Übersichtsbeitrag, am Beispiel der Beweidung von Wahner Heide in der Nähe vom Flughafen Köln/Bonn durch Schafe und Ziegen, wurde die Problematik des Naturschutzes und Landschaftspflege beschrieben. Die Heide beweiden drei Herden: Eine Ziegenherde, eine gemischte Schaf- und Ziegenherde und eine Rinderherde. Das Management unter diesen Bedingungen unterscheidet sich sehr von der Leitung eines normalen landwirtschaftlichen Betriebes. Im Beitrag wurde auch der Einfluss der Beweidung auf die Vegetation der typischen Heidepflanzenarten besprochen und die Zusammensetzung der Hauptnahrung der Ziegenherde angegeben. Um den Einfluss der Beweidung auf die Heidefauna zu bestimmen, wurde die Bestandsentwicklung einiger gefährdeter Vogelarten, Neuntöter (*Lanius collurio*) und Heidelerche (*Lullula arborea*), über einen Zeitraum von 10 Jahren beobachtet.

Schlüsselwörter: Schaf, Ziege, Landschaftspflege, Heidepflanzenarten

Einleitung

Die Beweidung nährstoffarmer Magerrasen und Heideflächen mit Schafen und Ziegen ist im Landesteil Nordrhein des Landes Nordrhein-Westfalen relativ neu. Die damit verbundene Landschaftspflege nimmt jedoch an Bedeutung zu. Am Beispiel des Naturschutzgebietes Wahner Heide werden das Management der Landschaftspflege sowie floristische und faunistische Aspekte diskutiert.

Management der Landschaftspflege

Naturschutz und Umweltschutz haben in Deutschland eine große politische Bedeutung und die damit verbundenen Aktivitäten haben eine hohe Akzeptanz bei der Bevölkerung (BUCHWALD, 1994; NITSCHKE, 1988; NITSCHKE und NITSCHKE, 1994; WOIKE und ZIMMERMANN, 1997). Dies hat zur Folge, dass sich viele Vereine und Verbände sehr intensiv um den Naturschutz bemühen (RAHMANN, 2004; SCHLOLAUT, 1987). Darüber hinaus haben staatliche und halbstaatliche Organisationen Aufgaben im Naturschutz. Viele Naturschutzgebiete, wie auch die Wahner Heide, liegen auf einem Truppenübungsplatz. Hier reden in Fragen des Naturschutzes auch noch das Militär sowie der Eigentümer der Flächen mit.

Die Interessen der einzelnen Verbände, Organisationen und staatlichen Stellen sind sehr unterschiedlich. Es gibt große Konflikte und Interessenkollisionen. Für das Management der Landschaftspflege ist es daher äußerst wichtig, dass es eine Person gibt, die unterschiedliche Strömungen integriert und von allen akzeptiert wird. In der Wahner Heide managet ein Dipl.-Geograf den Naturschutz und die Landschaftspflege. Er ist ein sehr wichtiger Ansprechpartner für die Tierhalter.

Von größter Wichtigkeit ist die finanzielle Ausstattung der einzelnen Projekte. Tierhaltungen auf nährstoffarmen Flächen wurden aus Gründen der Wirtschaftlichkeit schon vor Jahrzehnten eingestellt und die für diese Flächen angepassten Schaf- und Rinderrassen sind nach wie vor vom Aussterben bedroht (POTT und HÜPPE, 1994; RIEHL, 1996; SAMBRAUS, 1994). In normalen Schaf- und Ziegenhaltungen steht die Produktion von Milch, Fleisch und Wolle im Vordergrund (RAHMANN, 2004; STRITTMATTER, 1995). Beim Einsatz in der Landschaftspflege müssen die Tierhalter umdenken, denn die eigentlichen Produkte treten in den Hintergrund (BIEHLING, 1998; LÖBER, 1998; QUANZ und NEFF, 1998). Die Aufgabe der Tiere in der Landschaftspflege ist letztlich das Verzehren von Gras, Kräutern und Blättern der Bäume. Diese Dienstleistung muss daher finanziell honoriert werden. In dem Bundesland Nordrhein-Westfalen wird nicht zuletzt aufgrund der „Rot-Grünen Regierung“ der Vertragsnaturschutz großzügig honoriert. Je nach Qualität der Flächen wird die Landschaftspflege mit Schafen mit etwa 250 € je Hektar finanziell bezahlt. Der Flughafen Köln/Bonn, der sich mitten im Naturschutzgebiet der Wahner Heide befindet, muss bei allen Baumaßnahmen sogenannte Ausgleichsleistungen zahlen. Mit diesen werden auch die Tierhaltungen in der Wahner Heide finanziert.

In der Wahner Heide gibt es mit den Tierhaltern zwei unterschiedliche Vertragsformen. Die eine Ziegenherde gehört dem Mitautor dieses Beitrages, Thomas Stumpf. T. Stumpf arbeitet als selbständiger Unternehmer und erhält für seine Dienstleistung Zahlungen in Anlehnung an die eben genannten Summen.

Die gemischte Schaf- und Ziegenherde gehört dem Flughafen Köln/Bonn. Diese wird vom Rheinischen Schafzuchtverband treuhänderisch verwaltet. Der Schafzuchtverband hat die Herde seinerzeit wieder an einen Schäfer verpachtet, der sie wie ein selbständiger Unternehmer bewirtschaftet. Für seine Dienstleistungen erhält er ähnliche Zahlungen wie der Eigentümer der Ziegenherde.

Die Haltungsformen der Tiere sind unterschiedlich. Die reine Ziegenherde wird in den Monaten April bis November täglich gehütet und auch auf großen Koppeln gehalten. Nachts ist die Herde in einem Stall am Rande des Pflegegebietes. Die Koppelhaltung mit Ziegen wurde in den letzten Jahren notwendig, um die Ziegen vor den vielen Spaziergängern mit ihren Hunden zu schützen. Während der Wintermonate wird die Ziegenherde im Stall gehalten und es erfolgt während dieser Zeit die Ablammung. Die Ziegenlämmer werden mit etwa 1 Jahr geschlachtet. Neben dem Lammfleischverkauf spielt die Herstellung von Wurst eine große Rolle.

Die gemischte Schaf- und Ziegenherde wird im Rahmen einer Wanderschafhaltung betrieben. Die Herde weidet von April bis August im Pflegegebiet. Danach zieht die Herde in das angrenzende Ackerbaugebiet, um hier Ackerzwischenfrüchte und abgeerntete Rübenfelder zu nutzen. Von November bis Februar wird die Herde zur Pflege der Pferdeweiden auf dem angrenzenden Vollblutgestüt Röttgen eingesetzt. Von Mitte Februar bis Anfang April geht die Herde auf Wanderschaft durch das Grünlandgebiet der Milchviehhalter am Rande der Wahner Heide. Die Lammzeit ist im April. Ende

August werden die Bocklämmer abgesetzt und zur Weitermast an einen anderen Betrieb verkauft. Während der Wanderschaft im Winter werden die Ziegen im Stall gehalten. Die Schafe kommen praktisch nie in den Stall.

In Nordrhein-Westfalen gibt es keine ursprünglichen Landschaftsrassen. Aus diesem Grunde müssen für Landschaftspflegemaßnahmen geeignete Schafe aus anderen Gebieten Deutschlands zugekauft werden. Je nach Qualität der zu pflegenden Flächen kommen unterschiedliche Schafrassen zum Einsatz. Sehr nährstoffarme Pflegeflächen wie die Wahner Heide können daher nur mit den genügsamen Grauen Gehörnten Heidschnucken gepflegt werden. Nährstoffreichere Flächen werden im Rheinland beispielsweise mit Bentheimer Landschaften oder Rhönschafen gepflegt.

Ziegenrassen zur Landschaftspflege gibt es in Deutschland nicht (RAHMANN, 2004). 90% aller in Deutschland gehaltenen Ziegen stammen aus Milchrassen oder deren Kreuzungen. Diese Tiere sind in der Regel weniger an die Landschaftspflege auf nährstoffarmen Flächen angepasst als Landschaftsziegen. Aus diesem Grund besteht die Ziegenherde in der Wahner Heide aus einigen Milchziegen sowie Kreuzungen mit Burenziegen. Einziges Selektionsziel in dieser Herde ist die Eignung zur Haltung auf nährstoffarmen Flächen.

Der Aufbau der kleinen Ziegenherde, die mit Heidschnucken zusammen gehalten wird, gestaltete sich vor einigen Jahren einfach. Die landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn züchtete seinerzeit im Rahmen eines Versuches Kreuzungen aus Milchziegen und Angoraziegen zur Wollproduktion. Aus diesem Versuch wurden 70 Tiere zugekauft. Nicht zuletzt aufgrund ihrer langen Haare können sie im Frühjahr und im Herbst gut ohne Stall gehalten werden. Da mit Beginn der beiden Projekte vor einigen Jahren alle Tiere aus verschiedenen Beständen zugekauft werden mussten, gab es sehr große Probleme. Bei den Schafen waren es die Moderhinke und die Paratuberkulose. Darüber hinaus litten über mehrere Jahre sowohl die Ziegen als auch die Schafe an Lippengrind. Heute werden die Herden geschlossen gehalten, so dass sich die Krankheiten in einem normalen Rahmen bewegen. Für die tiermedizinische Betreuung steht hervorragender Schafgesundheitsdienst der Landwirtschaftskammer zur Verfügung.

Floristische und faunistische Aspekte der Landschaftspflege

Die Wahner Heide liegt in Nordrhein-Westfalen, östlich von Köln, und ist eine uralte Kulturlandschaft. Eine kontinuierliche Nutzung der Wahner Heide als menschlicher Siedlungsraum ist seit 6.000 Jahren durch entsprechende Funde belegt. In geschichtlicher Zeit (für die wir schriftliche Quellen besitzen) wurde die Wahner Heide hauptsächlich als Viehweide genutzt, außerdem zur Holz-, Torf- und Tongewinnung. Bevor die landwirtschaftliche Intensivierung mit modernen Maschinen und Kunstdünger einsetzte, begann bereits die militärische Nutzung des Gebietes. Ihren Anfang nahm diese im Jahre 1817. Somit ist die Wahner Heide der älteste militärische Übungsplatz Westdeutschlands. Damit blieb dem Gebiet eine landwirtschaftliche Nutzungsintensivierung und auch eine Umwandlung in Bauland bzw. großflächige Aufforstung erspart. Die militärische Nutzung selbst brachte - außer einer substanziellen Entwässerung - nur wenige nachhaltige Eingriffe in den Naturhaushalt mit sich. Dadurch ist es begründet, dass die Wahner Heide heute zu den bedeutendsten Naturschutzgebieten Deutschlands gehört, denn viele Tier- und Pflanzenarten haben hier unbeschadet seit Tausenden von Jahren überdauern können. Der behandelte Landschaftsraum hat heute

eine Ausdehnung von etwa 5.000 ha, wovon ca. 1.000 ha der Flughafen Köln/Bonn einnimmt. Etwa 2.700 ha sind als Naturschutzgebiet ausgewiesen, der Status als Truppenübungsplatz wurde im Jahre 2004 aufgehoben.

Im ausgehenden Mittelalter und in der frühen Neuzeit beweideten stattliche Viehherden die Wahner Heide. Vor allem waren es die Ziegen und Rinder der umliegenden Dörfer, außerdem Schafherden größerer Gutshöfe. Mit der Intensivierung der militärischen Nutzung wurde das Vieh aus der Heide gedrängt, und Ende des 20. Jahrhunderts gab es nur noch einen Schäfer, der kleine Teile des Truppenübungsplatzes beweidete. Als Folge dieser Entwicklung verschwanden die meisten Heideflächen durch Verbuschung und Wiederbewaldung.

Im Jahre 1993 startete der Rhein-Sieg-Kreis den Versuch, mit einer gemischten Schaf- und Ziegenherde den Verlust weiterer Heide- und Moorflächen aufzuhalten. Seit 1997 finanziert der Flughafen Köln/Bonn als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen die Biotoppflege in der Wahner Heide (zur Zeit auf gut 400 ha Heide und Magerrasen), und neben oben genannter Herde sind inzwischen eine Ziegenherde und eine Rinderherde im Einsatz.

Beweidet werden trockene Calluna-Heiden, feuchte Erica-Heiden, Borstgrasrasen, Sandmagerrasen und Magerwiesen. Der Einfluss der Beweidung auf die Vegetation wird von einem Gutachter jährlich kontrolliert. Auch der Bestand gefährdeter Vogelarten wird jährlich erfasst.

Vor Beginn der Beweidung wurden alle Flächen, falls notwendig, von größeren Gehölzen (von Bedeutung sind hier *Rubus fruticosus*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Prunus serotina*, *Populus tremula*, *Salix div. spec.*, *Pinus sylvestris*) befreit, zum Teil musste der intensive Stockausschlag noch einer Nachpflege unterzogen werden.

Tabelle 1

Verbiss verschiedener Gehölze durch Ziegen (Bite of different trees with goats)

Starker Verbiss	Mittlerer Verbiss	Geringer Verbiss
Roter Hartriegel	Hainbuche	Gemeine
Haselstrauch	Weißdorn	Berberitze
Besenginster	Hänge-Birke	Heidekraut
Buche	Moor-Birke	Traubenkirsche
Faulbaum	Gemeine Liguster	Eibe
Gemeine Esche	Gemeine Fichte	Sauerkirsche
Gemeiner Wacholder	Gemeine Kiefer	
Zitter-Pappel	Schwarzdorn	
Vogelkirsche	Pflaume	
Eiche	Birne	
Rose	Kastanie	
Brombeere	Robinie	
Himbeere	Aspe	
Weide	Süßkirsche	
Eberesche		
Gemeiner Schneeball		
Apfel		

Quelle: NITSCHKE und NITSCHKE (1994), RAHMANN (2004),

Heute stellt der Stockausschlag von Gehölzen und auch der Aufwuchs von Sämlingen auf den meisten Flächen - insbesondere dank des Ziegenverbisses - kein Problem mehr dar. Eichen-, Weiden- und Birken-Jungwuchs werden vollständig verbissen, Brombeeren wurden stark zurückgedrängt, die Kiefer wird in einem bestimmten Alter geschält und stirbt dann ab. Problematisch sind stellenweise noch Spätblühende Traubenkirsche

(*Prunus serotina*) und Zitterpappel (*Populus tremula*), insbesondere dort, wo sie in Massenbeständen auftreten (Tab. 1).

Auf großen Flächen hat sich die Heidevegetation hervorragend regeneriert und entwickelt. Nicht nur das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und die Glockenheide (*Erica tetralix*) haben sich stark ausgebreitet. Auch die typischen Begleiter der Feucht- und Trockenheiden und Magerrasen profitieren von der Beweidung. Zu nennen sind hier Englischer Ginster (*Genista anglica*), Färber-Ginster (*Genista tinctoria*), Wald-Läusekraut (*Pedicularis sylvatica*), Quendelblättriges Kreuzblümchen (*Polygala serpyllifolia*), Pillen-Segge (*Carex pilulifera*), Borstgras (*Nardus stricta*), Heide-Nelke (*Dianthus deltoides*), Thymian (*Thymus pulegioides*), Haar-Schafschwingel (*Festuca tenuifolia*), Kleines Filzkraut (*Filago minima*), Vogelfuß (*Ornithopus perpusillus*), Sand-Straußgras (*Agrostis coarctata*), Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) und andere. Erfreulicherweise nehmen auch viele Arten der atlantischen Heidemoore als Folge der Beweidung im Bestand zu. Sie profitieren unter Anderem von der Schaffung von Rohbodenstandorten durch Viehtritt. Dies begünstigt Arten wie Sonnentau (*Drosera intermedia*, *D. rotundifolia*), Moor-Bärlapp (*Lycopodium inundatum*), Weißes und Braunes Schnabelried (*Rhynchospora alba*, *R. fusca*).

Negativ oder stagnierend sind dagegen die Bestände mancher seltener Arten wie Arnika (*Arnica montana*), Färber-Scharte (*Serratula tinctoria*), Astlose Graslilie (*Anthericum liliago*) und Wiesen-Silge (*Selinum carvifolia*). Der Rückgang dieser Arten ist sicher zum Teil auf die intensive Beweidung zurückzuführen (*S. carvifolia*, *A. liliago*), aber auch auf geänderte klimatische Verhältnisse. Anders ist die kritische Situation der beweidungsabhängigen Arnika (*A. montana*) nicht zu erklären.

Ausführlicher möchten die Autoren der vorliegenden Arbeit an dieser Stelle auf die Nahrungswahl der im Gebiet frei gehüteten Ziegenherde eingehen, da hierzu detaillierte Untersuchungen aus dem Jahr 2001 vorliegen. Zunächst ist festzustellen, dass eine Pflanzenart, die einen Hauptbestandteil der Ernährung der Ziegen ausmacht, nicht unbedingt auch eine der am meisten präferierten Arten sein muss. Vielmehr handelt es sich oft um eine Pflanze, die in großen Mengen vorhanden ist (Beispiel: *Prunus serotina*), während eine andere, beispielsweise der Faulbaum (*Frangula alnus*), viel lieber gefressen wird, aber nur selten vorkommt, folglich in der Ernährung der Ziegen auch kaum eine Rolle spielt.

Von den reichlich vorhandenen Nahrungspflanzen im Gebiet bevorzugen die Ziegen ganz eindeutig Brombeere, Eiche, Weide, Goldrute und Pfeifengras (in dieser Reihenfolge). Dass sich diese Präferenzen nicht genau so in der Rangfolge der Nahrung widerspiegeln, liegt entweder an der eingeschränkten jahreszeitlichen Verfügbarkeit (z.B. Pfeifengras) oder eben doch an Unterschieden in den vorhandenen Mengen (z.B. Eiche weniger als Traubenkirsche oder Birke).

Die Pflanzenarten, die die Hauptnahrung der Ziegen darstellen (insgesamt wurde das Fressen von 111 Arten notiert), werden im folgenden in drei Prioritätsstufen eingeteilt, um die Bedeutung einzelner Pflanzenarten für die Ernährung der Ziegen noch deutlicher herauszustellen. In allen Rubriken sind die Pflanzenarten in der Reihenfolge ihrer Aufnahme durch die Ziegen geordnet: Zum Ende nimmt die Bedeutung als Futterpflanze immer mehr ab.

Hauptnahrung, 1. Priorität

Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.), Amerikanische Traubenkirsche (*Prunus serotina*), Heidekraut (*Calluna vulgaris*), Eiche (*Quercus spec.*), Birke (*Betula spec.*)

Hauptnahrung, 2. Priorität

Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*), Besenginster (*Cytisus scoparius*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*)

Hauptnahrung, 3. Priorität

Weide (*div. Salix spec.*), Zitterpappel (*Populus tremula*), div. Süßgräser (*Poaceae div. spec.*), Amerikanische Goldrute (*Solidago spec.*), Straußgras (*Agrostis spec.*), Kiefer (*Pinus sylvestris*)

Insbesondere, wenn Ziegen gemeinsam mit Rindern auf einer Fläche weiden, bleibt nicht viel übrig. Hier sei daher noch auf einige sogenannte Weideunkräuter eingegangen.

Zu stark dornenbewehrte Pflanzen leisten auch Ziegen Widerstand. Schlehe (*Prunus spinosa*) und Weißdorn (*Crataegus spec.*) werden zwar stark befressen, überleben jedoch meist auf den Weideflächen. *Ilex aquifolia* wird selten angerührt. Während Ackerkratzdistel und Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium arvense*, *C. palustre*) ohne Umschweife gefressen werden, werden bei der Gemeinen Kratzdistel (*C. vulgare*) meist nur die Blütenköpfe vorsichtig abgezapft. Vollständig gemieden wird dagegen die Golddistel (*Carlina vulgaris*), eine gefährdete Art der Sand- und Kalkmagerrasen. Erfreulich ist auch, dass Englischer Ginster (*Genista anglica*) wenig gefressen wird.

Pflanzen mit starken ätherischen Ölen werden ebenfalls gemieden: Minze (*Mentha div. spec.*), Thymian (*Thymus pulegioides*), Wilder Majoran (*Origanum vulgare*) und das Große Flohkraut (*Pulicaria dysenterica*).

Weitgehend nicht gefressen werden Arten mit blauen Blüten: Gundermann (*Glechoma hederacea*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Veilchen-Arten (z.B. *Viola canina*, *V. reichenbachiana*, *V. riviniana*), verschiedene Ehrenpreis-Arten (z.B. *Veronica chamaedrys*, *V. officinalis*), Gemeine Braunelle (*Prunella vulgaris*). Nicht verschmäht werden dagegen Glockenblumen (v.a. *Campanula rapunculus*).

Neben den Veränderungen in der Vegetation der beweideten Flächen ist auch die Bestandsentwicklung einiger gefährdeter Vogelarten von Interesse, deren Bestände seit 1989 auf der Gesamtfläche der Wahner Heide alljährlich erhoben werden. Es sind vor allem Neuntöter (*Lanius collurio*) und Heidelerche (*Lullula arborea*), die sehr positiv auf die neue Form der Landschaftspflege reagiert haben.

In der Tabelle 2 werden die Bestände dieser beiden Arten zu Beginn des Monitoring (1989), bei Einsetzen der Beweidung mit einer Herde (1993), zur Zeit der Installation zweier weiterer Herden (1997) und im letzten Jahr der Bestandserfassung (2003) dargestellt.

Tabelle 2

Bestand an gefährdeten Vogelarten – Neuntöter und Heidelerche zu Beginn des Monitoring – 1989 und ab Einsetzen der Beweidung, 1993 bis 2003 (Population of protected birds species - red-backed-shrike, *Lanius collurio*, and wood lark, *Lullula arborea*, from monitoring beginning in 1989 and from landscape grazing pasture, 1993 to 2003)

Vogelart	Jahr des Monitoring			
	1989	1993	1997	2003
Heidelerche <i>Lanius collurio</i>	17	20	31	35
Neuntöter <i>Lullula arborea</i>	18	31	32	47

Beide Arten zeigen deutlich ansteigende Revierzahlen. Während für die Heidelerche vor allem strukturelle Verbesserungen in den Heideflächen - Zunahme kurz gefressener Magerrasen- und Heidekrautflächen, durchsetzt mit einzelnen höheren Gehölzen - interessant sind, kommt beim Neuntöter eine Verbesserung der Nahrungssituation hinzu. Durch den Kot der Weidetiere steigt der Anteil großer Insekten (insbesondere Käfer) in den Bruthabitaten.

Auch konnten zuletzt eine Zunahme der Bestände und Arealausweitung der Felgrille (*Gryllus campestris*) festgestellt werden, die möglicherweise ebenfalls mit Biotopoptimierungen durch die Beweidung - Zunahme kurzrasiger Flächen auf Sandböden - zu erklären sind.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Schaf-, Ziegen- und Rinderbeweidung in der Wahner Heide bei fast allen gefährdeten Pflanzenarten der Heide- und Magerrasenformationen zu Bestandszunahmen geführt hat. Nur sehr wenige Arten - und diese waren vorher bereits sehr selten - stagnieren oder zeigen negative Bestandsentwicklungen (s.o.). Gleiches lässt sich von der Brutvogelfauna berichten. Da das intensive Monitoring sowohl der Vegetation als auch der Brutvögel fortgesetzt wird, kann in Zukunft mit noch aussagekräftigeren Ergebnissen gerechnet werden.

Literatur

- BIEHLING, G.:
Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Schafhaltung im Land Brandenburg, Diplomarbeit, Humboldt-Univ., Berlin, (1998)
- BUCHWALD, J.:
Extensive Mutterkuh- und Schafhaltung. Diss., Univ. Göttingen (1994)
- LÖBER, H.:
Erfahrungen mit Schafen in der Landschaftspflege. DGfZ-Schriftenreihe, **12**, (1998), 42-58
- NITSCHKE, L.:
Anforderungen an einen Schäferbetrieb in der Landschaftspflege und im Naturschutz. Landschafts- und Biotoppflege mit Schafen. Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände e.V., Bonn, (1988), 46-53
- NITSCHKE, S.; NITSCHKE, L.:
Extensive Grünlandnutzung, Neumann Verlag, Radebeul (1994)
- POTT, R.; HÜPPE, J.:
Weidetiere im Naturschutz, LÖBF-Mitteilungen, **3**, (1994), 10-16
- QUANZ, G.; NEFF, R.:
Kostenneutrale Pflege von Magerstandorten ist nicht möglich. Hessenbauer, **50**, (1998), 22-24
- RAHMANN, G.:
Biotoppflege mit Ziegen. Deutsche Schafzucht, **15**, (2004), 30-31
- RIEHL, G.:
Anforderungen vom Natur und Umwelt an die Schafhaltung, DGfZ-Schriftenreihe, **2**, (1996), 48-55
- SAMBRAUS, H.H.:
Gefährdete Nutztierassen. Ihre Zuchtgeschichte, Nutzung und Bewahrung. Eugen Ulmer Verlag, (1994), 1-384
- SCHLÖLAUT, W.:
Schafhaltung und Naturschutz. Deutsche Schafzucht, **23** (1987), 494-501
- STRITTMATTER, K.:
Extensive Grünlandnutzung und Landschaftspflege mit Schafen. DGfZ-Schriftenreihe, **2** (1995), 56-64
- WOIKE, M.; ZIMMERMANN, P.:
Biotope pflegen mit Schafen. Aid Broschüre, (1997)

Anschrift der Verfasser

Dr. agr. CHRISTIAN BRÜNE, Dipl.-Geograf THOMAS STUMPF

Vereinigung Rheinischer Schafzüchter und -halter e.V

Endenicher Allee 60

D-53115 Bonn

E-Mail: vrhs-bonn@web.de

KNUT STRITTMATTER

Die Feinwollrasse Merinofleischschaf in Deutschland - Stand und Probleme

Abstract

Title of the paper: **The fine wool Mutton Merino in Germany – currently breed condition and problems**

The review shown the history and currently condition of the sheep breed Mutton Merino in Germany.

The progress of selection objectives for herd book sheep, count of breeding centres, reproduction performance and progress in the selected traits of fattening ability and carcass value of German Mutton Merino to 2003 were analysed.

Key Words: German Mutton Merino, breed history, selection objectives, reproduction performance, fattening ability and carcass value

Zusammenfassung

Der Übersichtsbeitrag beschreibt die Zuchtgeschichte und den heutigen Stand der Zucht der Rasse Merinofleischschaf in Deutschland. Es wird auf die Entwicklung der Zuchtzielforderungen, die Anzahl der Stammschäfer, die Fruchtbarkeitsleistungen und ausgewählte Merkmale der Mast und Schlachtleistung bei Merinofleischschafen bis zum Jahr 2003 eingegangen.

Schlüsselwörter: Merinofleischschaf, Zuchtgeschichte, Zuchtzielforderungen, Fruchtbarkeitsleistung, Mast- und Schlachtleistung

Einleitung

Das Merinofleischschaf, im Jahr 2003 genau 100 Jahre als Rasse in Deutschland existent und züchterisch bearbeitet, ist eine der ältesten europäischen Schafrassen und wird nicht zu Unrecht als ein Bestandteil des deutschen Kulturgutes angesehen. Doch gegenwärtig mehren sich die Anzeichen dafür, dass diese über Jahrzehnte bewährte Schafrasse unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen für den Betriebszweig dem Status einer vom Aussterben bedrohten Tierart zustrebt. Ausgehend von der Entstehungsgeschichte dieser Rasse, über ihre Bedeutung von 1900 bis zur Gegenwart sowie dem aktuellen Zuchtziel soll im folgenden Beitrag herausgearbeitet werden, wo die Gründe für die unzureichende Integration dieser fruchtbaren Feinwollrasse in das auf Rassenvielfalt ausgerichtete Spektrum deutscher Tierarten unter marktwirtschaftlichen Bedingungen zu suchen sind.

Züchtung und Entwicklung des Merinofleischschafes (MF) in Deutschland

Züchtung

Ausgangspunkt der Zucht des MF in Deutschland bildete der Import wanderfähiger, spanischer Feinwollschafe namens *Ovejas merino* um 1765 nach Deutschland (Sachsen). Die weitere progressive Entwicklung der Erzeugung feiner Wollen wurde durch einen stark wachsenden Bedarf der wollverarbeitenden Industrie in Europa und vorhandener Exportchancen in die USA begünstigt. Die Umwandlung von landwirtschaftlichen Futtermitteln in das hochwertige Produkt Wolle festigte im 18. Jahrhun-

dert die Rolle der Schafhaltung als Betriebszweig der deutschen Landwirtschaft. Im sogenannten, nur wenige Jahrzehnte andauernden, Zeitalter des „Goldenen Vlieses“ wurde das eingehende Wollgeld zur sichersten Bargeldquelle landwirtschaftlicher Betriebe mit Schafhaltung. Bedingt durch einen schnell steigenden Anteil von Einkreuzungen feinwolliger spanischer Merinoböcke in die gröberen Mutterschafe deutscher Landschaftsrassen, konnte der Umfang der Erzeugung feinerer Wollen schnell an den wachsenden Bedarf angepasst werden.

Der unterschiedlich starke Einsatz spanischer Merinoböcke auf dem Wege der Verdrängungs- oder Kombinationskreuzung führte in Deutschland zur Entwicklung verschiedener Merinorassen bzw. -genotypen, wobei die Anforderungen des Marktes und regionale Besonderheiten differenzierend wirkten. Bezeichnend dafür die Züchtung des Merinolandschafes über die Zwischenstufe des sogenannten „Bastardschafes“ in Süddeutschland.

Wichtige Zuchttrichtungen und Stationen auf dem von 1765-1903 andauernden Weg bei der Herauszüchtung des Merinofleischschafes stellten dar: Elektoral- und Negrettischafe, das Deutsche Edelschaf sowie Merinotuch-, -stoff-, und Merinokammwollschafe. Der Einsatz von Böcken der französischen Rasse Merino Precoce und der englischen Populationen Dishley und Leicester auf Mutterschafen des Merinokammwollschafes führte von ca. 1865-1903 zur Herauszüchtung des frühreifen, frohwüchsigen Merinofleischschafes im Kombinationstyp Wolle/Fleisch. 1903 wurde das Merinofleischschaf als Rasse anerkannt, aber herdbuchmäßig noch bis 1914 in unterschiedlichen Zuchttrichtungen geführt. Erst 1933 wurde nach HÜHNERSDORF (1944) ein einheitliches Zuchtziel für die Rasse Merinofleischschaf wirksam, das bis 1954 Gültigkeit behielt.

Stellenwert des Merinofleischschafes in der deutschen Schafzucht von 1903 bis 1989

Die veränderten Rahmenbedingungen für die deutsche Schafzucht zu Ende des 19. und im 20. Jahrhundert, bestehend aus stark sinkenden Woll- und nur leicht steigenden Schaffleischpreisen sowie einer Intensivierung der Bewirtschaftung von Acker- und Grünland, welche die Weidemöglichkeiten für diese Tierart erheblich einschränkten, führten von 1864 bis 1945 zu einer drastischen Abnahme der Schafbestände von 29,7 auf 2,7 Millionen Tiere. Von dieser Entwicklung fast unberührt blieb die Dominanz des prozentualen Anteiles der Merino- und später Merinofleischschafe am deutschen Gesamtschafbestand. KÖNIG et al. (1988) berichteten darüber, dass bereits im Jahr 1800 die reinblütigen Merinos und hohe Kreuzungsstufen 50 % des Schafbestandes in Sachsen ausmachten. Nach HAMMOND et al. (1961) entwickelte sich der Anteil der Rasse MF am Gesamtschafbestand in Deutschland von 13,9 % im Jahr 1912 auf 50,9 % bis 1936. Hauptzuchtgebiete stellten Mitteldeutschland, Pommern, Schlesien, Ostpreußen, Brandenburg (Kurmark), Mecklenburg und Niedersachsen dar. Die Verteilung der Rasse MF in Deutschland ist laut GOLF (1934) abhängig von vorherrschenden klimatischen Gegebenheiten. Während heiße und trockene Sommer und deutliche Unterschiede zwischen den Temperaturen im Sommer und Winter die Haltung des MF begünstigen, sind der wasserreiche Graswuchs der Seemarschen sowie Gebirgsweiden (mit über 600 mm jährlichen Niederschlag) für die Haltung dieser Rasse nicht zu empfehlen. Die Bedeutung der Merinofleischschafzucht in Deutschland lässt sich auch an umfangreichen Exporten von Zuchttieren im Zeitraum von 1920 bis zur Gegenwart in

die ganze Welt, von Australien über Südafrika nach Ägypten, Russland (Sowjetunion), Österreich, Polen; Ungarn, Bulgarien, Türkei, Tschechoslowakei, und Rumänien bele-gen. In der seit 1950 unter Berücksichtigung der Weltmarktpreise auf die Lamm-fleischerzeugung ausgerichteten und zunehmend an landwirtschaftlichen Grenzertrags-standorten produzierenden Schafhaltung Westdeutschlands hat, nach WASSMUTH (1969), die überwiegend auf Lohnschäfer in den Guts- und Gemeinschaftsschäfereien setzende Merinofleischschafzucht schnell wirtschaftlich an Bedeutung verloren. Von 1956 bis 1988 verringerte sich nach Jahresberichten der Vereinigung Deutscher Lan-desschafzuchtverbände (VDL) 1957/89 auf Grund unbefriedigender Woll- und Fleischpreise sowie hoher Lohnkosten der Anteil MF-Schafe am Gesamtschafbestand in Westdeutschland von 9,7 % auf 0,9 %. Es wurden zwar 1988 noch 12.723 MF-Tiere in 6 von 10 der alten Bundesländern gehalten, jedoch davon allein 12.100 Tiere (95,1 %) in Niedersachsen. Anders dagegen die Situation in der DDR, wo eine ausschließ-lich auf die Wollproduktion orientierte Schafhaltung und die Eliminierung nicht so leistungsfähiger Landschaftsrassen die Stellung der Merinofleischschafe in den LPG und VEG, die überwiegend mit Lohnschäfern arbeiteten, festigte. KÖNIG et al. (1988) berichten darüber, dass 1966 ca. 72 % des Herdenschafbestandes (ohne individuelle Haltung) der DDR, Merinofleischschafe bildeten. 1988 betrug nach RÖSCHKE (1989) der prozentuale Anteil von Herdbuchmutter-schafen der Rasse MF am Zuchtschafbe-stand der DDR insgesamt ca. 66,1 %. In den Hauptzuchtgebieten des MF in Ost-deutschland, den Bezirken Halle, Magdeburg, Potsdam und Leipzig, lag der Anteil dieser Rasse sogar über 80 %. Dagegen wurden in den Bezirken Erfurt, Gera, Suhl und Karl-Marx-Stadt, wo das Merinolandschaf und später das Merinolangwollschaf domi-nierten, gar keine bzw. nur geringe Bestände an MF - Schafen gehalten.

Abhängigkeit der Bestände an Merinofleischschafen in Deutschland von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen

Hierbei ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Bestandsentwicklung und Inten-sität der Zuchtarbeit bei allen Nutztierarten Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Anforderungen für die Produkte der Tierproduktion zeigt. So nimmt zum Beispiel die Entwicklung der Schafbestände in Deutschland nach beiden Weltkriegen jeweils kurz-zeitig eine steigende Tendenz an, weil einerseits Blockaden der Siegermächte und an-dererseits der Mangel an Devisen den Zukauf von Wolle aus dem Ausland erschwer-ten. Außerdem erfolgte auf Grund des längeren Generationsintervalles beim Rind zwangsläufig der Aufbau der Schafbestände zur anteiligen Woll- und Fleischversor-gung der Bevölkerung zeitlich schneller. In autoritären Gesellschaftsordnungen kann hingegen das Wirken der Weltmarktpreise zeitweilig ausgesetzt werden und gezielte Fördermaßnahmen können die Erzeugung ausgewählter Produkte für die Ernährung der Bevölkerung und die Versorgung der Industrie stark ansteigen lassen. Zum Bei-spiel war in den kriegsvorbereitenden Aufschwung der deutschen Wirt- und Landwirt-schaft im III. Reich auch die Schafhaltung einbezogen. Durch die Abkoppelung der deutschen Wollpreise vom Weltmarkt und finanzielle Hilfe bei der Erweiterung beste-hender und dem Aufbau neuer Schafbestände konnte im Zeitraum von 1933 - 1938 der Schafbestand um 1,4 Millionen Tiere (+ 41,2%) und die Reinwollerzeugung um 2 300 t (+ 44,2 %) gesteigert werden. Die Eigenversorgung der wollverarbeitenden Industrie in Deutschland wurde von 5 auf 10 % verbessert. Fast ähnlicher Methoden bediente sich, vor dem Hintergrund knapper Devisen, die Staatsführung der DDR, wenn sie die

Zielstellung für die Schafhaltung ausgab, die Bereitstellung von Wolle aus dem eigenen Aufkommen von 25 auf 45 % zu erhöhen. Dafür wurde z. B. im Zeitraum von 1976 - 1988 der Schafbestand von 1,88 auf 2,60 Millionen Tiere (+ 38,3 %) erhöht und die Erzeugung bei Reinwolle stieg in der gleichen Zeit von 4 974,3 t auf 7 730,7 t (+ 55,4 %) an, was einer Eigenversorgung von 41 % entsprach. Es wurde sogar der tägliche Reinwollzuwachs je Schaf des Durchschnittsbestandes erfasst, welcher z. B. 1988 8,1 g je Tier betrug. Diese enorme Leistungssteigerung bei Wolle war außerdem der Tatsache geschuldet, dass auf der Grundlage von abrechenbar gestalteten 5-Jahresplänen ein zentrales und betriebliche Zuchtprogramme wirkten und in die künstliche Besamung (KBO) beim Schaf zuletzt ca. 64 % des Herdenmuttereschafbestandes einbezogen wurden. 1988 stammten 68 % bzw. 79 % der Lämmer aus Stammzuchten des MF und des Merinolangwollschafes aus der KBO. Unter diesen Voraussetzungen schätzte STRITTMATTER (1989) für die Jahre von 1975 - 1984 in den Stammherden des Merinofleisch- und Merinolangwollschafes einen jährlichen Zuchtfortschritt von 38 - 95 g Reinwolle. Ein 1988 realisierter Hammelanteil von 30,6 % (Muttereschafe nur 35,7 %) am Gesamtschafbestand der DDR diente außerdem ausschließlich der Wollerzeugung. Es kann unter Berücksichtigung der geschilderten Erfahrungen in Deutschland festgehalten werden, dass die bevorzugte Ausrichtung der Schafproduktion auf die Wollerzeugung zu Bestandserweiterungen führte und gleichzeitig vorrangig auf den Wollertrag ausgerichtete Schafrassen wie das Merinofleischschaf in der Haltung favorisierte. Zu den Auswirkungen einer strikten Anpassung der Schafhaltung an die Weltmärkte, welche auch ökonomische Zwänge mit sich bringt, wurden bereits im Kapitel 2.2 für den Zeitraum von 1956 - 1988 in den alten Bundesländern Aussagen gemacht.

Situation des Merinofleischschafes von 1990 - 2003 in Deutschland und Gründe für die gegenwärtig unzureichende Akzeptanz dieser Rasse

Entwicklung des Zuchtzieles beim Merinofleischschaf in Deutschland

Nach der politischen Wende 1990 vollzogen die Merinofleischschafzüchter in Ost- und Westdeutschland, welche über 40 Jahre ihre Rasse nach unterschiedlichen Selektionskriterien züchterisch weiter entwickelten (Wollertrag bzw. Mast- und Schlachtleistung) schnell den Schulterschluss und gründeten 1992 einen gemeinsamen Rasseausschuss MF. Dessen erste Aufgaben bestanden darin, ein einheitliches Zuchtziel festzuschreiben, wieder eine jährliche, gesamtdeutsche Elite-Auktion für die besten Jungböcke (1993 beginnend) zu installieren und den Umzüchtungsprozess der woll- zu fleischbetonten MF-Schafen in den neuen Bundesländern zu befördern. Außerdem galt es, durch den Einsatz von Böcken aus den jungen Bundesländern im Zuchtgebiet Niedersachsen, die dort inzwischen beengte Anzahl von Blutlinien wieder zu erweitern. Die wechselnden Anforderungen an bestimmte Leistungskomplexe im Zuchtziel des MF in Deutschland, unter Berücksichtigung der möglichen Zuchtrichtungen Fleisch/Wolle bzw. umgekehrt, zeigt Tabelle 1. In ihr beziehen sich Zuchtzielforderungen für die Jahre 1955-65, 1966-1980 und 1981-1989 auf wollbetonte MF-Schafe in der DDR, für 1960-1989 auf fleischbetonte MF-Tiere in der BRD. Die hohen Rendements in Prozent für die Jahre 1966-1989 in Ostdeutschland basieren auf gewaschenen Wollproben und sind damit objektiv, in den übrigen Jahren wurde der Reinwollgehalt der Wollen subjektiv geschätzt. Die Stapellänge, ebenfalls ein objekti-

ves Kriterium, wurde wegen ihrer genetischen Verbundenheit zum Wollertrag in Höhe von $r = 0,10 - 0,40$ in Zuchtziele zu DDR-Zeiten integriert.

Tabelle 1

Entwicklung objektiver Zuchtzielforderungen für Zuchtböcke und Mutterschafe beim MF von 1933 bis zur Gegenwart (Progress of selection objectives for herd book rams and ewes of German Mutton Merino from 1933 to present-day)

Jahre	Typ	Körper- masse (kg)	SW* (kg/Jahr)	Rende- ment (%)	ALE** (%)	WF*** (µm)	SL**** (cm/Jahr)
1933 – 1954	FL/	? 110 - 130	7,0	36		24 – 28	-
	WO	? 60 - 70	4,5	36	110 - 120	22 - 26	-
1955 - 1965	FL/	? 110 - 130	7,0	42		24 – 28	-
	WO	? 55 - 65	5,0	40	110 - 130	22 - 26	-
1966 - 1980	FL/	? 110 - 130	8,0 – 9,0	50		24 – 28	9 – 10
	WO	? 60 - 70	5,0 – 6,0	47	130 - 140	23 - 26	7 - 8
1981 - 1989	FL/	? 120 - 140	8,0 – 10,0	55		24 – 28	10 – 12
	WO	? 65 - 70	6,0 – 8,0	47	150 - 160	23 - 26	9 - 10
1960 - 1989	FL/	? 120 - 140	6,0 – 8,0	45		22 – 26	-
	WO	? 70 - 80	4,0 – 5,0	42	150 - 220	20 - 24	-
1993 - heute	FL/	? 120 - 140	6,0 – 10,0	48		22 – 27	-
	WO	? 70 - 80	4,0 – 6,0	43	150 - 220	22 - 25	-

* SW - Schweißwolle, ** ALE - Ablammergebnis, *** WF – objektive Wollfeinheit, **** SL – Stapellänge, FL. - Fleisch, WO. - Wolle

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass das Verhältnis zwischen Fleisch und Wolle optimal den jeweils herrschenden Marktanforderungen angepasst wurde.

Bestandsentwicklung der Merinofleischschafe von 1990 – 2002

Im Zeitraum von 1990 - 1994 ist im Rahmen der über Nacht mit Weltmarktpreisen und gänzlich anderen Rahmenbedingungen konfrontierten Schafhaltung Ostdeutschlands ein dramatischer Rückgang der Schafbestände von 2,6 auf 0,7 Millionen Tiere (-73,1 %) festzustellen.

Die Tatsache, dass zu dieser Zeit die Wollpreise unter 1,00 DM (0,51 E) je kg Schurwolle fielen und die Lammfleischpreise weniger als 3,00 DM (1,53 E) je kg Lebendgewicht betrugen sowie auf der Basis von DM ein erheblicher Anstieg der Lohnkosten zu verzeichnen war, führte zur Einstellung der Schafhaltung in vielen Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) und Volkseigenen Gütern (VEG) bzw. deren Nachfolgeeinrichtungen. Von der dargestellten Rassenstruktur vor der Wende in den neuen Bundesländern ausgehend, waren es überwiegend MF-Schafe, darunter viele Hammelherden, die der Schlachtung bzw. dem Verkauf zugeführt wurden. Im angesprochenen Zeitraum verringerte sich der Anteil an MF - Tieren am Gesamtschafbestand in Deutschland von 19,1 % (ca. 611.610 Stück) auf 3,9 % (ca. 74 400 Stück.). Wobei bereits 1994 der Anteil Herdbuchmutterschafe am gesamten Bestand weiblicher Tiere der Rasse bei 17,1 % lag, wo 5,0-7,0 % die Erzeugung der benötigten Vartiere für den natürlichen Deckakt gewährleistet hätten. 1994 wurde in der BRD zum letzten Mal der Bestand nach Rassen unterteilt ausgewiesen. Der weitere Bestandsrückgang der Rasse MF in den Jahren 1995-2002 lässt sich mit gebotener Vorsicht nur über die durch den Rasseausschuss erfassten Zahlen zur Entwicklung des Bestandes an Herdbuchmutterschafen ausweisen (Tab. 2).

In den letzten 8 Jahren sank der Umfang an Herdbuchmutterschafen beim MF um weitere 52,9 %. Unter Beachtung der geringen Nachfrage nach Deckböcken dieser Rasse für den Einsatz in der Gebrauchsschafhaltung bzw. zu Kreuzungszwecken

dürfte der Bestand an Tieren dieser Produktionsrichtung sogar überproportional gesunken sein. Nach Schätzungen des Autors betrug 2003 der Bestand nur noch ca. 30 - 35.000 MF-Schafe in den Zucht- und Gebrauchsherden dieser Rasse in Deutschland, was einem Anteil am Gesamtschafbestand im Bereich von 1,4 - 1,6 % entspricht. Da der Verbleib der MF-Schafe in vielen Betrieben an den vorhandenen Fachmann (Schäfermeister) gebunden ist und einige in den nächsten Jahren aus Altersgründen aus dem Beruf ausscheiden werden, dürfte das Ende der rückläufigen Bestandsentwicklung beim MF noch nicht erreicht sein. Den realisierten prozentuale Bestandsrückgang im Zeitraum 1995-2002 vorsichtig hochgerechnet auf das Jahr 2010 ergibt einen voraussichtlichen Bestand von ca. 2.650 Herdbuchmuttereschafen der Rasse MF. Damit wird der bereits in der Einleitung angesprochene Trend, dass sich das traditionsreiche Merinofleischschaf Deutschlands weiter in Richtung einer vom Aussterben bedrohten Rasse entwickelt, untersetzt.

Tabelle 2

Entwicklung der Anzahl Stammzuchten, Herdbuchmuttereschafe und Zuchtböcke bei der Rasse MF in den Jahren 1994 – 2002 Progress of the count of breeding centres for HB- German Mutton Merino rams and ewes in 1994-2002)

Jahr	Anzahl Herdbuchzuchten	Anzahl Herdbuchmuttereschafe	Anzahl Zuchtböcke
1994	45	10.108	214
1995	44	9.567	-
1998	38	6.977	-
1999	37	6.644	117
2001	36	6.105	119
2002	34	4.760	119

Quelle : Erhebungen des Rasseausschusses MF von 1995-2003

Gründe für die fehlende Akzeptanz der Rasse Merinofleischschaf unter marktwirtschaftlichen Bedingungen

Als Ergebnis der fleißigen Zuchtarbeit von Generationen von Züchtern dieser Rasse ist es heute nicht vermessen, davon zu sprechen, dass es sich beim MF um die fruchtbarste Feinwollrasse der Welt mit ausreichender Frühreife, guter Wachstumsintensität und Muskelbildung handelt, die voll im Zweinutzungstyp steht. Weitere Vorzüge dieser Rasse sind ihre ausgeprägte Asaisonalität und die mögliche Anpassung an unterschiedliche Standorte und Haltungsformen.

Ein wesentlicher Grund für die gravierende Verringerung der MF-Bestände nach 1990 in Deutschland dürfte darin liegen, dass sich die Tierhaltung und speziell die Haltung von Merinofleischschafen an den reinen Ackerbaustandorten stark rückläufig entwickelte. Während sich dieser Prozess in Niedersachsen bereits im Zeitraum von 1960 - 1980 vollzog, traf es die fruchtbaren Ackerbauregionen in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern nach der Wende. Außerdem verringerte die technische Weiterentwicklung der Erntetechnik den Anfall der im Rahmen der Hühaltung zu nutzenden Futterreste (absolutes Schaffutter) auf dem Ackerland erheblich, so dass andere Futterquellen erschlossen werden mussten. Weiterhin ist offensichtlich, dass MF-Muttereschafe unter den gegenwärtigen Produktionsbedingungen ihre angesprochenen Vorzüge nur unzureichend entfalten können. Für die Fruchtbarkeitsleistungen ergibt sich momentan folgende Situation :

Bezogen auf westdeutsche Verhältnisse schrieben WACKER und GRANZ (1971) bereits, dass in der Lohnschäferei 25-40 % des Roherlöses aus der Hüteschafhaltung durch die Vergütung für den Schäfer aufgezehrt werden. Unter gegenwärtig analogen Bedingungen dürfte die in Form der Lohnschäferei (Agrargenossenschaften, GmbH und Aktiengesellschaften) in den neuen Bundesländern betriebene Haltung von MF-Schafen aus betriebswirtschaftlicher Sicht nur Bestand haben, wenn eine Produktivitätszahl von fast 200 % im Mutterschafbestand erreicht wird. Das ist in vielen MF-Herden gegenwärtig keine realistische Zielstellung, wie die Fruchtbarkeitsleistungen der Herdbuchmutterschafe des Jahres 2002 in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen zeigen :

Tabelle 3

Fruchtbarkeitsleistungen der MF- Herdbuchmutterschafe im Jahr 2002 in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Reproduction performance of HB-German Mutton Merino ewes in Brandenburg, Saxony and Saxony-Anhalt in 2002)

Land	Anz. HB* - Betriebe	Abgelammte Mutterschafe (Stck)	Ablammergebnis (%)	Produktivitätszahl** (%)
Brandenburg	2	203	149,8	135,7
Sachsen - Anhalt	10	3.092	146,0	129,0
Sachsen	3	898	168,8	137,7

* HB - Herdbuch, **Produktivitätszahl : (Anzahl aufgezogener Lämmer/ Anzahl dem Bock zugeführter Mutterschafe) x 100

Tabelle 3 lässt auf Grund der beträchtlichen Unterschiede zwischen Ablammergebnis und Produktivitätszahl die Interpretation zu, dass in den 3 Zuchtgebieten die Ablammraten zu niedrig (unter 95 %) und die Lämmerverluste zu hoch (über 10 %) ausgefallen sind. Für die Kennziffern Ablammergebnis und Produktivitätszahl sind in den drei Ländern seit 1994 keine nachhaltigen Steigerungen realisiert worden. Die im Zuchtziel angestrebten 200 % Ablammergebnis werden in Mutterherden mit über 250 Tieren und darüber in den neuen Bundesländern sowie bei teilweiser Nutzung extensiver Weidestandorte (z.B. im Rahmen der Landschaftspflege bzw. des ökologischen Landbaus) nicht realisiert. Nach HEINE (2004) lag diese Fruchtbarkeitskennziffer in den nur durchschnittlich 62 Mutterschafe je Betrieb umfassenden Herdbuchbeständen Niedersachsens 2003 bei 185,0 %. Eine Steigerung der Produktivitätszahl ist auch in den neuen Bundesländern möglich, wenn konsequent bei verbesserten Umweltbedingungen dazu übergegangen wird, die ganzjährig fruchtbaren Mutterschafe dieser Rasse nicht nur einmal im Jahr, sondern dreimal in zwei Jahren ablammen zu lassen. Natürlich bedürfen auch die Kennzahlen Ablammraten und Lämmerverluste einer nachhaltigen Verbesserung.

Hinsichtlich der Erlöse aus dem Verkauf der Wolle ergibt sich folgender Stand :

Das Kilogramm rohe Feinwolle wurde 2003 mit durchschnittlich 1,00 E (Variation 0,95 - 1,05 E) vergütet. Das entspricht bei 4,5 kg Schurertrag je Mutterschaf und Jahr Wollerlösen in Höhe von ca. 4,50 E, die bei einem Schurpreis je Tier (einschließlich Hilfskräfte) von 2,00 - 2,50 E einen leichten Erlösüberschuss je Mutter gewährleisten. Die Differenz zum Preisniveau von halbfeyner Wolle, die gegenwärtig nur 15 - 20 % beträgt, stellt im Vergleich zu 1805, wo der Preisunterschied zwischen diesen beiden Sortimenten bei + 60,0 % zugunsten von Feinwolle lag, keinen ausreichenden ökonomischen Anreiz für Schafhalter dar, sich für die doch etwas schwieriger zu bewirtschaftenden Merinofleischschafe zu entscheiden.

Das Merinofleischschaf wird von vielen Schafhaltern als eine Rasse für intensive Standorte mit erhöhtem Pflegebedarf betrachtet. Diese Aussage dürfte unter Berücksichtigung

sichtigung aktueller Untersuchungen bei Einbeziehung dieser Rasse in die Beweidung extensiven Grünlandes nicht ganz zu Unrecht bestehen. In dreijährigen Versuchen von SCHMALWASSER und STRITTMATTER (1999) auf Rekultivierungsflächen des Bergbaus in Mitteldeutschland reagierten wollbetonte MF-Mutterschafe (ohne Lämmer) - im Vergleich zu Tieren anderer Intensivrassen - auf ein eingeschränktes Weidefutterangebot in den Monaten August und September mit einem höheren Körpermasseabbau als die 4 Vergleichsrassen. Dazu kamen wegen des dichten Vlieses, verbunden mit der höchsten Anzahl Wollhaare je Flächeneinheit Haut, bei den MF-Tieren an heißen Sommertagen im gewählten Standweideverfahren Thermoregulationsprobleme, die zur Verringerung der täglichen Fresszeiten zugunsten der Aktivitäten Stehen und Laufen führten.

Intensiver fällt bei MF-Schafen auch das Klauenwachstum aus, was bei nicht ausreichendem Abrieb über den täglichen Weidegang in der Hüttehaltung zu Problemen in der Klauenpflege bei der Koppelhaltung führen kann. Der von vielen Schafhaltern für notwendig erachtete Schutz der Feinwolle vor Regen im schurnahen Zeitraum wird oft als zusätzliche Erschwernis in der Haltung empfunden.

Nicht voll überzeugen kann gegenwärtig bei der Rasse MF die Entwicklung des notwendigen Leistungsfortschrittes für ausgewählte Merkmale der Mast- und Schlachtleistung. Tabelle 4 macht diesen Trend an Ergebnissen männlicher Prüflämmer des MF in der Station Rohrsen, Niedersachsen im Vergleich mit unter gleichen Bedingungen geprüften Tieren der Fleischschafrasse Schwarzköpfiges Fleischschaf (SKF) sichtbar.

Tabelle 4

Entwicklung ausgewählter Merkmale der Mast- und Schlachtleistung bei den Rassen MF und SKF in der Prüfstation Rohrsen, Niedersachsen, im Zeitraum von 1992 – 2003 (Progress in the selected traits of fattening ability and carcass value of German Mutton Merino and German Blackheaded Mutton Sheep in Experimental Station Rohrsen, Lower Saxony, in 1992-2003)

Prüfjahr/ Kennzahl	Merinofleischschaf				Schwarzköpfiges Fleischschaf			
	1992	1995	1998	2003	1992	1995	1998	2003
Anz. Prüftiere	56	54	75	23	101	79	91	91
Prüftagszunahme in g	396	372	396	353	428	409	482	488
Energieverwertung in StE. bzw. MJ/kg	2 291	2 460	37,8	41,4	2 293	2 355	34,3	32,4
Rückenmuskelfläche (gcm*)	8,6	7,7	7,7	8,5	8,1	7,4	7,9	8,6
Ausschlachtung (%)	48,6	48,8	49,7	49,5	46,0	46,4	49,9	49,9
Nierenfett (g)	180,3	157,6	148,8	164,9	120,4	157,6	95,9	127,5

* gemessen zwischen 5 und 6 Rippe

Quelle, : Landesschafzuchtverband Niedersachsen, 2004

Während beim SKF in den berücksichtigten 11 Zuchtjahren eine verbesserte Futterverwertung und ein Leistungsfortschritt für die Merkmale Rückenmuskelfläche, Ausschlachtungsprozente und Prüftagszunahmen im Bereich von +6,2 - +14,0 % festzustellen sind, ist beim MF bis auf die Ausschlachtungen in % Stagnation bei den vergleichbaren Parametern festzustellen. Sicherlich hat die sinkende Anzahl von Prüflämmern (-69,3 %) beim MF zu dieser Entwicklung beigetragen. Für die neuen Bundesländer, wo nach der Wende erst Prüfstationen eingerichtet wurden und die MF und SKF Populationen durch den Einsatz seit vielen Jahren auf Mast- und Schlachtleistung

geprüfter Vätertiere aus den alten Bundesländern in Richtung einer verstärkten Fleischleistung umgezüchtet wurden, liegen vergleichbare Zahlen aus Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen erst seit 1995 vor.

Tabelle 5

Entwicklung ausgewählter Merkmale der Mast- und Schlachtleistung in den Prüfstationen der neuen Bundesländer bei den Rassen MF und SKF für die Jahre 1995 – 2003 (Progress in the selected traits of fattening ability and carcass value of German Mutton Merino and German Blackheaded Mutton Sheep in new German federal states in 1995-2003)

Prüfjahr/ Kennziffer	Merinofleischschaf			Schwarzköpfiges Fleischschaf		
	1995	1998	2003	1995	1998	2003
Anz. Prüftiere	340	195	89	129	158	111
Prüftags- zunahme/g	349	343	387	454	402	402
Energieverwer- tung in StE. bzw. MJ/kg	2877 -	2816 44,2*	2850 39,6**	2295 -	2490 40,6	2560 35,7
Rückenmuskel- fläche (qcm*)	14,7**	16,0**	14,9**	16,4	15,5	16,2
Ausschlach- tung (%)	46,8	48,1	48,7	47,2	48,4	48,4
Nierenfett (g)	233	233	231	176	170	178

* 1 Bundesland, ** 2 Bundesländer, gleiche Situation bei Werten von SKF - Tieren

Quellen : Landeschafzuchtverbände von Brandenburg, Sachsen - Anhalt und Sachsen 2004

Bei stark abnehmender Zahl der Prüflämmer beim MF (-73,8 %) ist noch ein Leistungsfortschritt für die Merkmale Prüftagszunahme, Futteraufwand und Schlachtausbeute in den neuen Bundesländern festzustellen, während die Werte beim SKF im Untersuchungszeitraum stark schwanken bzw. nur bei der Ausschlachtung einen Zuwachs aufweisen. Dagegen ist bei den Kennzahlen Rückenmuskelfläche und Nierenfett, als einem Indikator für den Fettgehalt des Schlachtkörpers, für den ausgewiesenen Zeitraum bei beiden Rassen eine gewisse Stagnation nicht zu übersehen.

Als mögliche Ursache für den fehlenden Progress bei den Prüftagszunahmen des MF in Niedersachsen wurde zuletzt mehrfach davon ausgegangen, dass die Säugeleistung der MF-Mutterschafe bei der Selektion auf Fleischleistung züchterisch zu wenig Beachtung fand. Deshalb sprach der Rasseausschuss MF auf seiner letzten Beratung 2003 die Empfehlung an die Züchter aus, wie in anderen Ländern üblich, zukünftig als Kriterium für die Säugeleistung der im Herdbuch verankerten Mutterschafe das 30-Tage-Gewicht ihrer Lämmer zu erfassen. Von seiner Entwicklungsgeschichte her ist das MF keine ausgesprochene Fleischschaf rasse und sollte bei Vorhandensein von leistungsfähigen Fleischpopulationen in Deutschland wie Schwarzköpfiges Fleischschaf, Suffolk und Texel auch nicht in diese Richtung weiter entwickelt werden. Vielmehr empfiehlt es sich, dass MF als Kombinationsrasse der Zuchtichtung Fleisch/Wolle mit ganzjähriger Konzeptionsbereitschaft weiter zu entwickeln und die bereits angesprochenen Vorzüge voll zur Entfaltung zu bringen. Dazu gehört aus aktueller Sicht im Rahmen der angelaufenen Scrapie - Resistenzucht bei Schafen in Deutschland nach DRÖGE-MÜLLER et al. (2003) die Einstufung dieser Rasse in die Gruppe der Populationen mit hoher ARR-Allelfrequenz. Von 861 untersuchten Tieren dieser Rasse wiesen 52,1 % diese günstige Allelfrequenz auf. Das schafft die Möglichkeit, Merinorassen mit einer schlechteren Ausgangssituation wie z. B. das Merinolandschaf (ML) mit niedriger ARR-Allelfrequenz von 18,3 % bei der angestrebten Zucht auf Resistenz gegen TSE zu unterstützen. Für die Gebrauchsschafhaltung beim ML ist der Einsatz von MF

-Böcken der Genotypklasse 1 in Baden-Württemberg mit der Zielstellung angelaufen, den Einfluss dieser Vätertiere auf die Ergebnisse der Genotypisierung bei ihren weiblichen Kreuzungslämmern zu quantifizieren. Gleichzeitig werden die Auswirkungen dieser - bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts - häufig in Deutschland durchgeführten Kreuzung - auf Merkmale der Mast- und Schlachtleistung bei den männlichen und weiblichen Kreuzungslämmern analysiert und mit den Resultaten von gleichaltrigen Reinzuchtieren verglichen.

Ausblick

Der zu beobachtende, erhebliche Bestandsrückgang der traditionsreichen - gegenwärtig fleisch-betont gezüchteten - Feinwollrasse Merinofleischschaf in Deutschland zwingt zur Erarbeitung von Strategien, welche auf lange Sicht die Erhaltung dieser leistungsfähigen Schafpopulation sichern. Die betriebswirtschaftlich und züchterisch messbaren Gründe, welche sich gegenwärtig nachteilig auf den Umfang der Haltung von MF-Schafen in Deutschland auswirken, sind mit der Zielstellung zu analysieren, für die unter Selektion stehenden Merkmale einen weiteren Leistungsfortschritt anzustreben. Es gilt die genetischen Ressourcen dieser Rasse für Merkmale wie Feinwolle, Asaisonalität und Kombinationseignung für eine eventuelle zukünftige Nutzung zu erhalten und dafür Sorge zu tragen, dass zur Kulturlandschaft in Mitteldeutschland, Niedersachsen und Brandenburg auch zukünftig Bestände an Merinofleischschafen in der Herden- bzw. Koppelschafhaltung gehören.

Dazu ist eine Aktualisierung des verbindlichen Zuchtprogrammes ebenso vonnöten, wie die Zusammenführung der an dieser Rasse interessierten Züchter, Menschen und Einrichtungen in einem Förder- bzw. Zuchtverein. Ob in Form einer Genreserve oder mit anderer Zielstellung der Erhalt dieser Rasse gesichert wird, muss diskutiert werden, wobei Fragen der Züchtung und Vermarktung im Vordergrund stehen sollten. Die notwendige Unterstützung der fachlich für den Erhalt von wichtigen Kulturrassen in Deutschland zuständigen Institutionen ist dabei rechtzeitig in Anspruch zu nehmen.

Literatur

DRÖGEMÜLLER, C. et al.:

Prionprotein Genotypisierung in Deutschland, in :DGfZ-Schriftenreihe, Heft 29 : „TSE - Resistenzzucht bei Schafen“, (2003), 39-51

GOLF, A.:

zitiert in : „Handbuch der Tierzüchtung“, Dritter Band, Rassenkunde, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, (1961), 237

HAMMOND, J.; JOHANSSON, I.; HARING, F.:

Handbuch der Tierzucht, Band 3, Rassenkunde, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, (1961), 182

HEINE, TH.:

Spitzenböcke einer modernen Rasse mit außergewöhnlichen Vorzügen. Deutsche Schafzucht, 5 (2004), 8

HÜNERSDORF, G.A.:

Die Schafrassen in ihren derzeitigen Erscheinungsformen - Merinorassen - in : „Handbuch der Schafzucht - und Schafhaltung“, Bd. 1 - Die Zucht des Schafes, 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, (1944), 97-105

VDL:

Jahresberichte der Vereinigung Deutschen Landesschafzuchtverbände e.- V. (VDL) von 1957 und 1989

KÖNIG, K.H.; GÖHLER, H.; HELLER, G.; MENGER, H.; ROMMEL, W.; SÜSS, R.; TEICHERT, M.; THULKE, H.-G.; WALTHER, R.:

Schafzucht, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, (1988)

RÖSCHKE, C.:

Textanalyse zu „Ergebnissen bei der Realisierung des Schafzuchtprogrammes der DDR für das Jahr 1988“, (1989)

SCHMALWASSER, T.; STRITTMATTER, K.:

Landschaftspflege mit einheimischen Schafrassen in Bergbaufolgelandschaften, Abschlußbericht zum BMBF-LMBV Forschungsvorhaben „Beurteilung von Bodenzustand und Entwicklung mittel- und ostdeutscher Kippenböden für ihre ökologiegerechte landwirtschaftliche Nutzung“, (1999)

STRITTMATTER, K.:

Untersuchungen zum realisierten Zuchtfortschritt für ausgewählte Merkmale in Stamm- und Prüfherden des Merinofleisch- und Merinolangwollschafes im Zeitraum von 1975-1984, (1989), Habilitationsschrift, Universität Leipzig

WACKER, H.; GRANZ, E.:

Tierproduktion, 7. Auflage, Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, (1971), 371-389

WASSMUTH, R.; BEHRENS, H.; SCHEELJE, R.:

Lehrbuch der Schafzucht, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, (1969)

Anschrift des Verfassers

Doz. Dr. habil. KNUT STRITTMATTER

Albrecht-Daniel-Thaer-Institut für Agrarwissenschaften an der Universität Leipzig

Gustav-Kühn-Strasse 8

D-04159 Leipzig

MARTINA JANßEN¹, CHRISTINA WEIMANN², HORST BRANDT¹,
MATTHIAS GAULY³ and GEORG ERHARDT¹

Parasitological parameters after artificial infections with *Haemonchus contortus* in Merinolandschaf and its association to genetic markers on chromosome 20

Abstract

A total of 195 lambs of the German breed Merinolandschaf were infected orally with *Haemonchus contortus* L₃ larvae at an age of 12 weeks. Four and eight weeks *post infectionem* faecal egg counts (FEC), haematocrit values and serum IgL levels were measured. All animals were typed for the microsatellites *OarCP73*, *BM1815*, *OlaDRBps*, *OarHH56*, *BM1905* and *DYMS1* on chromosome 20. An association study using a regression model including the fixed effect of sex, the random effect of ram and as covariates the body weight at time of sampling and the number of alleles (only alleles with frequencies higher than 5%) within each marker was done. All markers showed degrees of heterozygosity of .65 to .83 except the *BM1905* marker. The latter only has 2 alleles and is nearly fixed in the Merinolandschaf population, while for the other markers between 4 and 7 alleles with frequencies above 5 % could be demonstrated. Significant associations between alleles and the parameters measured were only found for the *OlaDRBps* marker. One allele shows a significant effect on the haematocrit value and an other allele on the IgL-level.

Key Words: parasite resistance, *Haemonchus contortus*, association study, genetic markers

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Untersuchung zu Parametern der Parasitenresistenz nach experimenteller Infektion mit *Haemonchus contortus* beim Merinolandschaf und ihrer Assoziation zu Mikrosatellitenmarkern auf Chromosom 20

Insgesamt 195 Lämmer der Rasse Merinolandschaf wurden im Alter von 12 Wochen mit *Haemonchus contortus* L₃ Larven oral infiziert. Vier und acht Wochen nach der Infektion wurde die Eizahl im Kot (EpG), der Haematokritwert und der IgL-Spiegel im Blutserum gemessen. Alle Lämmer wurden mit den Mikrosatelliten *OarCP73*, *BM1815*, *OlaDRBps*, *OarHH56*, *BM1905* und *DYMS1* auf Chromosom 20 typisiert. Es wurde eine Assoziationsstudie mit einem Regressionsmodell mit dem fixen Einfluss des Geschlechts, dem zufälligen Einfluss des Bockes und den Kovariablen Gewicht bei der Messung und Anzahl Allele (nur Allele mit Frequenzen über 5 %) für jeden Marker durchgeführt. Alle Marker zeigen Heterozygotiegrade von .65 bis .83 mit Ausnahme des Markers *BM1905*, bei dem nur 2 Allele gefunden wurden. Die untersuchten Merinolandschafe sind für diesen Marker nahezu auf ein Allel fixiert. Bei allen anderen Markern wurden zwischen 4 und 7 Allelen mit Frequenzen über 5 % gefunden. Signifikante Einflüsse auf die untersuchten Parameter wurden bei dem Marker *OlaDRBps* gefunden, wobei ein Allel einen signifikanten Einfluss auf den Haematokritwert und ein anderes auf den IgL-Spiegel zeigte.

Schlüsselwörter: Parasitenresistenz, *Haemonchus contortus*, Assoziationsstudie, genetische Marker

1. Introduction

Recent studies of different sheep breeds have demonstrated the possibility of breeding for nematode resistance (GRAY, 1997; BISHOP and STEAR, 2001; GAULY et al., 2001; GAULY and ERHARDT, 2001). Hints for genetic resistance in sheep against *Haemonchus contortus* are given by studies of BOUIX et al. (1998) and OUTERIDGE et al. (1996) for example. JANßEN (2002) estimated heritabilities of .07 to .18 for faecal egg counts (FEC) after an experimental infection with *Haemonchus contortus* in Merinolandschaf. For the haematocrit value and serum IgL-

level in Merinoland sheep higher heritabilities between .12 and .67 were estimated in the same study. Associations in Soay sheep between resistance to intestinal nematodes and *OlaDRB* alleles which is a genetic marker belonging to the *Major Histocompatibility Complex* (MHC) were demonstrated (PATERSON et al., 1998). The MHC is located to ovine chromosome 20 (DE GORTARI et al., 1998). Further on associations between MHC and FEC were demonstrated for *Ostertagia circumcincta* (SCHWAIGER et al., 1995) and *Trichostrongylus colubriformis* (LUFFAU et al., 1986). In a study of JANßEN et al. (2002) significant effects between parasitological parameters after experimental infections with *Haemonchus contortus* in Rhön sheep and the microsatellite markers *OARCP73*, *DYMS1* and *BM1815* were found. The authors concluded that the *DYA* gene which is closely linked to the *DYMS1* marker may be a possible candidate gene for *Haemonchus contortus* resistance in sheep. In this study lambs of the breed Merinoland sheep were analysed to estimate the associations between parameters of resistance against *Haemonchus contortus* as described by JANßEN et al. (2002) for Rhön sheep.

2. Materials and Methods

Five parental half sib families of the German breed Merinoland sheep (n = 195) kept at the Research Station Oberer Hardthof of the Department of Animal Breeding and Genetics of the University in Giessen were used in this study (Table 1). The lambs were weaned and infected orally with 5000 *Haemonchus contortus* L₃ larvae at an age of 12 weeks. Four and eight weeks *post infectionem* (*p.i.*) faeces and blood samples were taken from all lambs. Faecal egg counts (FEC), haematocrit values and serum IgL-levels were evaluated (GAULY et al., 2002). Six microsatellites from ovine *OAR 20* in a distance of 15-20 cM were used for genotyping (CRAWFORD et al., 1995; DE GORTARI et al., 1998; BUITKAMP et al., 1996): *OarCP73*, *BM1815*, *OlaDRBps*, *OarHH56*, *BM1905* and *DYMS1*. DNA was isolated from leucocytes according to MONTGOMERY and SISE (1990). PCR was performed in 15µl volume using 50 ng of genomic DNA, 10 pM of each primer, 200 µM of each dNTP, 0.4 U Taq polymerase (Hybaid) and PCR buffer (20 mM Tris-HCl, pH 8.55; 1.6 mM NH₄SO₄).

Table 1
Number of progeny per ram and sex of the lambs (Verteilung der Lämmer je Vater- und Geschlechtsgruppe)

Ram	4 weeks <i>p.i.</i>		8 weeks <i>p.i.</i>	
	male	female	male	female
1	21	21	20	20
2	25	21	21	21
3	15	14	15	14
4	15	14	15	13
5	22	27	22	27
Total	98	97	93	95

Amplification was done in a Perkin Elmer Gene Amp PCR system 9600 cycler. The forward primer of each marker was Cy5 end-labelled (Amersham Biosciences, Freiburg). Genotyping was done using an automated laser detection system (A.L.F. express, Amersham Biosciences, Freiburg). PCR-products were run on a 5.5% long

ranger gel (0.5 mm, 6 M urea) and analysed with the program Allele Links v. 1.00 (Amersham Biosciences, Freiburg).

The standardization for *DYMS1* was done using ECONOGENE reference sample Gi2002.

In Table 1 the number of animals per ram and sex with parameters measured 4 and 8 weeks *p.i.* are shown.

All statistical analyses were done using the software package SPSS (version 9.0 and 10.0). To produce normally distributed data the FEC were transformed with the decimal logarithm (LogFEC). Heterozygosity for each marker was estimated according to BOTSTEIN et al. (1980). For association studies the allele with the highest frequency was postulated as population standard for each marker. A regression analysis within a linear model with the effect of sex (fix), effect of the ram (random) and body weight (covariate) was used to test the effect of allele substitution. The number of alleles only for those with a higher frequency than 5% were used as additional covariate in the model. The analysis was done for each marker separately (see model 1). The number of alleles within each marker are shown later in the results (table 2). According to the number of tested alleles (n) a Bonferroni correction was done (SOKAL and ROHLF, 1995) by adjusting the significance level to $p=0.05/n$.

Model 1 (for each marker separately)

$$y_{ijk} = \mu + \text{sex}_i + \text{ram}_j + b \cdot \text{weight} + a_n \cdot \text{al}_{n_m} + e_{ijk}$$

with y_{ijk} = observation of animal ijk

μ = overall mean

sex_i = fixed effect of sex (male , female)

ram_j = random effect of ram (1 to 5)

$b \cdot \text{weight}$ = covariate body weight at dates of faecal sampling

$a_n \cdot \text{al}_{n_m}$ = covariate for each allele (allele 1 to n) within marker

(n = number of alleles with a frequency above 5 % except the standard allele)

e_{ijk} = random residual effect

3. Results and discussion

In Table 2 for each microsatellite marker the allele frequencies and the degree of heterozygosity are demonstrated. As standard allele the allele with the highest frequency was chosen. Table 2 shows that the marker *BM1905* has only 2 alleles in this sample of the Merinoland sheep and is nearly fixed for the allele 175, therefore no further analysis for this marker were done. All other markers show between 7 and 12 alleles from which 2 (*OarCP73*) to 8 (*BM1815*) have frequencies lower than 5 % in the Merinoland sheep sample. Within Rhön sheep JANßEN (2002) found a slightly different number of alleles and allele frequencies for the same markers. In this sample the frequency for the *BM1905* allele 173 shows with 8.7 % a much higher allele frequency when compared with the Merinoland sheep. Within Rhön sheep all other markers showed a lower number of alleles than in Merinoland sheep. The Rhön sheep in the study of JANßEN (2002) showed a lower degree of heterozygosity for all markers except *BM1815* and *BM1905*.

Table 2

Alleles identified with frequencies in % (in brackets) and degree of heterozygosity for the microsatellite markers in Merinolandschaf (Allelvorkommen mit prozentualer Häufigkeit (in Klammern) und Heterozygotiegrade bei den Mikrosatellitenmarkern beim Merinolandschaf)

Allele	<i>BM1905</i>	<i>OlaDRBps</i>	<i>DYMS1</i>	<i>OarHH56</i>	<i>OarCP73</i>	<i>BM1815</i>
Standard	175 (96.0)	277 (29.4)	183 (32.6)	149 (42.5)	173 (54.0)	142 (48.7)
A	173 (4.0)*	275 (17.7)	197 (19.1)	153 (37.9)	175 (22.2)	156 (31.1)
B		279 (16.8)	181 (13.8)	157 (7.7)	165 (7.1)	148 (6.8)
C		303 (10.3)	187 (10.1)	145 (5.5)	169 (6.2)	150 (6.1)
D		283 (9.4)	185 (9.1)	155 (3.3)*	163 (5.8)	140 (2.2)*
E		291 (7.2)	195 (5.0)	147 (1.5)*	171 (2.4)*	146 (1.8)*
F		301 (3.1)*	199 (5.0)	159 (0.4)*	177 (2.2)*	152 (1.8)*
G		281 (2.7)*	179 (2.7)*	179 (0.4)*		158 (0.4)*
H		293 (1.8)*	193 (1.7)*	151 (0.2)*		170 (0.4)*
I		273 (1.1)*	171 (0.7)*	161 (0.2)*		154 (0.2)*
J		289 (0.4)*	159 (0.3)*	175 (0.2)*		160 (0.2)*
K						168 (0.2)*
Degree of heterozygosity	0.077	0.827	0.814	0.665	0.646	0.657

* Alleles with frequencies below 5 %

The overall mean values with standard deviations for the analysed parameters are shown in Table 3.

Table 3

Number of observations, overall means, standard deviations, minimum and maximum for the analysed parameters within period of measurement (first line 4 weeks *p.i.*, second line 8 weeks *p.i.*) (Anzahl der Beobachtungen, Gesamtmittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum der untersuchten Parameter je Beobachtungsabschnitt (obere Zeile: 4 Wochen *p.i.*, untere Zeile: 8 Wochen *p.i.*))

Parameter	N	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
LogFEC	171	3.582	.4084	2.000	4.371
	181	3.501	.3727	2.176	4.229
Haematocrit value	188	.288	.0364	.160	.370
	187	.290	.0375	.180	.420
Serum IgL-level	181	2.253	.6222	1.068	4.201
	186	2.404	.6374	1.171	4.147

There are only small differences between the parameters measured 4 and 8 weeks *p.i.*. 8 weeks *p.i.* the lambs showed lower FEC, higher haematocrit values and higher serum IgL-levels in comparison to 4 weeks *p.i.*.

Only microsatellite *OlaDRBps* showed significant allele effects on the analysed parameters. The B-allele showed a significant effect on haematocrit values in both periods and the E-allele on the serum IgL-levels 8 weeks *p.i.* No effects were estimated for FEC. IgL-level may have controlled the total worm burden but not the fecundity of the female worms. It is a well known phenomenon that worms be able to produce a higher number of eggs if they live under less competition. These results are different from the results for the Rhön sheep population (JANßEN, 2002). In the Rhön

sheep the marker *BM1815* showed significant effects on the LogFEC, the marker *OarCP72* on the haematocrit value and the marker *DYMS1* on the serum IgL-level. Within this study the significant allele in the Rhön sheep analysis could not be included in the analysis because of the low frequency of only 1.8 %. All other significant alleles from the Rhön sheep study were included in the analysis for the Merinoland sheep, but showed also different allele frequencies, which could be an explanation for the different results for both breeds.

The allele substitution effects of the significant alleles in the Merinoland sheep population are shown in Table 4. All effects are negative. The Table also shows that the effect of the E-allele of the marker *OlaDRBps* on IgL-level is with 16.8 % of the mean much higher than the effect of the B-allele of the same marker on the haematocrit value. Because of a negative phenotypic correlation between the IgL-level and the LogFEC of -.15 the E-allele of the marker *OlaDRBps* should increase the FEC. For the Merinoland sheep 8 weeks *p. i.*, however, a non significant unexpected negative effect of the E-allele of the marker *OlaDRBps* of -.116 on FEC was observed.

Table 4

Significant effects of alleles on parameters of parasite resistance compared to the standard allele of the marker (Effektgrößen der Allele mit signifikantem Effekt auf die Parameter der Parasitenresistenz in Bezug auf das Standardallel des entsprechenden Mikrosatellitenmarkers)

Marker	Allel	Parameter	Period	Significance	Effect	Effect in %
OlaDRBps	B	Haematocrit	1	0.002	$-1.845 \cdot 10^{-2}$	6.4
OlaDRBps	B	Haematocrit	2	0.002	$-2.077 \cdot 10^{-2}$	7.1
OlaDRBps	E	IgL-level	2	0.005	-0.404	16.8

In a study of SCHWAIGER et al. (1995) a significant effect on the faecal egg count following natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection was found for one allele of the *MHC-DRB1* marker. This marker showed a distance of only 0.9 cM (MADDOX et al., 2001) to the *OlaDRBps* marker which did not show an effect on LogFEC. BUITKAMP et al. (1996) showed also an effect of a *DYMS1* allele on FEC following natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection which could not be confirmed in this study. However the study confirms that some markers within the major histocompatibility complex seem to be associated with parameters of parasite resistance which indicates the importance of the MHC for nematode resistance.

In conclusion in this study significant effects were found between *Haemonchus contortus* resistance and alleles of the *OlaDRBps* marker within a Merinoland sheep population. This information could probably be used for breeding for nematode resistance in Merinoland sheep if correlations with traits of economical value have been proven.

Acknowledgements

The authors thank the German Research Foundation (DFG-SFB 299) for financial support.

References

BISHOP, S.C.; STEAR, M.J.:

Inheritance of faecal egg counts during early lactation in Scottish Blackface ewes facing mixed, natural nematode infections. *Animal Science* **73** (2001), 389-395

- BUITKAMP, J.; FILMETHER, P.; STEAR, M.J.; EPPLEN, J.T.:
Class I and class II major histocompatibility complex alleles are associated with faecal egg counts following natural, predominately *Ostertagia circumcincta* infection. *Parasitological Research* **82** (1996), 693-696
- BOTSTEIN, D.; WHITE, R.L.; SKOLNICK, M.; DAVIS, R.W.:
Construction of a genetic linkage in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics* **32** (1980), 314-331
- BOUIX, J.; KRUPINSKI, J.; RZEPECKI, R.; NOWOSAD, B.; SKRZYŻALA, I.; ROBORZYNSKI, M.; FUDALEWICZ-NIEMCZYK, W.; SKALSKA, M.; MALCZEWSKI, A.; GRUNER, L.:
Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. *International Journal of Parasitology* **28** (1998), 1797-1804
- CRAWFORD, A.M.; DODDS, K.G.; EDE, A.J.; PIERSON, C.A.; MONTGOMERY, G.W.; GARMONSWAY, H.G.; BEATTIE, A.E.; DAVIES, K.; MADDOX, J.F.; KAPPES, S.W.; STONE, R.T.; NGUYEN, T.C.; PENTY, J.M.; LORD, E.A.; BROOM, J.E.; BUITKAMP, J.; SCHWAIGER, W.; EPPLEN, J.T.; MATTHEW, P.; MATTHEWS, M.E.; HULME, D.J.; BEH, K.J.; MCGRAW, R.A.; BEATTIE, C.W.:
An autosomal genetic linkage map of the sheep genome. *Genetics* **140** (1995), 703-721
- DE GORTARI, M.J.; FREKING, B.A.; CUTHBERTSON, R.P.; KEELE, J.W.; STONE, R.T.; LEYMASTER, K.A.; DODDS, K.G.; CRAWFORD, A.M.; BEATTIE, C.W.:
A second generation linkage map of the sheep genome. *Mammalian Genome* **9** (1998), 204-209
- GAULY, M.; ERHARDT, G.:
Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhoe sheep following natural infection. *Vet. Parasitol.* **102** (2001), 253-259
- GAULY, M.; PREISINGER, R.; BAUER, C.; ERHARDT, G.:
Genetic differences of *Ascaridia galli* egg output in laying hens following a single dose infection. *Vet. Parasitol.* **103** (2001), 99-107
- GAULY, M.; KRAUS, M.; VERVELDE, L.; VAN LEEUWEN, M.A.W.; ERHARDT, G.:
Estimating genetic differences in natural resistance in Rhön and Merinoland sheep following experimental *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.* **106** (2002), 55-67
- GRAY, G.D.:
The use of genetically resistant sheep to control nematode parasitism. *Vet. Parasitol.* **72** (1997), 345-366
- JANSEN, M.; WEIMANN C.; GAULY M.; ERHARDT, G.:
Associations between infections with *Haemonchus contortus* and genetic markers on ovine chromosome 20. *Proceedings of the 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (2002) Montpellier, France
- JANSEN, M.:
Genetische Untersuchungen zur Resistenz gegen *Haemonchus contortus* Infektionen beim Merinolandschaf und Rhönschaf. Dissertation, Giessen (2002), Shaker Verlag
- LUFFAU, G.; NGUYEN, T.C.; CULLEN, P.; KHANG, J.V.T.; BOUIX, J.; RICORDEAU, G.:
Genetic resistance to *Haemonchus contortus* in Romanov sheep. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics and Livestock Production* **12** (1986), 683-690
- MADDOX, J.F.; DAVIES, K.P.; CRAWFORD, A.M.; HULME, D.J.; VAIMAN, D.; CRIBIU, E.P.; FREKING, B.A.; BEH, K.J.; COCKETT, N.E.; KANG, N.; RIFFKIN, C.D.; DRINKWATER, R.; MOORE, S.S.; DODDS, K.G.; LUMSDEN, J.M.; VAN STIJN, T.C.; PHUA, S.H.; ADELSON, D.L.; BURKIN, H.R.; BROOM, J.E.; BUITKAMP, J.; CAMBRIDGE, L.; CUSHWA, W.T.; GERARD, E.; GALLOWAY, S.M.; HARRISON, B.; HAWKEN, R.J.; HIENDLEDER, S.; HENRY, H.M.; MEDRANO, J.F.; PATERSON, K.A.; SCHIBLER, L.; STONE, R.T.; VAN HEST, B.:
An enhanced linkage map of the sheep genome comprising more than 1000 loci. *Genome Res.* **11** (2001), 1275-89
- MONTGOMERY, G.W.; SISE, J.A.:
Extraction of DNA from sheep white blood cells. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **33** (1990), 437-441
- OUTTERIDGE, P.M.; ANDERSSON, L.; DOUCH, P.G.; GREEN, R.S.; GWAKISA, P.S.; HOHENHAUS, M.A.; MIKKO, S.:
The PCR Typing of MHC-DRB Genes in the Sheep Using Primers for an Intronic Microsatellite: Application to Nematode Parasite Resistance. *Immunology and Cell Biology* **74** (1996), 330-336
- PATERSON, S.; WILSON, K.; PEMBERTON, J.M.:
Major histocompatibility complex variation associated with juvenile survival and parasite resistance in a large unmanaged ungulate population. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* **98** (1998), 3714-3719
- SCHWAIGER, F.-W.; GOSTOMSKI, D.; STEAR, M.J.; DUNCAN, J.L.; MCKELLAR, Q.A.; BUITKAMP, J.:

An ovine major histocompatibility complex DRB1 allele is associated with low faecal egg counts following natural, predominately *Ostertagia circumcincta* infection. International Journal of Parasitology 25 (1995), 815-822

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J.:

Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. (1995), 3rd Edition, W. H. Freeman and Co, New York

Author's addresses

Dr. MARTINA JANßEN, PD Dr. HORST BRANDT, Prof. Dr. GEORG ERHARDT
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Ludwigstraße 21 B
D-35390 Gießen

Email: Georg.Erhardt@agrar.uni-giessen.de

Dr. CHRISTINA WEIMANN
Institut für Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere e.V.
Bernauer Allee 10
D-16321 Bernau bei Berlin, OT Schönow

Prof. Dr. Dr. MATTHIAS GAULY
Produktionssysteme für Nutztiere, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Universität Göttingen
Albrecht-Thaer-Weg 3
D-37075 Göttingen

Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine¹, ²Department of Sheep and Goat Breeding, Faculty of Animal Sciences, Warsaw Agricultural University and ³Witold Stefanski Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences

PAWEŁ GORSKI¹, ROMAN NIZNIKOWSKI², EWA STRZELEC², DOMINIK POPIELARCZYK², AGNIESZKA GAJEWSKA¹ and HALINA WEDRYCHOWICZ^{1,3}

Prevalence of protozoan and helminth internal parasite infections in goat and sheep flocks in Poland

Abstract

The aim of the study was to compare a prevalence of infections with protozoa, flukes, tapeworms and nematodes, parasitising gastrointestinal tract and lungs of the small ruminants from various regions of Poland. The study was carried out on 400 sheep and 180 goats. It was found that the prevalence of internal parasitic infections was higher in goats than in sheep. Goats showed ten times higher prevalence *Muellerius capillaris* (lungworm) infections than sheep. Female goats were more often infected with lungworms and males with the remaining species. The most prevalent gastrointestinal nematode was in both host species *Trichostrongylus* spp.

Key Words: sheep, goats, *Eimeria* sp., *Moniezia* sp., *Muellerius capillaries*, gastrointestinal nematodes

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Innenparasitenbefall von Schaf- und Ziegenherden in Polen**

Das Ziel der Untersuchungen war der Vergleich der Intensität des Befalls der kleinen Wiederkäuer von unterschiedlichen Magendarmkanal- und Lungenparasiten in verschiedenen Regionen Polens. In die Untersuchungen wurden 400 Schafe und 180 Ziegen einbezogen. Es ist festgestellt worden, dass der Innenparasitenbefall, insbesondere mit *Muellerius capillaris* (Lungenwurm) öfter bei Ziegen als bei Schafen vorkommt. Die weiblichen Ziegen waren öfter mit Lungenwürmern infiziert als die männlichen Tiere, bei denen wurden dagegen Nematoden des Verdauungskanals öfter beobachtet. Die bei beiden Tierarten am meisten vorkommenden Nematoden des Verdauungskanals waren *Trichostrongylus* spp.

Schlüsselwörter: Schafe, Ziegen, *Eimeria* sp., *Moniezia* sp., *Muellerius capillaris*, Nematoden des Verdauungskanals

Introduction

Goats and sheep have numerous gastrointestinal parasites, many of which are shared by both species. The most important include coccidia (protozoa), nematodes (roundworms), cestodes (tapeworms), and trematodes (flukes). Gastrointestinal nematodes of *Trichostrongylidae* family are perhaps the most important parasites of small ruminants world-wide, causing significant morbidity and loss of production.

Gastrointestinal nematode infections can be treated by anthelmintic chemotherapy; however, treatment is costly and drug resistance has evolved in all major parasite species (ROSS, 1997; ZAJAC and GIPSON, 2000; VEALE, 2002). Compared to sheep, which develop a strong natural immunity around 12 months of age, goats acquire a lower level of immunity to gastrointestinal parasites. This can result in goats having greater populations of adult parasites with high egg output. In experimental *T. circumcincta* infections MACALDOWIE et al. (2003) found that goats carried higher worm burdens than lambs and there were significant differences in the stages of development attained by the larval challenge that established in the two species. As for sheep, anthelmintics are required for the treatment of parasitism in goats. However, there is a significant difference. Their physiology means that the level of active

ingredient in their blood declines more rapidly after treatment than in sheep. This has the potential to reduce the effectiveness of treatment and because of that selection of drug resistant strains of parasites can be much quicker in goats than in sheep (BAUER, 2001; MORTENSEN et al., 2003). The drug resistant nematodes may be transferred from goats to sheep not only during grazing on the same pasture but also exported to other countries with goats infected with hypobiotic larvae. Many of nematode species belonging to *Trichostrongylidae* have the ability to undergo hypobiosis, an important mechanism to survive adverse weather conditions when nematode larvae within the host become metabolically inactive. The intercontinental transfer of resistant gastrointestinal nematodes was confirmed in angora goats imported to the Slovak Republic from New Zealand (VARADY et al., 1993).

Goat production are becoming more and more popular in Poland. Usually small flocks of goats are kept on sheep farm. Goat meat production has not been of much importance and goat milk, sold after pasteurization, is the leading goat product on the market. It is often connected with the exploitation of occasional pastures and purchase of feed. Bigger milking herds are kept in more intensified conditions with the usage of farm-produced fodder and grain (NIZNIKOWSKI et al., 1998).

The principal aim of this work was to investigate prevalence of internal parasites of goats and sheep in Poland and to identify species diversity of helminthes in various breeds of goats.

Materials and methods

Animals

The study was carried out in on 400 sheep and 180 adult goats of four breeds from various regions of the country. Faecal samples were collected from the rectum of animals at the beginning of 2002 and 2003 grazing seasons.

Parasitological procedures

Prevalence of gastrointestinal parasites was estimated using flotation in saturated NaCl and sedimentation methods. In order to assess species of gastrointestinal nematodes, infective (L3) larvae were cultured using samples of faeces from individual animals. Faecal samples weighing between 2 and 5 g from each goat or sheep in the study were prepared into a faecal culture for third stage larvae development (CHRISTIE and JACKSON, 1982). After 7 days of incubation larvae from faecal cultures were harvested and identified to genera or species using light microscope.

Baerman's technique was used for detection of lungworm infection.

Results

As many as 80,6% of examined goats were infected with at least one genus/species of parasite. The prevalence of parasitic infections was higher in goats than in sheep reared in the same regions and conditions (differences ranged from 4,8 in Kraków district to 37,9 in Olsztyn (Fig. 1). Liver fluke (*F. hepatica*) eggs were found only in sheep (with prevalence 10.9 %) also tapeworm infections were more frequent in sheep as well as gastrointestinal nematode invasions (Fig. 2). Goats showed higher than sheep prevalence of *Eimeria* spp. and *Muellerius capillaris* (lungworm) infections. With the latter, goats were 15 times more frequently infected than sheep. Female goats

seem to be more susceptible to infections with lungworms and males with the rest of genus/species (Fig. 3). Also, male sheep were more often infected than females (Fig.4). The most prevalent gastrointestinal nematode was in both species of hosts *Trichostrongylus sp.* (Fig. 5). The prevalence of various parasites was different in particular breeds of goats (Table 1) and differed from the prevalence of infections in sheep (Table 2). The most susceptible to parasitic infections seem to be White Improved Goats (100% of infected) and the least susceptible – Alpen Goats (prevalence of 58,8%). The highest diversity of parasites was found in Fawn Improved Goats (ten genus/species of parasites) and the lowest in Alpen Goats (only four genus/species).

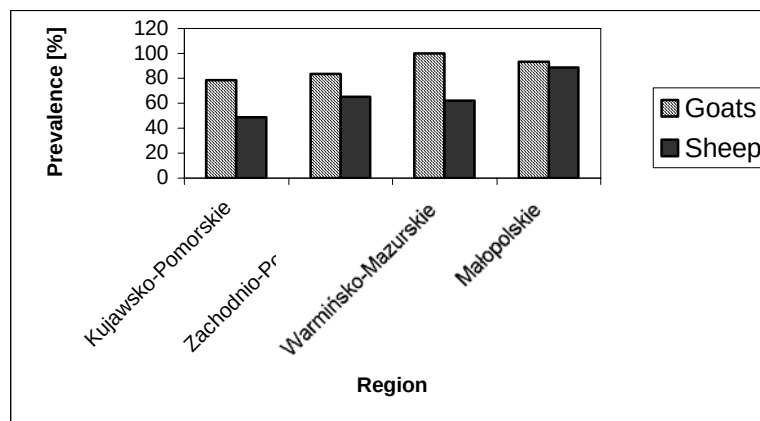


Fig. 1: Prevalence of internal parasite infections in goats and sheep in different parts of Poland (Innenparasiteninfektionen bei Schafen und Ziegen in verschiedenen Regionen in Polen)

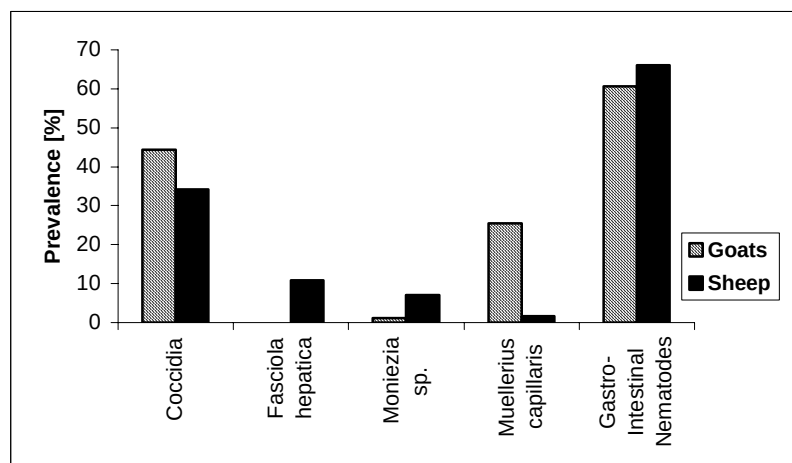


Fig. 2: Prevalence of protozoa (*Eimeria sp.*) trematode, tapeworm and nematode infections in goats and sheep in Poland (Infektionen von *Eimeria sp.*, *Moniezia sp.*, *Muellerius capillaris* in Polen)

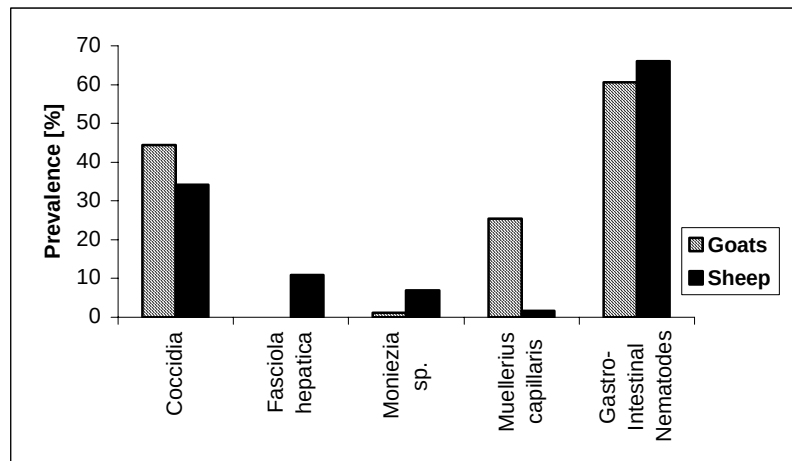


Fig. 3: Prevalence of protozoa (*Eimeria* sp.) trematode, tapeworm and nematode infections in goats and sheep in Poland (Infektionen von Trematoden (*Eimeria* sp.) Bandwurm und Nematoden bei Ziegen und Schafen in Polen)

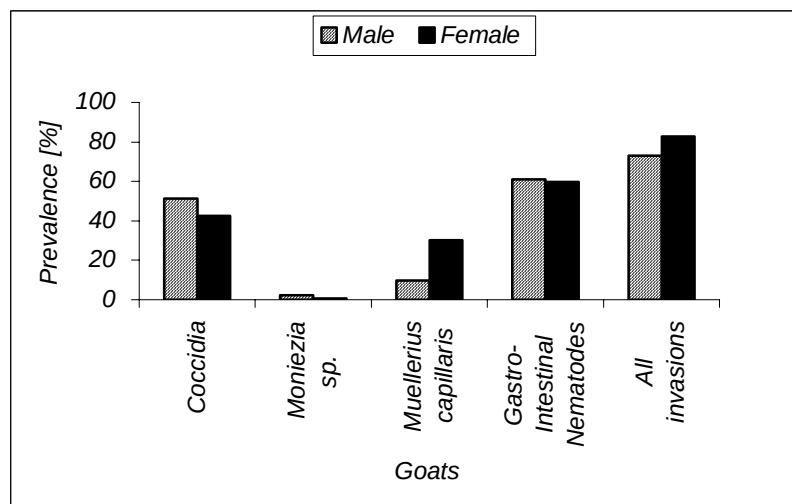


Fig. 4: Extensiveness of parasitic infections in males and females of goats (Parasitenbefall bei männlichen und weiblichen Ziegen)



Fig. 5: Extensiveness of parasitic infections in males and females of sheep (Parasitenbefall bei männlichen und weiblichen Schafen)

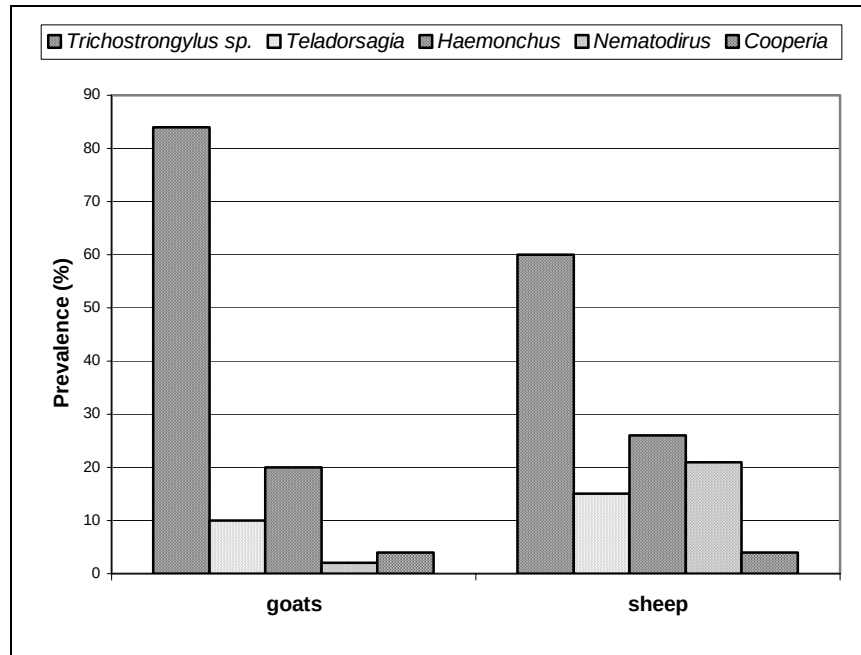


Fig. 6: Extensiveness of major species of *Trichostrongylidae* infections in goats and sheep (Am meisten vorkommende Arten von *Trichostrongylidae* bei Ziegen und Schafen)

Table 1

Prevalence of internal parasites in different breeds of adult goats (% of infected) (Innenparasitenbefall bei verschiedenen Ziegenrassen, % der infizierten erwachsenen Tiere)

Parasite	Breed of goats (no. of investigated animals)			
	Alpen (48)	Saanen (49)	White improved (38)	Fawn improved (45)
<i>Eimeria sp.</i>	37.5	51	47.3	42.2
<i>Moniezia sp.</i>	0	0	2.6	2.2
<i>Muellerius capillaris</i>	4.2	18.4	44.7	42.2
<i>Strongyloides papillosus</i>	2	2.1	0	6.7
<i>Trichostrongylus spp.</i>	16.6	12	80	50
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	0	0	10	10
<i>Haemonchus contortus</i>	0	12	10	10
<i>Cooperia spp</i>	0	0	0	3.5
<i>Nematodirus spp</i>	0	3	0	3.5
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	0	0	2.6	2.2

Discussion

The results of the present study supports the opinion that goats acquire a lower level of immunity to gastrointestinal parasites than sheep and that parasitic infections are in Poland more prevalent in goats than in sheep.

Forty four percent of goats and 34% of sheep were infected with *Eimeria sp.* (coccidia). *Eimeria* infections can result in serious clinical signs of fluid diarrhea, which may or may not contain mucous or blood, dehydration, emaciation, weakness, loss of appetite, and death. Some goats may instead be constipated and suddenly die without diarrhea.

One of the most prevalent infection in goats in some part of Poland seems to be *M. capillaris*. The development of *M. capillaris* in the lung of goats is associated with marked tissue damage and pronounced cellular reaction (BERRAG et al., 1997). Infections due to *Muellerius* tend to be cumulative over time, i.e. older goats are more likely to exhibit clinical signs of coughing and ill-thrift due to heavy infestations than are young goats. *Muellerius* infection is more likely to be pathogenic in goats than in sheep. Normal treatment with anthelmintics may fail to clear infections, although repeat dosing and/or increasing the dose rate may clear some mild to moderate infections. Out of Trichostrongylidae family the highest prevalency of infections showed nematodes of genus *Trichostrongylus*. Most of the species of the genus

Table 2

Prevalence of internal parasites in adult sheep, % of infected (Innenparasitenbefall bei Schafen, % der infizierten erwachsenen Tiere)

Parasite	% of infected sheep
<i>Eimeria</i> sp.	34.1
<i>Fasciola hepatica</i>	10.9
<i>Moniezia</i> sp.	7.0
<i>Muellerius capillaris</i>	1.7
<i>Strongyloides papillosus</i>	5.4
<i>Bunostomum</i> spp.	0.5
<i>Chabertia ovina</i>	3.7
<i>Oesophagostomum</i> spp.	0.1
<i>Trichostrongylus</i> spp.	21.5
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	7.2
<i>Haemonchus contortus</i>	9.7
<i>Cooperia</i> spp.	1.8
<i>Nematodirus</i> spp.	9.1

Trichostrongylus actually live in the small intestine. Only one *T. axei* lives in the abomasum. The larvae travel to the wall of the abomasum or the small intestine where they go through a molt. They then leave the wall to live freely in the lumen of the intestine or stomach. There they develop into adults and are laying eggs within 21 days after infection. These parasitic worms primarily cause problems in young animals. Adults can carry heavy infections but show little evidence. The intestinal species cause more problems than *T. axei* which lives in the abomasum. The presence of the intestinal species cause diarrhea, weight loss and loss of appetite. The worms suck blood from the lining of the intestines which causes irritation and swelling of the intestinal membrane. The damaged mucosa results in malabsorption, impaired digestion and protein loss. Heavy infestations may prove to be fatal to the young animal. The second most prevalent trichostrongylid nematode both in sheep and goats was a blood sucking nematode, *Haemonchus contortus*.

Severe infestations can cause death of the animal within a week of heavy infection without showing any clinical signs. Animals with chronic infections show anemia and weight loss. The worms tend to infect mostly young animals, however, older animals can develop heavy infections especially during lactation which may prove fatal. In the late stages of infections, the animal develops a swelling beneath the lower jaw, called bottle jaw.

Prevention, rather than cure, is the philosophy used in developing control programs against gastrointestinal nematodes. It should be assumed that worms cannot be eradicated from the environment and livestock will continually be reinfected. However, infections can be limited to the extent that they will not cause substantial economic loss to the producer. A combination of treatment and management is usually necessary to achieve control. Anthelmintics should be used at a time when most of the total worm population is within the hosts and not on the pasture, such as when animals are moved from a contaminated pasture to a parasite-free or nearly free pasture. Pastures become parasite-free when they have been tilled or given prolonged rest at a suitable time of year or were grazed by animals which are not satisfactory hosts for the target parasite species.

References

- BAUER, C.:
Multispecific resistance of trichostrongyles to benzimidazoles in a goat herd in Germany. Dtsch Tierärztl Wochenschr., **108** (2001), 49-50
- BERRAG, B.; RHALEM, A.; SAHIBI, H.; DORCHIES, P.; CABARET, J.:
Bronchoalveolar cellular responses of goats following infections with *Muellerius capillaris* (*Protostrongylidae*, Nematoda). Veterinary Immunology and Immunopathology, **58** (1997), 77-88
- CHRISTIE, M.; JACKSON, F.:
Specific identification of strongyle eggs in small samples of sheep faeces. Reserarch in Veterinary Science, **32** (1982), 113-117
- MACALDOWIE, C.; JACKSON, F.; HUNTLEY, J.; MACKELLAR, A.; JACKSON, E.:
A comparison of larval development and mucosal mast cell responses in worm-naïve goat yearlings, kids and lambs undergoing primary and secondary challenge with *Teladorsagia circumcincta*. Veterinary Parasitology, **114** (2003), 1-13
- MORTENSEN, L.L.; WILLIAMSON, L.H.; TERRILL, T.H.; KIRCHER, R.A.; LARSEN, M.; KAPLAN, R.M.:
Evaluation of prevalence and clinical implications of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in goats. Journal of American Veterinary Medical Association, **223** (2003), 495-506
- NIZNIKOWSKI, R.; MARTYNIUK, E.; KUZNICKA, E.:
Country report on sheep and goat husbandry in Poland. In: SÁNDOR KUKOVICS (Ed), Proceedings of the workshop 'Sheep and Goat Production in Central and Eastern European Countries' held in Budapest, Hungary, December 1997, FAO, (1998)
- ROOS, M.H.:
The role of drugs in the control of parasitic nematode infections: must we do without? Parasitology, **114** (1997), 137-144
- VARADY, M.; PRASLICKA, J.; CORBA, J.; VESELY, L.:
Anthelmintic resistance in imported sheep. Veterinary Record, **132** (1993), 387-388
- VEALE, P.I.:
Resistance to macrocyclic lactones in nematodes of goats. Australian Veterinary Journal, **80** (2002), 303-304
- ZAJAC, A.M.; GIPSON, T.A.:
Multiple anthelmintic resistance in a goat herd. Veterinary Parasitology, **87** (2000), 163-172

Authors' addresses

Dr. PAWEŁ GORSKI, Dr. AGNIESZKA GAJEWSKA
Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw Agricultural University,
Ciszewskiego 8, PL-02-786 Warszawa, Poland

Prof. Dr. habil. HALINA WEDRYCHOWICZ
Witold Stefański Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55,
PL-00-818 Warszawa, Poland

Prof. Dr. habil. ROMAN NIZNIKOWSKI, M.Sc. EWA STRZELEC,
M.Sc. DOMINIK POPIELARCZYK
Department of Sheep and Goat Breeding, Faculty of Animal Sciences, Warsaw Agricultural
University, Ciszewskiego 8, PL-02-786 Warszawa, Poland

PAWEŁ GORSKI¹, ROMAN NIZNIKOWSKI², DOMINIK POPIELARCZYK²,
EWA STRZELEC², AGNIESZKA GAJEWSKA¹ and HALINA WEDRYCHOWICZ^{1,3}

Natural parasitic infections in various breeds of sheep in Poland

Abstract

The study was carried out on nine breeds of sheep naturally infected with internal parasites. The aim of the study was to estimate a prevalence of infections with protozoa, flukes, tapeworms and nematodes, parasitising gastrointestinal tract and lungs of sheep. It was found that the prevalence of *Eimeria* sp. infections ranged from 4,6% to 60%, the lower being in Polish Merino and the highest in Żelazniańska Sheep. The liver fluke eggs were detected only in Polish Mountain Sheep. Tapeworms infections (*Moniezia* sp.) occurred in five breeds with prevalence from 2% (Polish Corriedale) to 18,6% (Polish Mountain). Lungworm infections (*Muellerius capillaris*) were found in Kamieniecka, Pomorska and Mountain Sheep with the prevalence from 2.5% (Kamieniecka) to 12.5% (Pomorska). The highest number of gastrointestinal nematode genus/species (nine) was found in Wrzosówka and the lowest (two) in Świniarka Sheep. *Trichostrongylus* spp. showed the highest prevalence (10%-35%) in seven breeds, *Haemonchus contortus* in Pomorska Sheep (25%) and *Nematodirus* spp in Świniarka Sheep (38.1%).

Key Words: sheep breeds, *Eimeria* sp., *Moniezia* sp., *Muellerius capillaries*, gastrointestinal nematodes

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Natürlicher Parasitenbefall bei verschiedenen Schafrassen in Polen**

Es wurde der Parasitenbefall bei neun Schafrassen untersucht. Das Ziel der Arbeit war die Feststellung der Befallintensivität von Protozoen, Trematoden, Bandwürmern und Nematoden in den Lungen und dem Verdauungskanal der Tiere. Es ist festgestellt worden, dass die Intensität des Protozoenbefalls aus der Art *Eimeria* von 4,6% (Polnisches Merino) bis 60% (Żelazna Schaf) beträgt. Der Befall von Bandwürmern der Art *Moniesia* wurde bei fünf Schafrassen festgestellt, 2% bei Corriedaleschafen und bis 18,6% bei Bergschafen. Die Trematoden (*Muellerius capillaris*) wurden bei der Kamieniec-, Pommern- und bei Bergschafen beobachtet. Die Intensivität reichte von 2,5% bei der Kamieniec- bis zu 12,5% bei den Pommernschafen. Die höchste Artenvielfalt sowie Gattungen von Magen-Darm-Würmern (neun) wurde bei den Heideschnucken und die niedrigste (nur zwei) bei den Świniarkaschafen festgestellt. Bei sieben Schafrassen konnte der höchste Befall von Nematoden aus der Art *Trichostrongylus* (10-35%) diagnostiziert werden. Bei Świniarka wurde die höchste Anzahl der Nematoden aus der Art *Nematodirus* (38,1%) festgestellt.

Schlüsselwörter: Schafrassen, *Eimeria* sp., *Moniezia* sp., *Muellerius capillaris*, Magen-Darm-Würmer

Introduction

Gastrointestinal parasites cause major economic losses in sheep production throughout the world. The cost of decreased reproductive efficiency, decreased meat and wool production, make high parasite loads a real problem. Moreover, during warm, wet weather parasite transmission is high and animals are rapidly reinfected with large numbers of parasites when overgrazing, crowded pens or traps, fecal contaminated feed occurs. The most important of the gastrointestinal parasites include coccidia and roundworms. The incidence of coccidiosis has become an increasingly important problem with the intensification of sheep production systems in recent years (GREGORY and CATCHIPOLE, 1990).

Gastrointestinal nematode infections can be treated by anthelmintic chemotherapy; however, treatment is costly and drug resistance has evolved in all major parasite species (ROOS, 1997). In Poland Benzimidazol – fenbendazol resistance in sheep

gastro-intestinal nematodes was demonstrated. Using the faecal egg count depression test it was found, that the efficacy of treatment was as low as 36.5 to 25.9 per cents (BALICKA-RAMISZ et al., 1999)

Because of increasing drug resistance among parasites and a growing concerns of pesticide residues in food and the environment, it is becoming very important to develop adjuncts to current control procedures. One of the ideas is to identify the genetic basis for naturally occurring resistance of some breeds of sheep against parasitic infections. Evidence of genetic variation in sheep and goats for resistance to or tolerance of gastro-intestinal nematodes was first documented 40-50 years ago and this subject has been comprehensively reviewed by GRAY et al. (1995). The best documented examples of sheep breeds showing resistance to endoparasites are the Red Maasai sheep in East Africa and the Djallonké sheep in West Africa (BAKER, 1995). There have been suggestions that also in Poland some breed of sheep are more resistant to parasitic infections than other. BOUIX et al. (1998) described resistance of Polish longwool sheep to infection with gastrointestinal nematodes and NOWOSAD et al. (2003) found genetic differences in natural resistance to gastrointestinal nematodes in Polish long-wool, Blackface and Weisses Alpenschaf sheep. However, the susceptibility of various breeds of Polish sheep to infection with intestinal protozoa, flukes and tapeworms have not been evaluated so far.

The aim of this study was to compare the susceptibility to infections with internal parasites of eight Polish breeds of sheep.

Table

Experimental animals (Beschreibung des Tiermaterials)

Breed name (abbreviation)	Breed characteristics	No. of sheep sampled
Polish Mountain Sheep (PMS)	Composite of Carpathian Zackel of 14th century, Romanian Zackel and East Friesian They are multiple purpose sheep, small, late maturing, with mixed wool	44
Polish Mountain Colored Sheep (PMC)	As above	43
Świniarka Sheep (SW)	This breed derives from the primitive sheep formerly maintained in the whole Central Europe. a primitive breed, characterised by low growth rate and weak musculature as well as late maturing	21
Wrzosówka Sheep = Polish Heath Sheep (WR)	The primitive, small fur breed of north short-tailed sheep groups. Sheep of this breed are very well adapted to the difficult environmental conditions, resistant to diseases, unseasonal.	80
Kamieniecka sheep (KAM)	Continental longwool group - Marsh sheep;	40
Pomorska Sheep (POM)	Continental longwool group - Marsh sheep;	16
Żelazna sheep=Polish Lowland Sheep" (ZEL)	Developed from Polish Merino crossed with Leicester Longwool and Łowicz.	65
Polish Corriedale (COR)	Composite of Polish Merino and Lincoln Longwool (United Kingdom)	49
Polish Merino (PM)	Imports from Merino, Electoral Merino (Spain, Germany), Rambouillet, Merino Précoce, (France, Germany) Main use: (1) wool, (2) meat; long breeding season	43

Material and Methods

Animals

The study was carried out on Four hundreds of adult sheep (males and females) of eight breeds (Table). Sheep were kept (and feed) in conventional, local conditions.

Parasitological procedures

Gastrointestinal parasites prevalence was estimated using saturated NaCl flotation and sedimentation methods. In order to assess species of gastrointestinal nematodes, infective (L3) larvae were cultured using samples of faeces from individual sheep collected from spring 2002 to autumn 2004. Baerman's technique was used for detection of lungworm infection.

Results

Parasites were detected in 73.1% out of 400 examined sheep. Gastrointestinal nematode infections were most frequent (66.1% of prevalence). A mean prevalence of *Eimeria* spp. Reached 34.1%, the prevalence of *Fasciola hepatica* infections was 10.9% (found only in Polish Mountain Sheep), tapeworms (*Moniezia* sp.) about 7.0%, and lungworms (*Muellerius capillaris*) only 1.7%. In total, the highest prevalence of parasitic infections were observed in three breeds: Polish Mountain Colored Sheep, Zelazna Sheep and Swiniarka (100%, 89.2% and 81% respectively).

Prevalence of *Eimeria* spp. infections (Fig. 1) ranged from 4.6% to 60% (Polish Merino and Zelazna Sheep respectively). Tapeworms (*Moniezia* spp.) were found in five breeds with prevalence from 2% (Polish Corriedale) to 18.6% (Polish Mountain Sheep). *Muellerius capillaris* (lungworm) infections were found only in Polish Mountain Colored Sheep, Polish Mountain Sheep and Kamieniec Sheep (with prevalence 12.5%, 4.6%, 4.5% and 2.5% respectively). The highest number of gastrointestinal nematode genus/species (nine) was found in Wrzosówka and the lowest (only two; *Trichostrongylus* spp. and *Nematodirus* spp.) in Swiniarka Sheep. *Bunostomum* spp. and *Oesophagostomum* spp. were found only in Wrzosowka Sheep (prevalence 5% and 1.2% respectively). *Chabertia* spp. Infection was observed in three breeds: Pomeranian Sheep, Kamieniec Sheep and Wrzosowka (prevalence: 18.7%, 10% and 3.7% respectively). *Strongyloides* spp. were found in seven breeds (except Polish Corriedale and Swiniarka Sheep), with prevalence ranging from 1.5% to 15.9% (Zelazna Sheep and Polish Mountain Sheep respectively). All breeds of sheep were infected with nematodes from family *Trichostrongylidae* with prevalence from 35% (Wrzosowka) to 76.2% Swiniarka Sheep). Larvae from five genus of *Trichostrongylidae* (*Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Teladorsagia*, *Haemonchus* and *Cooperia*) have been found (Fig. 2). *Trichostrongylus* spp. showed the highest prevalence (10 – 35%) in seven breeds, *H. contortus* in Pomorska Sheep and *Nematodirus* spp. in Swiniarka Sheep. In majority of nematode positive sheep number of eggs pre gram of faeces (epg) of gastrointestinal nematodes were found in faeces of examined sheep (84.35). The numerous and very numerous eggs were found in 3.6% (Polish Corriedale) to 31.2% (Swiniarka Sheep) of animals (Fig. 3).

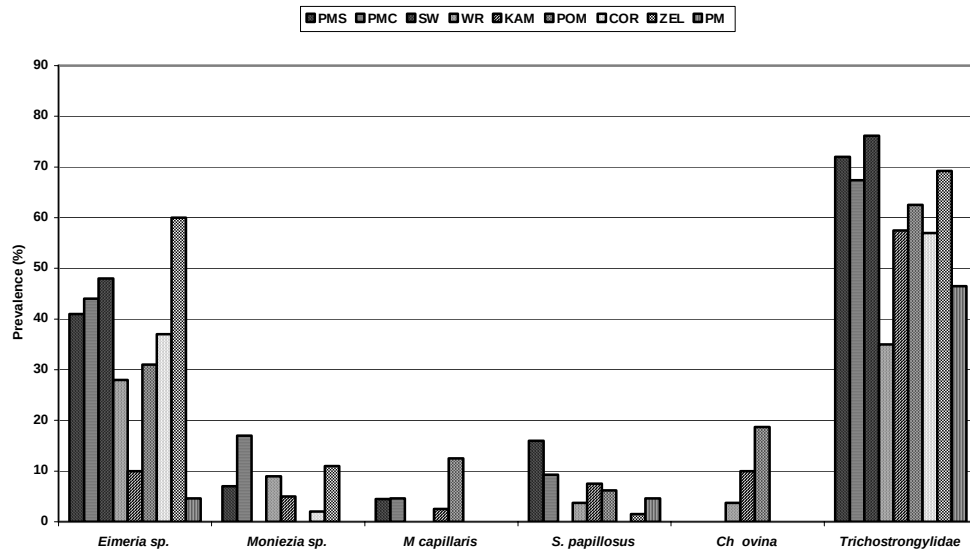


Fig. 1: Prevalence of internal parasite infections in different breeds of sheep in Poland (Innenparasiteninfektionen bei verschiedenen Schafrassen in Polen)

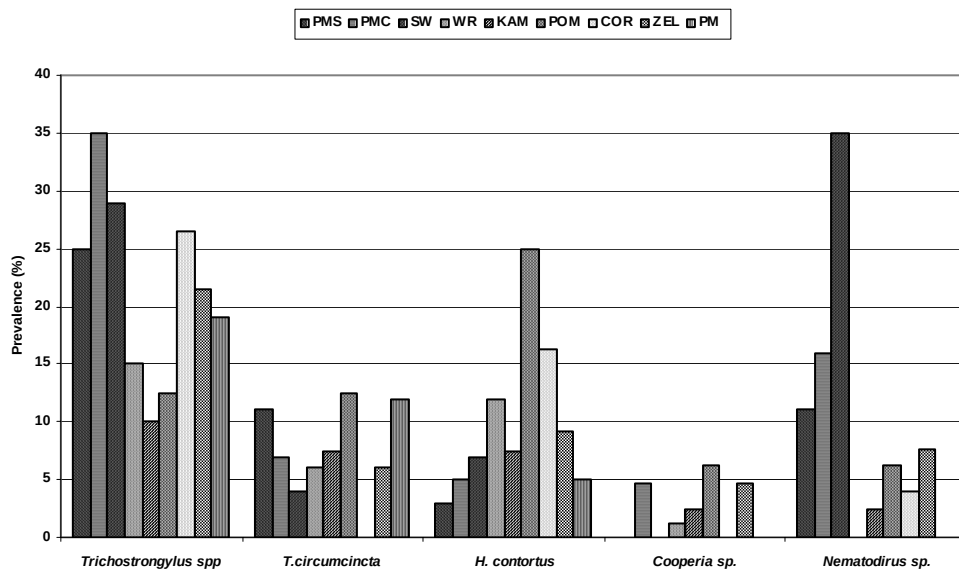


Fig. 2: Prevalence of various species of *Trichostrongylidae* in different breeds of sheep in Poland (Infektionen unterschiedlichen Gattungen *Trichostrongylidae* bei verschiedenen Schafrassen in Polen)

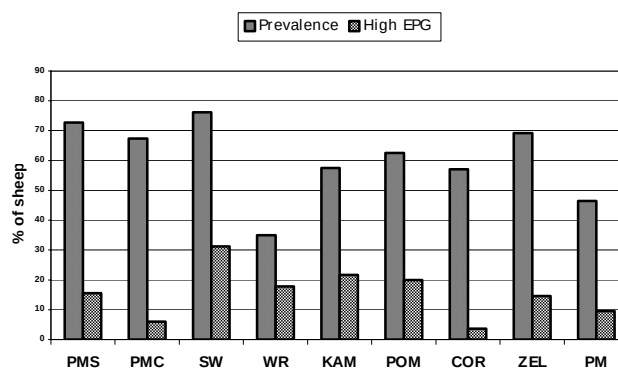


Fig. 3: Percentage of sheep excreting high numbers of eggs of trichostrongylid nematodes (Anteil der Schafe, die im Kot die größte Eieranzahl von *Trichostrongylidae* ausscheiden)

Discussion

Previous reports on parasitic infections in sheep in Poland were focused on gastrointestinal nematodes of Wrzosówka sheep (MOSKWA et al., 1998, 2002; CHARON et al., 1999,) and *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus spp.* have been reported as the most prevalent species. In the present study, *Trichostrongylus spp.* infections were most prevalent in all but two (Świniarka and Pomorska) breeds. In Świniarka sheep most prevalent nematode was *Nematodirus sp.* and in Pomorska Sheep – *H. contortus*. Infection with *H. contortus* was the second most prevalent in Wrzosówka and Corriedale. Several research studies have already established the importance of host genotype on resistance of hosts to parasite infection (STEAR et al., 1995). COLTMAN et al. (2001) showed that a microsatellite polymorphism in the gamma interferon gene is associated with resistance to gastrointestinal nematodes in a naturally-parasitized population of Soay sheep (*Ovis aries*) on the island of Hirta, St Kilda, Scotland, naturally parasitized by gastrointestinal nematodes, predominantly *Teladorsagia circumcincta*. In Poland, NOWOSAD et al. (2003) found highly significant breed effect on number of excreted gastrointestinal nematode eggs between Polish Longwool (PL) and Blacface Sheep (BL). PL ewes excreted three times fewer eggs than Blacface Sheep. In our study the highest number of eggs of *Trichostrongylidae* nematodes excreted sheep of Swiniarka, Kamieniecka and Pomorska breed and the lowest Polish Corriedale. Swiniarka Sheep showed also very high prevalence of *Nematodirus sp.* infections. The eggs of these nematodes are very resistant to drying and low temperatures, and may survive many months on the pasture. The sheep are infected when they ingest the developing eggs or the large infectious larvae that have crawled up onto grass. Infection is primarily in very young animals, but older animals may also be affected. Because the eggs only hatch in wet conditions, outbreaks usually occur after a rainfall. The infected animal has a sudden onset of diarrhea, dehydration, and general unthriftiness. The eggs are easy to identify, however the animal may show signs of the disease before the female worm has started laying eggs. In addition, the worm lays few eggs, so even with a heavy infestation few eggs may be seen on the preparation. In summary, further studies of the between breeds variation in susceptibility to parasitic infection are necessary because such variations may be of fundamental importance in epidemiology and the management of the various breeds of sheep.

References

- BAKER, R.L.:
Genetics of disease resistance in small ruminants in Africa. In: GRAY G.D., WOOLASTO R.R. and EATON B.T. 'Breeding for Resistance to Infectious Diseases of Small Ruminants'. ACIAR Monograph Series **34**. ACIAR (Australian Centre for the International Agricultural Research): Canberra, Australia. (1995), 119-138
- BALICKA-RAMISZ, A.K.; RAMISZ, A.Z.:
Benzimidazol resistance in nematode parasites in domesticated animals in north-west part of Poland. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry, **2**, (1999), issue 2
- BEH, K.J.; MADDOX, J.F.:
Prospects for development of genetic markers for resistance to gastrointestinal parasite infection in sheep. *International Journal for Parasitology* **26**, (1996), 879- 897
- BOUIX, J.; KRUPIŃSKI, J.; RZEPECKI, R.; NOWOSAD, B.; SKRZYŻAŁA, I.; ROBORZYŃSKI, M.; FUDALEWICZ-NIEMCZYK, W.; SKALSKA, M.; MALCZEWSKI, A.; GRUNER, L.:

- Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. *International Journal for Parasitology*, **28** (1998), 1797-804
- CHARON, K.M.; MOSKWA, B.; CABA, J.W.; RUTKOWSKI, R.:
The influence of gastro-intestinal nematode infection on productivity results in sheep. *Medycyna Weterynaryjna*, **55** (1999), 531 – 534
- COLTMAN, D.W.; WILSON, K.; PILKINGTON, J.G.; STEAR, M.J.; PEMBERTON, J.M.A.:
Microsatellite polymorphism in the gamma interferon gene is associated with resistance to gastrointestinal nematodes in a naturally-parasitized population of Soay sheep. *Parasitology* **122** (2001), 571-582
- GRAY, G.D.; WOOLASTON, R.R.; EATON, B.T.:
Breeding for Resistance to Infectious Disease of Small Ruminants. ACIAR Monograph Series 34. ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research), Canberra, Australia, (1995), 322 p
- GREGORY, M.W.; CATCHIPOLE, J.:
Ovine coccidiosis: the pathology of *Eimeria crandallis* infection. *International Journal of Parasitology* **20** (1990), 849–860
- MOSKWA, B.; DOLIGALSKA, M.; CABA, J.W.:
The repeatability of haematological and parasitological parameters in Polish Wrzosówka hoggest naturally infected with trichostrongylid nematodes. *Acta Parasitologica* **43** (1998), 148 – 153
- MOSKWA, B.; CABA, J. W.; DOLIGALSKA, M.:
Haematological measurements and immune response in natural trichostrongylid infection of Polish Wrzosówka sheep selected for consistently low or high egg output. *Helminthologia* **39** (2002), 19 - 16
- NOWOSAD, B.; GRUNER, L.; SKALSKA, M.; FUDALEWICZ-NIEMCZYK, W.; MOLEND, K.; KORNAS, S.:
Genetic difference in natural resistance to gastrointestinal nematodes in Polish long-wool, Blackface and Weisses Alpenschaf sheep. *Acta Parasitologica*, **48**, (2003), 131-134
- ROOS, M.H.:
The role of drugs in the control of parasitic nematode infections: must we do without? *Parasitology* **114** (1997), S137-S144
- STEAR, M.J.; BAIRDEN, K.; DUNCAN, J.L.; GETTINBY, G.; McKELLAR, Q.A.; MURRAY, M.; WALLACE, D.S.:
The distribution of faecal nematode egg counts in Scottish Blackface lambs following natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection. *Parasitology*, **110** (1995), 573-581

Authors' addresses

Dr. PAWEŁ GORSKI, Dr. AGNIESZKA GAJEWSKA
Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw Agricultural University,
Ciszewskiego 8, PL-02-786 Warszawa, Poland

Prof. Dr. habil. HALINA WEDRYCHOWICZ
Witold Stefański Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55,
PL-00-818 Warszawa, Poland and Department of Parasitology, Faculty of Veterinary
Medicine, Warsaw Agricultural University, Ciszewskiego 8, PL-02-786 Warszawa, Poland

Prof. Dr. habil. ROMAN NIZNIKOWSKI, M.Sc. EWA STRZELEC,
M.Sc. DOMINIK POPIELARCZYK
Department of Sheep and Goat Breeding, Faculty of Animal Sciences,
Warsaw Agricultural University, Ciszewskiego 8, PL-02-786 Warszawa, Poland

MARKUS SCHNEEBERGER, CHRISTIAN HAGGER, HAJA N. KADARMIDEEN,
HANS LEUENBERGER, MASSOUD MALEK, MARTIN R.L. SCHEEDER,
AGNIESZKA WENGI and GERALD STRANZINGER

Genetics of production traits and appearance in multi-way crossbred Swiss sheep population: preliminary results

Abstract

Genes influencing carcass quality, e.g. the Callipyge locus, are known to be located on sheep chromosome 18. Goals of this experiment were to assess the potential of the Dorper (D) as a terminal sire breed and to investigate possible relationships of carcass characteristics and other phenotypic traits with DNA markers on chromosome 18. Fifty three ewes, crossbreds of 3 Swiss sheep breeds, mated to 4 D and 3 White Alpine (W) rams, gave birth to 84 lambs in fall 2002, 22 remaining ewes to additional 33 lambs in fall 2003. A total of 108 lambs was visually appraised for conformation and wool traits at the average age of 56 days. Differences in colour patterns were observed between D and W progeny. Data on growth (80 lambs weighted weekly) and carcass traits (77 lambs slaughtered at an average live weight of 41 kg) were analysed by a statistical model that included either breed of sire or presence vs. absence of single allele as fixed effects. No significant effects were found for weights and growth traits. Significant differences ($p < 0.01$) between D and W progeny, and between presence and absence of allele 122 of marker CSSM18 (not present in W rams), however, were observed for some carcass traits. D progeny were superior to W progeny for carcass yield by 3 percent and by 0.63 conformation classes in carcass score, resulting in a 9.6% increased return per lamb. The intramuscular fat content, analysed on 60 meat samples, was 1.9% and 2.3% for D and W progeny, respectively. Results pointing in the same direction in the same traits were found for lambs carrying allele 122 of marker CSSM18 compared to lambs not carrying the allele.

Key Words: crossbred sheep, Dorper, carcass quality, microsatellite markers, chromosome 18

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Genetik von Merkmalen der Produktion und der äusseren Erscheinung in einer Kreuzungsschafherde: Erste Ergebnisse

Gene, welche die Schlachtkörperqualität beeinflussen (z.B. Callipyge) liegen auf Schafchromosom 18. Ziel des Experiments war, die Eignung der Dorper-Rasse als Terminal Sire-Rasse und mögliche Zusammenhänge zwischen Schlachtkörper- und anderen phänotypischen Merkmalen und DNA-Markern auf Chromosom 18 abzuklären. 53 Auen (Kreuzungen zwischen drei Schweizer Schafrassen) wurden mit 4 Dorper (D) und 3 Widdern des Weissen Alpenschafs (W) gepaart. Im Herbst 2002 wurden 84, im Herbst 2003 von verbleibenden 22 Auen zusätzliche 33 Lämmer geboren. 108 Lämmer wurden subjektiv für Merkmale der äusseren Erscheinung und der Wolle beurteilt, wobei Unterschiede in der Fellfarbe bei D- und W-Nachkommen beobachtet wurden. Daten des Wachstums (von 80 wöchentlich gewogenen Lämmern) und der Schlachtkörperqualität (77 Lämmer mit einem mittleren Lebendgewicht von 41 kg) wurden mit einem statistischen Modell analysiert, das entweder den fixen Effekt der Vater-Rasse oder die Anwesenheit eines bestimmten Markerallels einschloss. Für die Merkmale des Wachstums ergaben sich keine signifikanten Effekte. Für einige Schlachtkörpermerkmale dagegen wurden signifikante ($p < 0.01$) Unterschiede zwischen D- und W-Nachkommen und Trägern und Nichtträgern von Allel 122 des Markers CSSM18 gefunden: D-Nachkommen wiesen eine um 3 Prozentpunkte bessere Schlachtausbeute und ein um 0.63 Klassen bessere Schlachtkörperbeurteilung auf, was sich in einem um 9.6% besseren Verkaufserlös je Lamm niederschlug. Die Resultate für Träger des Allels 122 des Markers CSSM18 wiesen in dieselbe Richtung.

Schlüsselwörter: Kreuzungsschafe, Dorper, Schlachtkörperqualität, Mikrosatellitenmarker, Chromosom 18

Introduction

The main goal of commercial sheep keeping in Switzerland is the production of slaughter lambs. Low producer prices for wool do not even cover shearing costs, though wool of most Swiss sheep breeds is of acceptable quality. Thus, it would be

desirable to combine good meat producing ability with low cost for shearing. Sheep of the Dorper breed, developed in South Africa from Dorset and Persian Blackhead sheep (MILNE, 2000), are described to produce lambs with good carcass characteristics and to either shed the wool themselves or carry a hairy coat (CLOETE et al., 2000).

Loci influencing muscling of lambs have been described to be located on sheep chromosome 18. The Callipyge locus (COCKETT et al., 1996), causing muscle hypertrophy in the hind quarter, was first observed in an American flock of Dorset sheep, and the Carwell locus, affecting muscularity and carcass composition to a lesser degree, in an Australian Poll Dorset flock (BANKS, 1997). NICOLL et al. (1998) suggest that Carwell is an additional allele of the Callipyge locus. WALLING et al. (2004) reported a QTL affecting muscle depth near the Callipyge and Carwell loci in British Texel sheep.

The goals of the experiment reported in this paper are: (1) to assess the potential of Dorper to be used as a terminal sire breed on ewes of Swiss sheep breeds, and (2) to investigate possible relationships of growth and carcass as well as subjectively scored traits of appearance with DNA markers on chromosome 18.

Material and Methods

Fifty-three ewes of the sheep flock at the experimental station Chamau of the ETH's Department of Agricultural and Food Sciences, originating from a previous experiment (EMLER et al., 1999; EMLER-SCHMITZ, 2001) and representing known two and three breed crosses involving Black Brown Mountain (B), White Alpine (W) and Charollais (C) sheep breeds, were allotted to six mating groups and mated to unrelated three W and four Dorper (D) rams in spring 2002. One of the three D rams, employed at the start of the experiment, had to be replaced during the mating period. The ewes lambed in fall 2002 and gave birth to 84 lambs. A subset of 22 ewes was mated again in spring 2003 and lambed for a second time in fall 2003, leaving 33 lambs. Lambing took place indoors. Lambs and ewes were kept together, first on pasture and from mid December in the barn, until lambs were slaughtered. No concentrate was fed, either to ewes or to lambs.

Phenotypic traits were observed on subsets of the total of 117 born lambs. Lambs were weighted at birth and weekly thereafter. Weights and gains were analysed at 30, 60 and 90 days of age. At the average age of 56 days, 108 Lambs were judged subjectively for various characteristics of body conformation, feet, colour of coat and claws, wool coverage and staple. At the same time, blood samples were collected for analyses of genetic markers. Lambs were slaughtered one week after they reached a live weight of 40 kg. Carcasses were weighed within 1 hour post mortem and classified by trained experts according to the system CHTAX which corresponds to the EUROP classification system into 5 carcass conformation classes (coded 1 to 5 for the analyses) and 5 fat classes (1 to 5). Valuable cuts were defined as proportion of weights of leg and back (pistol weight) to total carcass weight taken at the time of dissection. From each carcass, a meat sample was collected from *m. longissimus dorsi* for analysis of intramuscular fat. The numbers of observations, means and standard deviations of growth and carcass traits are given in Table 1.

Genes influencing carcass quality, e.g. the Callipyge locus, are located on chromosome 18 (COCKETT et al., 1996; BANKS, 1997). Seven sires were typed for 12 microsatellite markers (FRIES et al., 1990) located on chromosome 18 in a

preliminary analysis of this study (RICHARD, 2003). Five markers were sufficiently polymorphic and were used to type 60 parents and 84 lambs born in fall 2002: CSSM18, MCM38, BM7243, BM3413 and BMS1117 (MADDOX et al., 2002).

Table 1

Number observations, means and standard deviations for growth and carcass traits (Anzahl Beobachtungen, Mittelwerte und Standardabweichungen für Merkmale des Wachstums und der Schlachtung)

Trait	Number of observed lambs			Mean	Standard deviation
	Breed of sire				
	D ¹⁾	W ²⁾	Total		
Birth weight (kg)	64	53	117	4.67	0.88
Body weight at 30 days (kg)	47	33	80	14.33	2.47
Body weight at 60 days (kg)	47	33	80	22.41	4.62
Body weight at 90 days (kg)	46	30	76	30.44	5.27
Age at slaughter (days)	46	31	77	141.1	28.2
Life weight at slaughter (kg)	46	31	77	40.94	1.56
Carcass weight (kg)	46	31	77	17.68	1.44
Yield (%) ³⁾	46	31	77	43.16	2.82
Conformation class ⁴⁾	46	31	77	3.52	0.68
Fat class	46	31	77	2.74	0.59
Valuable cuts (kg) ⁵⁾	39	29	68	8.74	0.67
Valuable cuts (%) ⁶⁾	39	29	68	50.03	1.69
Price per kg carcass weight (CHF) ⁷⁾	46	31	77	12.68	0.68
Price per lamb (CHF) ⁷⁾	46	31	77	224.07	21.14
Intramuscular fat (%)	37	24	61	1.906	0.806

¹⁾ Dorper. ²⁾ White Alpine. ³⁾ Carcass weight / Life weight at slaughter. ⁴⁾ Coded 1 to 5.

⁵⁾ Pistol weight (both halves). ⁶⁾ Pistol weight / Carcass weight at time of dissection.

⁷⁾ Market prices at first slaughter date (February 4, 2003).

The effect of breed of sire on growth and carcass traits observed on lambs was analysed using the GLM-procedure of SAS (SAS software version 8.1) including the fixed effects of sex, birth type (single versus multiple births), slaughter date (for carcass traits only) and breed of sire in the statistical single-trait model. To analyse the effects of the presence of a single allele on the same traits, the fixed effect of breed of sire was replaced by the fixed effect of the respective allele, defining the two levels “carrier” and “non-carrier”. In an alternative model, the effect of carrier or non-carrier of an allele was nested within the effect of breed of sire, in order to separate possible general breed effects not due to the allele in question. Simple frequency tables were used to assess differences of breed of sire and presence of a particular allele for the subjectively scored traits of general appearance.

Results

Allele frequencies for the five microsatellite markers clearly differed between the subpopulations of ewes; D and W rams; and lambs sired by D and W rams born 2002 (Table 2).

Table 2

Allele frequencies (%) for 5 microsatellite markers per subpopulation (Allelfrequenzen (%) für 5 Mikrosatellitenmarker je Subpopulation)

Marker	Allele (bp)	Allele frequency (%) per subpopulation				Lambs sired by W rams
		Ewes	D rams	W rams	Lambs sired by D rams	
BMS1117	76	18.06		33.33	9.43	47.06
	79		37.50		30.19	
	91	4.17				5.88
	93	13.89		16.67		
	95	29.17			16.98	5.88
	97	6.94				5.88
	99	6.94	25.00	33.33	30.19	17.65
	101	20.83	25.00	16.67	13.21	17.65
	105		12.50			
BM3413	180	1.98			2.44	
	182	10.89		16.67	9.76	11.11
	184	34.65	50.00	33.33	56.10	46.30
	186	2.97			2.44	
	192	35.64	12.50		12.20	18.52
	194	3.96		33.33		16.67
	196	3.96	37.50	16.67	14.63	7.41
	198	5.94			2.44	
BM7243	142	33.65		16.67	16.87	22.03
	144	3.85	12.50		7.23	1.69
	146	24.04	25.00		26.51	10.17
	151	2.88				1.69
	153	9.62		16.67	3.61	11.86
	155	2.88			2.41	3.39
	159	3.85	25.00	16.67	18.07	15.25
	161	18.27	37.50	50.00	25.30	33.90
	163	0.96				
MCM38	130	0.97	12.50	16.67	3.06	8.57
	134	2.91			2.04	
	139	14.56	50.00	33.33	32.65	32.86
	141	59.22		50.00	28.57	51.43
	143	0.97				1.43
	146	4.85	25.00		13.27	2.86
	148	10.68	12.50		13.27	2.86
	150	5.83			7.14	
CSSM18	118	38.24	25.00	50.00	40.00	44.93
	122	4.90	25.00		17.89	
	125	49.02	50.00	50.00	40.00	53.62
	128	6.86			2.11	
	130	0.98				1.45
Number of animals		53	4	3	49	35

Significant ($p < 0.01$) differences were observed between lambs sired by D and W rams for some of the subjectively scored traits of conformation, wool characteristics and coat colour (Table 3).

Allele 122 of marker CSSM18 (122^{CSSM18}) was not present in W rams and their progeny. However, it appeared in D rams and their progeny with a frequency of 25% and 40% respectively, and 4.9 % in ewes. All ewes carrying allele 122^{CSSM18} had some percentage of Charollais blood. The effect of carrying allele 122^{CSSM18} on some of the subjectively scored traits is given in Table 3.

The analyses of weights as well as those of daily gains revealed no significant ($P > 0.05$) differences neither between breeds of sires nor between carriers and non-carriers of allele 122^{CSSM18}. Significant effects, however, were observed for some of the

carcass traits (Table 4). D progeny exhibited superior carcass yield (+3%) and, as lambs were slaughtered at a constant live weight, higher carcass weight (+1.2kg). Also, carcasses of D progeny were graded 0.63 conformation classes better than carcasses of W progeny, and were scored on average closer to the desired fat class 3. Due to the higher carcass weight, D progeny also yielded more valuable cuts although no significant difference was observed for the percentage of valuable cuts in the carcass between the two progeny groups.

Table 3

Frequencies (%) of subjectively scored traits of conformation, wool characteristics and coat colour with significant differences ($p < 0.05$) between lambs sired by Dorper and White Alpine rams and between lambs carrying or not carrying allele 122 of marker CSSM18 (122^{CSSM18}) (Frequenzen der subjektiv beurteilten Merkmale der äusseren Erscheinung sowie der Farb- und Wolligenschaften mit signifikanten ($p < 0.05$) Unterschieden zwischen Lämmern mit Dorper- oder Weissm Alpenschaf-Vater sowie zwischen Trägern und Nichtträgern von Allel 122 des Markers CSSM18 (122^{CSSM18}))

Trait	Breed of sire		Allele 122^{CSSM18}	
	Dorper	White Alpine	absent	present
Number of scored animals	60	48	64	14
Distribution of skin colour:				
unicolour	60	98	84	43
spots	40	2	16	57
Wolliness of head:			not significantly different	
no wool	47	4		
little wool	53	54		
woolly	-	42		
Woolliness of legs:				
no wool	78	21	52	93
woolly	22	79	48	7
Wool colour:				
white	2	46	25	0
mixed colour	23	2	8	36
pigmented	75	52	67	64
Feet:			not significantly different	
not pigmented	0	46		
pigmented	100	54		

When the breed effect was replaced by the effect of carrying or not carrying allele 122^{CSSM18} in the statistical model, most of the carcass traits with a significant difference between breeds of sire also showed a significant difference between carriers and non-carriers of allele 122^{CSSM18} (Table 4).

In an additional analysis with the effect of carrying allele 122^{CSSM18} nested within breed of sire, significant breed differences were found and the effects of the differences between carriers and non-carriers of allele 122^{CSSM18} were no longer significant. Analysing only progeny of D sires again revealed no significant effects of carrying allele 122^{CSSM18} .

Analyses investigating the effect of other alleles of the 5 microsatellite markers were carried out in the same manner. Because only few significant results were obtained, and no clear conclusions can be drawn, the results are not presented but provide promising starting points for further investigations.

Table 4

Least Squares Means of effects of breed of sires and effect of presence vs. absence of allele 122 of marker CSSM18 for carcass traits (Least Squares-Mittelwerte der Schlachtmerkmale für die Vatterassen sowie Träger und Nichtträger von Allel 122 des Markers CSSM18)

Trait	Breed of sire		sign.	Presence of Allele 122	
	Dorper	White Alpine			sign.
Age at slaughter (days)	138	141	*	+4.0	ns
Live weight (kg)	41.0	41.1	ns	+0.1	ns
Carcass weight (kg)	18.3	17.1	***	+1.0	**
Yield (%)	44.6	41.5	***	+2.4	**
Conformation class	3.72	3.09	***	+0.55	**
Fat class	2.95	2.55	**	+0.09	ns
Valuable cuts (kg)	9.09	8.47	***	+0.55	**
Valuable cuts (%)	50.1	49.8	ns	+0.3	ns
Price (CHF/ kg carcass weight)	12.68	12.38	*	+0.08	ns
Price per lamb (CHF)	231.23	210.92	***	+13.98	*
Intramuscular fat (%)	1.89	2.29	**	-0.09	ns

Discussion

Differences were observed in the colour patterns of progeny of D versus W rams (Table 3). Pigmented feet were observed on all D progeny, but only on about half of W progeny. Black wool was found in both groups (52% of W, and 75% of D progeny), mixed coloured wool in 23% of D and on only one W progeny. Both black and mixed coloured wool were always associated with pigmented feet, white wool always with white feet, with the exception of one D sired lamb with white wool and black feet. 40% spotted lambs were born from D rams and dams of all breed compositions, while all W progeny (with one exception) were either solid white or solid black. This and the fact that D rams did only leave one white lamb indicate that the black head of the D rams, presumably originating from Persian Blackhead, together with the black colour of B sheep dominates the white coating. The same pattern was observed for woolliness of the head, with only 42% of W progeny exhibiting a fully woollen head.

Since all the lambs carrying allele 122^{CSSM18} were D progeny, the differences in colour patterns and woolliness for lambs carrying the allele or not are in accordance with the observations of breed differences (Table 3).

No difference was found in live weights and gains, neither between progeny of D and W rams (though W rams were heavier and taller than D rams) or between lambs carrying and not carrying allele 122^{CSSM18}. However, D progeny had significantly better carcass yields. Although the proportions of valuable cuts were equal in both groups, higher amounts of valuable cuts which, together with significantly better classified carcasses, resulted in 20 CHF (+9.6%) superior return per lamb (Table 4). Differences between lambs carrying and not carrying allele 122^{CSSM18} pointed in the same direction. This, together with the better judged muscularity of the back of carrier lambs, may be an indication for an association of this allele with carcass conformation. If the allele effect was nested within the breed of sire effect, or when including only D progeny in the analysis, the allele effect was no longer significant. These observations

suggest that a more general breed of sire effect, with a more complex genetic background, may be the major reason for the observed differences in carcass traits. Differences in intramuscular fat of D versus W progeny (higher mean for W progeny) point in the opposite direction than the results of fat class with D progeny on average being scored 0.4 fat classes above W progeny. An explanation of this may be due to the different origins of the D and W breeds. One of the D breed's origins being a fat rump breed, fat is deposited to a higher degree as subcutaneous adipose tissue, whereas in the W breed more fat is deposited intramuscularly. No significant differences were found for fat class and for intramuscular fat between carriers and non-carriers of allele 122^{CSSM18}.

In general, the limited number of animals in this experiment as well as the selection of the rams (only 3 and 4 rams per breed, respectively) may render conclusions uncertain. However, these results show that the D breed offers the potential to produce slaughter lambs of good quality when used as a terminal sire breed. But concerning wool production, these results do not allow drawing any conclusions. All lambs carried wool, but they were slaughtered at the average age of 4½ months and, therefore, possible shedding of the wool could not be observed.

The results of analyses including the effects of the presence of individual marker alleles do not allow drawing conclusions about the molecular genetic bases underlying carcass composition and other traits. However, in agreement with the conclusion of WALLING et al. (2004), these findings suggest that it is certainly worthwhile to carry out further investigations in the region near the Callipyge and Carwell loci on chromosome 18, where also marker CSSM18 and the QTL affecting muscle depth found by WALLING et al. (2004) are located.

References

- BANKS, R.:
The meat elite project: Establishment and achievement of an elite meat sheep nucleus. *Proc. Assoc. Adv. Anim. Breed. Genet.* **12** (1997), 598-601
- CLOETE, S.W.P.; SNYMAN, M.A.; HERSELMAN, M.J.:
Productive performance of Dorper sheep. *Small Rumin. Res.* **36** (2000), 119-135
- COCKETT, N.E.; JACKSON, S.P.; SHAY, T.L.; FARNIR, F.; BERGHMANS, S.; SNOWDER, G.D.; NIELSEN, D.M., GEORGES, M.:
Polar overdominance at the ovine callipyge locus. *Science* **273** (1996), 236-238
- EMLER, K.; MARGUERAT, C.; LEUENBERGER, H.; KÜNZI, N.:
Alpine lambs out of optimal reproduction and grazing techniques. *EAAP Zurich, 1999 Paper S1.7*
- EMLER-SCHMITZ, K.:
Qualitätslämmer aus optimierter Reproduktions- und Weidetechnik. *Diss. ETH Nr. 14284* (2001).
- FRIES, R.; EGGEN, A.; STRANZINGER, G.:
The bovine genome contains polymorphic microsatellites. *Genomics* **8** (1990), 403 – 406
- MADDOX, J.F.; FRANKLIN, I.; BOTTEMA, C.D.K.; DESILVA, U.; ADELSON, D.L.; DIEZ-TASCÓN, C.; NATTRASS, G.; GILL, C.; WEBB, G.; DODDS, K.; VAIMAN, D.:
An enhanced sheep linkage map comprising 240 gene and EST associated markers. *Proceedings 28th International Conference on Animal Genetics* (ISBN 3-00-010597-2) (2002), 108
- MILNE, C.:
The history of the Dorper sheep. *Small Rumin. Res.* **36** (2000), 99-102
- NICHOLL, G.B.; BURKIN, H.R.; BROAD, T.E.; JOPSON, N.B.; GREER, G.J.; BAIN, W.E.; WRIGHT, C.S.; DODDS, K.G.; FENNESSY, P.F.; McEWAN, J.C.:
Genetic linkage of microsatellite markers to the Carwell locus for rib-eye muscling in sheep. *Proc. 6th WCGALP* **26** (1998), 529-532
- RICHARD, H.R.:
Haplotype segregation bei einer Kreuzungsschafherde – theoretische und experimentelle Ansätze. *Diploma thesis ETH* (2003)

SAS/STAT

User guide version 8.1, SAS Institute, Inc., Cary, NC 27513

WALLING, G.A.; VISSCHER, P.M.; WILSON, A.D.; McTEIR, B.L.; SIMM, G.; BISHOP, S.C.:

Mapping of quantitative trait loci for growth and carcass traits in commercial sheep populations. J. Anim. Sci. **82** (2004), 2234-2245

Corresponding author

MARKUS SCHNEEBERGER, PhD.

Institute of Animal Sciences

Swiss Federal Institute of Technology

ETH-Zentrum, TAN E1

CH-8092 Zurich

Switzerland

E-Mail: markus.schneeberger@inw.agrl.ethz.ch

ANITA DOBEK¹, JACEK WÓJTOWSKI², TOMASZ SZWACZKOWSKI³,
KRZYSZTOF MOLIŃSKI¹ and ADAM GUT²

Genetic variability for birth and fourth week weights in sheep

Abstract

The heritabilities of birth and fourth week weights as well as genetic and environmental correlations between these traits were estimated. The influences of main genetic groups were also evaluated via partial linear regression. The genetic and environmental trends were derived as well. Records of 21481 pure and crossbreeding lambs (born between 1984 and 1996) were included. Bivariate linear animal model was employed to estimate the genetic parameters (mentioned above) and coefficients of partial regression. The computations were performed by the use of the DFREML package programs. In case of both traits the estimators of partial regression coefficients were similar. The heritability estimates were 0.3144 and 0.2859 for birth and fourth week weight, respectively. The genetic and environmental correlations are positive (0.5979 and 0.2820, respectively). The genetic trends for both traits studied were negligibly positive, whereas environmental trends were indirectly changed.

Key Words: heritability, genetic trend, REML method, crossbreeding population

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Genetische Varianz der Geburts- und Vierwochengewichte bei Schafen**

Es wurden Erblichkeitskoeffizienten für Geburts- und Vierwochengewichte sowie genetische als auch umweltbedingte Korrelationen zwischen diesen Merkmalen geschätzt. Der Einfluss der wichtigsten genetischen Gruppen wurde anhand linearer Teilregression ausgerechnet. Auch die genetischen und umweltbedingten Trends wurden dargestellt. Das Datenmaterial umfasste 21481 Aufzeichnungen von reinrassigen und Kreuzungslämmern (geboren ab 1984 bis 1996). Zur Schätzung der o.g. Parameter und Koeffizienten der Teilregression wurde das Bivariate Linear Model angewendet. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem DFREML Paketprogramm. Für beide Merkmale waren die Koeffizienten der Partialregression ähnlich. Die h^2 -Werte der Geburts- und 28-Tagegewichte betrugen 0,3144 und 0,2859. Die genetischen und umweltbedingten Korrelationen waren positiv (entsprechend 0,5979 und 0,2820). Die genetischen Trends für die beiden untersuchten Merkmale waren nicht signifikant positiv, während die Umwelttrends schwankten.

Schlüsselwörter: Erblichkeitskoeffizient, genetischer Trend, REML – Methode, Kreuzungspopulation

Introduction

The main approach to improve meat traits in sheep is creation of synthetic lines. Mating of best individuals of several breeds under long term selection of offspring forms the synthetic lines (RICORDEAU et al., 1976; JAKUBEC and NITTER, 1986; VISSCHER, 1987; OWEN, 1996). The major selection criteria of created sheep breed and lines are reproducibility and body weight (SHRESTHA, 2003). It should be stressed that birth and early body weights are important selection criteria (BURFENING and KRESS, 1993; WÓJTOWSKI et al., 1990), as these traits are good indicators of both growth rate and survival of lambs.

The objective of this study was to estimate the heritability coefficients of birth and fourth week weights as well as genetic and environmental correlations between these traits. Influences of main genetic groups were also evaluated via partial linear regression. The genetic and environmental trends were derived as well.

Material and methods

Lambs of pure breeds (Wielkopolska, Polish Merino, East-Friesian) and synthetic mutton lines were recorded. Crossbreeding lambs originated from the above mentioned breeds as well as some mutton breeds (Texel, Berrichonne du Cher, Ile de France, Dorset). The participation of the mutton breeds in the synthetic lines changed over time and ranged from 50-75%. Hence, percentage contributions of those four genetic groups (1 – Wielkopolska sheep, 2 - Polish Merino sheep, 3 – Friesian sheep, 4 – mutton sheep) were entered into the record of each individual.

The present study was based on the analysis of birth (BW) and fourth week weights (FWW), of animals from three flocks (coming from two experimental farms of the Agricultural University of Poznan – at Brody and Zlotniki, as well as one at the Centre of Research and Development in Agriculture in Sielinko). The animals studied were born between 1985 and 1996. The records of 21481 lambs were included. Pedigree data concerned 27173 individuals. Description of the data is given in Tables 1 and 2.

In 1984-90, dams (from these genetic groups) were mated once at 8-th month. The body weight (40 kg) was the main criterion for mating. It should be noted that since 1990, feed limitation and lower efficiency of lambs rearing led to a postponement of age at first mating. The matings were performed at the following times:

- between the second decade of August and the end of September – all dams in age of 18-th and older
- in October and November – dams at 8-th month and unmated the first time or with repeated heats.

Hence, the lambings were from January to April. The birth weights were checked the day after lambing, and a second weighting of lambs was performed at 28-th day (± 3 days). The second measurements were corrected according to age of animals.

Model. Two traits have been analysed for the described set of animals. . Therefore the foregoing analysis is a bivariate analysis based on the following model

$$y_{(i)} = X_f \beta_{(i)f} + X_b \beta_{(i)b} + X_s \beta_{(i)s} + X_d \beta_{(i)d} + X_g \beta_{(i)g} + S\gamma_{(i)} + Za_{(i)} + e_{(i)},$$

where $i=1$ denotes the birth weight and $i=2$ the fourth week weight. In this equation y stands for the vector of observations and X -es are known matrices relating fixed effects to animal. In our model we have five sets of fixed effects, namely: $\beta_{(i)f}$ - vector of flock effects, $\beta_{(i)b}$ - vector of birth type effects, $\beta_{(i)s}$ - vector of sex effects, $\beta_{(i)d}$ - vector of dam age effects and $\beta_{(i)g}$ - vector of year effects. The component $S\gamma_{(i)}$ denotes the covariance part of the model. It is known that the analyzed traits depend on the descent, the rows of S describe the proportion of genetic group contribution, and vector $\gamma_{(i)}$ represents the unknown linear regression parameters. The last part of the model is connected with the additive genetic effects chosen from vectors $a_{(i)}$ by the rows of the matrix Z , and $e_{(i)}$ stands for the vector of random errors.

For the vector of observations it is assumed that its expected value is equal to

$$E(y_{(i)}) = X_f \beta_{(i)f} + X_b \beta_{(i)b} + X_s \beta_{(i)s} + X_d \beta_{(i)d} + X_g \beta_{(i)g} + S\gamma_{(i)}$$

and its variance is equal $Var(y_{(i)}) = ZAZ' \sigma_{(i)a}^2 + I\sigma_{(i)e}^2$, where A denotes the additive genetic relationship matrix. The covariance equals $Cov(y_{(1)}, y_{(2)}) = ZAZ' \sigma_{(1,2)a} + I\sigma_{(1,2)e}$.

Table 1
Description of data set (Beschreibung des Datenmaterials)

Trait	Average	Standard deviation
BW	4.49	0.85
FWW	12.25	2.48

BW – birth weight; FWW – fourth week weight

To find estimates of the unknown parameters MEYER'S (2001) DFREML 3.1 package, i.e. the Derivative Free Restricted Maximum Likelihood programs was used. To avoid the singularity of the matrix $S'S$ the elements of matrix S were slightly changed by introducing 101 in place of 100. By taking 99 in place of 101 it was checked that this did not affect the estimates. The investigated estimates were exactly the same.

The genetic trends were obtained on the basis of averages of annual breeding values, whereas environmental trends were based on consecutive year effect estimators.

Table 2
Averages of levels of fixed factors studied (Durchschnittliche Größe der fixen Effekte)

Items	Factor levels	Number of recorded animals	BW	FWW
Flock	I	7872	4.47	11.78
	II	8510	4.45	12.74
	III	5099	4.62	12.16
Birth type	1	8270	4.99	13.65
	2	12687	4.21	11.40
	3	524	3.67	10.73
Sex	M	10577	4.58	12.50
	F	10904	4.41	12.01
Year	1984	1394	3.93	12.77
	1985	2220	4.62	12.12
	1986	1372	4.99	11.69
	1987	3764	4.59	12.68
	1988	3290	4.51	12.46
	1989	2420	4.53	12.13
	1990	3122	4.43	12.08
	1991	1618	4.50	12.06
	1992	1167	4.32	11.92
	1993	362	4.64	11.65
	1994	261	4.06	11.48
	1995	260	4.44	12.08
	1996	231	3.83	12.59
Age of dam	1	779	4.32	11.89
	2	4388	4.41	12.19
	3	4625	4.53	12.45
	4	4128	4.52	12.41
	5	3121	4.56	12.34
	6	2250	4.52	12.15
	7	1404	4.49	11.94
	8	678	4.44	11.55
	9	102	4.30	10.98
	10	6	4.08	10.18

Results

Flock, sex, type of birth, and dam age (Table 2) differentiated birth body weights of rams and ewes. The influence of the type of birth was visualised by a 10% decrease of twins weights and at least 25% decrease of triples weights as compared to singles. The influence of sex was the smallest and amounted to only about 2-3%. On the other hand, the influence of dam age was also important. The lambs from the youngest (one-year-old) and the oldest dams (9-10 year) were the smallest, while the offspring of mature dams in full somatic development (i.e. 3, 4, 5 and 6 years old) was the heaviest. The weight of lambs from the first analysed population was by about 0.5 kg smaller than the average on account of the smallest genetic participation of meat-type breeds and because the majority of ewes were mounted in less than 12 months of age. In the period of 1985-1993 the body weight of newly born lambs was on a stable level. Again, a lower value of this trait was observed in the last three years of the experiment. This can be explained by a deterioration of environmental conditions, especially of nutrition.

The average of body weight in the fourth week was high, and equal to 12.25 kg, which indicates a good level of milking and mothering. Similarly, like in the case of birth weight, the influence of all the considered factors on the examined trait was important. Especially significant was the influence of type of birth and the breeding conditions. Lambs of dams having multiples, especially triples, were about 3 kg smaller than the singles. The influence of sex (dimorphism) was considerably smaller. Ram lambs grew faster, reaching in four weeks about 0.5 kg more than ewe lambs. Very distinct was also the influence of dam age on the level of the analysed trait. Lambs born by 7-year-old and older ewes grew slower, probably due to decreasing physiological efficiency influenced by lower milk secretion. In consequence, it lead to a lower efficiency of the milk gland and a decreasing feed conversion. The influence of genetic groups on the analysed traits was also examined (Table 3). Despite a different proportion of individual genetic groups (56.19% - Wielkopolska, 15.25% - Merino, 3.51% - Friesian, 25.71% - meat type) for both traits the estimators of partial regression coefficients were similar. This may be due to a similar influence of all genotypes or perhaps because a different type of regression dependence should be used.

Table 3
Estimates of partial linear regression coefficients (Geschätzte Koeffizienten der linearen Teilregression)

Trait	BW	FWW
Genetic group		
Wielkopolska	3.85	5.70
Polish Merino	3.85	5.70
Fresian	3.95	5.86
Mutton	3.90	5.76

Estimated heritabilities as well as genetic and environmental correlations for both traits studied are listed in Table 4. These heritability estimates are moderate. However, the estimate for BW (0.3144) is higher than for FWW (0.2859). This proves that in case of body weight the genetic effect diminishes with age.

As it was already mentioned, Table 4 contains also the estimators of genetic and environmental correlation coefficients. The genetic dependence is stronger than the environmental dependence. It should be mentioned, however, that what the environmental correlation coefficient actually measures is the relationship between

residuals of both traits. Therefore, a relatively high value of this coefficient may suggest that another model should be used.

Table 4

Estimates of heritabilities (diagonal) as well as genetic (above diagonal) and environmental (below diagonal) correlations for BW and FWW (Geschätzte h^2 -Werte [auf der Diagonalen] sowie genetische [über der Diagonalen] und umweltbedingte [unter der Diagonalen] Korrelationen der Geburts- und Vierwochengewichte)

	BW	FWW
BW	0.3144 (± 0.0173)	0.5979 (± 0.0351)
FWW	0.2820 (± 0.0129)	0.2859 (± 0.0162)

The genetic and environmental trends of birth weight and fourth week weight are given in Figures 1 and 2, respectively. By contrast to FWW, the changes of mean annual genetic values (for BW) over time are slow, but positive, whereas averages of year effect estimates fluctuate. The positive trend in the first period (until 1986) was probably influenced by an early mating of dams.

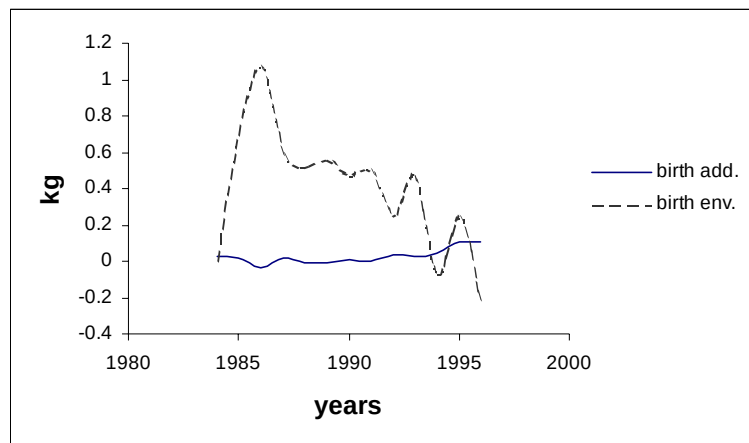


Fig. 1: Genetic and environmental trends for birth weight (Genetische und Umweltrends für Geburtsgewicht)

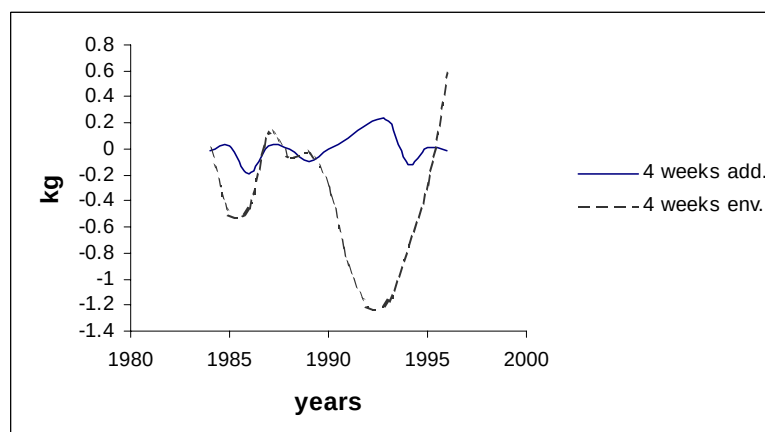


Fig. 2: Genetic and environmental trends for fourth week weight (Genetische und Umweltrends für 28-Tagegewicht)

Discussion

Body weights obtained by the lambs analyzed in this paper are favourable compared to known literature results. In the paper of SHRESTHA et al. (1982) the lambs of a synthetic universal line Ottawa reached smaller body weight equal to: birth - 4.0 kg, 35day - 13.1 kg. SHAFTO et al. (1996) who examined the lambs of a Canadian synthetic line Outaouais Arcott stated the birth weight of 2.82 kg and for 42 days 10.59 kg. The investigations of MARTIN et al. (1980) concerning the synthetic line ABRO gave 3.04 and 10.4 kg for birth and four week body weights, respectively. Smaller than our data was also the birth body weight (ewes – 3.35 kg, rams – 3.62 kg) evaluated by NIŻNIKOWSKI and JANIKOWSKI (1994) on 3263 lambs from 24 genetic groups. Sex, type and year of birth conditioned the trait, like in this paper. Results similar to ours were obtained by WILSON et al. (1996), examining body weight of Polypay synthetic line lambs, namely 4.31 kg for birth weight and 12.68 kg for 30 days. In his research, similarly to our results, the highest weights at the indicated moments were those of lambs from 4 and 5- year-old dams and the lambs from one-year-old dams were the smallest.

In general, the estimated heritabilities of these traits are higher than those reported by other authors. For instance, KAMIŃSKI et al. (1960) estimated h^2 of 0.038 for birth weight of Polish Merino, RADOMSKA and KLEWIEC (1975) – 0.013 and 0.180 for birth and 100 days weights (for Kent lambs), respectively. ZAŁUSKA et al. (1976) reported for the same traits the following heritability estimates: 0.127 and 0.123. Low heritability estimates have also been obtained by PIĘTA (1993). In general, this corresponds with the results reported by GUT (1994) and WÓJTOWSKI et al. (1994). However, relative high heritabilities of body weight were estimated by SHRESTHA et al. (1996) for three Canadian synthetic reproductive-mutton lines of Arcott. MARTIN et al. (1980) found considerably higher heritabilities in synthetic dam line: for birth weight – 0.17, for 8-th week weight – 0.22, for 16-th week weight – 0.23.

As expected, both genetic and environmental relationships between the traits analyzed were positive, which corresponds with results reported by many authors (SHRESTHA and HEANY, 2003; WÓJTOWSKI, 1999).

Magnitudes of genetic parameter estimates varied across models as well as methods. However, a majority of the above-mentioned reports were based on sire and/or sire-dam models. Thus, some genetic relationships were ignored, especially for populations that covered a number of generations, which leads to overestimation of residual variance and, in consequences heritability is underestimated. Furthermore, as it has already been stated, population size and structure determine magnitudes of genetic parameters. It should be recalled, that pure and crossbreeding population (from three flocks, only) was analyzed in the present study. Hence, more genetic variability can be expected. An investigation carried out by HASSEN et al. (2003) in crossbreed sheep led to similar estimates of heritabilities. Contrary to these results, some literature estimates of heritability for birth weight are lower compared to these of body weight at next periods.

On the other hand, „additional” effects may bias the direct heritabilities for this population. A number of authors (HAGGER, 1998; HASSEN et al., 2003; VAN VLECK et al., 2003) found considerable maternal additive genetic and maternal permanent environmental influences in body weight in sheep.

As it has already been mentioned, the genetic trends (for both traits) are quite positive. The positive trend, except 1985-86, is most likely influenced by selection criteria of dams based on the so-called fecundity-milking index. The index is based on fourth week weight of progenies from first three litters of dams (KNOTHE and SENDRAKOWSKI, 1982). A decrease of the mean breeding value of FWW after 1993 was influenced by some changes of selection criteria, including average daily gain at 70-th days (WÓJTOWSKI, 1999). Environmental trends for both traits were more varied. This was mainly determined by the situation in sheep breeding in Poland. In 1984, the best young dams were mated with sires, in two flocks (Brody and Sielinko) only. In consecutive years (1986-91), 8-th month old dams that achieved a body weight of 40 kilograms (depending on the feed possibility) were mated with sires. A significant effect of dam age at mating was reported, among others, by ŚLIWA et al. (1987). After 1991, a decrease of both traits was registered. It was associated with a crisis of sheep breeding in Poland following the introduction of a market economy, a dropping interest in sheep farming, and a deterioration of feed in all the three flocks studied.

Some implications

This research gave relative high heritabilities of both traits compared to literature reports. This was mainly due to the genetic structure (pure and synthetic lines) of the population. On the other hand, the realised program of genetic improvement was considerably determined by economical conditions. Hence the marked fluctuation of environmental trends. It should be noted that relatively slow genetic gains of the body weight were observed.

Acknowledgements

The authors are grateful to Dr. Karin Meyer for supplying the set of DFREML programs.

References

- BURFENING, P.J.; KRESS, D.D.:
Direct and maternal effects on birth and weaning weight in sheep. *Small Ruminant Research*, **10** (1993), 153-163
- GUT, A.:
Wytworzenie syntetycznej linii ojcowskiej - białogłowej owcy mięsnej. Rozprawa habilitacyjna. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt* **249** (1994), 1-51
- HAGGER, C.:
Litter, permanent environmental, ram-flock and genetic effects on early weight gain of lambs. *J. Anim. Sci.* **76** (1998), 452-457
- HANRAHAN, J.P.; OWEN, J.B.:
Variation and repeatability of ovulation rate in Cambridge ewes. *Animal Production*, **40** (1985), 529 (abstr.).
- HASSEN, Y.; FUERST-WATTL, B.; SOELKNER, J.:
Genetic parameters for birth weight, weaning weight and average daily gain in pure and crossbred sheep in Ethiopia. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **120** (2003), 29-38
- JAKUBEC, V.; NITTER, G.:
Theoretical principles of forming new breeds and synthetic lines. 37th Ann. Meet. EAAP, Budapest, (1986)
- KAMIŃSKI, Z.; KNOTHE, A.; STALIŃSKI, Z.:
Odziedziczalność wag samic po urodzeniu i przy odsadzeniu w stadzie merynosa polskiego. *Postępy Nauk Rolniczych* **1** (1960), 33-40
- KNOTHE, A.; SENDRAKOWSKI, A.:

- System przetwarzania informacji zootechnicznych w hodowli zwierząt. AR i CSHZ, Kraków, (1982)
- MARTIN, T.G.; SALES, D.I.; SMITH, C.; NICHOLSON, D.:
Phenotypic and genetic parameters for lamb weights in a synthetic line of sheep. *Animal Production*, **30** (1980), 261-269
- MEYER, K.:
Programms to estimate variance components for individual animal models by restricted maximum likelihood (REML) ver. 3.1.0. Users notes. Institute of Animal Science, Armidale, Australia 2001
- NIŻNIKOWSKI, R.; JANIŃSKI, W.T.:
The influence of some chosen factors on the birth weight and rearing of lambs. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. - SGGW, Anim. Sci.* **30** (1994), 29-36
- OWEN, J.B.:
The Cambridge breed. In *Prolific sheep* (ed. M.H. FAHMY), CAB International, Wallingford, (1996), 161-177
- PIĘTA, M.:
Analiza genetyczna produkcyjności w celu wyboru metod prowadzenia pracy hodowlanej nad polską owcą niziną w rejonie środkowo-wschodniej Polski. Rozprawa habilitacyjna. Wydawnictwo AR, Lublin, (1993)
- RADOMSKA, M.J.; KLEWIEC, J.:
Analiza porównawcza wybranych stad zarodowych owiec rasy kent. II. Parametry genetyczne. *Prace i Materiały Zootechniczne* **79** (1975), 35-40
- RICORDEAU, G.; RAZUNGLES, J.; EYCHENNE, F.; TCHAMITCHIAN, L.:
Performance de reproduction des brebis Berrichonnes du Cher, Romanov et croisées. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **8** (1976), 9-24
- SHAFTO, A.M.; CROW, G.H.; SHRESTHA, J.N.B.; PARKER, R.J.; MCVETTY, P.B.; PALMER, W.M.:
Genetic evaluation of lamb performance in Outaouais Arcott and Suffolk sheep, their crosses and Canadian Arcott- or Hampshire-sired three-breed crosses. *Canadian Journal of Animal Science* **76** (1996), 15-21
- SHRESTHA, J.N.B.; HEANEY, D.P.:
Review of Canadian, Outaouais and Rideau Arcott breeds of sheep. 1. Development and characterization. *Small Ruminant Research* **49** (2003), 79-96
- SHRESTHA, J.N.B.; PETERS, H.F.; HEANEY, D.P.:
Growth performance of lambs sired by rams of the East Friesian, Finnish Landrace, Ile de France and Suffolk breeds. *Canadian Journal of Animal Science* **62** (1982), 689-697
- SHRESTHA, J.N.B.; PETERS, H.F.; HEANEY, D.P.; VAN VLECK, L.D.:
Genetic trends over 20 years of selection in the three synthetic Arcotts, Suffolk and Finnish Landrace sheep breeds. 1. Early growth traits. *Canadian Journal of Animal Science* **76** (1996), 23-34
- SMITH, C.; KING, J.W.B.; NICHOLSON, D.; WOLF, B.T.; BAMPTON, P.R.:
Performance of crossed sheep from a synthetic Dam Line. *Anim. Prod.* **29** (1979), 1-9
- ŚLIWA, Z.; GUT, A.; WÓJTOWSKI, J.:
Der Einfluß von Genotyp und Alter bei der ersten Ablammung auf die Leistung von Mutterschafen in deren ersten fünf Lebensjahren. Internationales Wissenschaftliches Symposium der Humboldt-Universität zu Berlin "Wechselwirkung zwischen Tier, Umwelt und Leistung in der Schafproduktion aus technologischer und züchterischer Sicht. Berlin, 3-4 Dezember 1987, 162-167
- VAN VLECK, L.D.; SNOWDER, G.D.; HANFORD, K.J.:
Models with cytoplasmic effects for birth, weaning, and fleese weight, and litter size at birth for a population of Targhee sheep. *J. Anim. Sci.* **81** (2003), 61-67
- VISSCHER, A.H.:
Development of a synthetic dam line in a reciprocal cross between Finnish Landrace and Ile de France in the Netherlands. *Livest. Prod. Sci.*, **17** (1987), 77-87
- WILSON, D.E.; ROTHSCCHILD, M.F.; BOGGESE, M.V.; MORRICAL, D.G.:
Adjustment factors for birth weight and 30-day, 60-day, and 90-day weaning weight in sheep. *J. Anim. Breed. Genet.* **113** (1996), 29-41
- WÓJTOWSKI J.:
Wytworzenie syntetycznej plennomiesnej linii owiec. *Roczniki Naukowe Akademii Rolniczej w Poznaniu, rozprawa habilitacyjna. Zeszyt* **299** (1999), 1-99
- WÓJTOWSKI, J.; SONNEN, A.; WASSMUTH, R.:
Genetische und nicht genetische Einflüsse auf die Lebendmassenentwicklung von Lämmern der Merinoland- und der Rhönschafrasse. *Züchtungskunde* **62** (1990), 234-240
- WÓJTOWSKI, J.; ŚLÓSZARZ, P.; GUT, A.; STANISZ, M.:
Genetische parameter der in vivo erfaßten Schlachtkörpermerkmale der Lämmer aus väterlicher Fleischschafelinie im Berrichonne du Cher - Typ. Wissenschaftliche Tagung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (1994), 174-180

ZAŁUSKA, K.; ZAŁUSKA, J.; BERNACKA, H.:

L'heritabilite et les correlations genetiques et phenotypiques entre quelques caracteres de Merinos
Polonais. 27th Annual Meeting EAAP, Zürich, (1976)

Authors' address

Prof. Dr. habil. ANITA DOBEK, Prof. Dr. habil. KRZYSZTOF MOLINIŃSKI

Department of Statistical and Mathematical Methods

Prof. Dr. habil. JACEK WÓJTOWSKI, Prof. Dr. habil. ADAM GUT

Department of Sheep and Goat Breeding

Prof. Dr. habil. TOMASZ SZWACZKOWSKI

Department of Genetics and Animal Breeding

August Cieszkowski Agricultural University of Poznań, Poland

Ultrasonographische Untersuchungen zur Ovaraktivität bei Schafen post partum

Abstract

Title of the paper: **Ultrasonic examinations of the ovary activity in sheep post partum**

The aim of this study was to determine the ovary activity [number and size of follicles, full developed Corpora lutea (Cl-B); Corpora lutea in formation and insufficient Corpora lutea (Cl-A/I), respectively] in German Mutton Merino (GMM, n = 113) and German Blackheaded Mutton (GBM, n = 97) with suckling lambs and after weaning. The study was carried out during April/ May and included day 22 - 108 post partum resp. the period from 46 days before to 26 days after weaning of the lambs. In average 5 ultrasonic ovary diagnosis of each animal were performed. In GMM and GBM Cl-A/I (20 - 24 %) or Cl-B (8 - 9 %) were already found while the lambs were still suckling. The weaning of the lambs induced an increase in the follicle development (number and size) and 7 - 14 days later an occurrence and sudden increase of the Cl-A/I and Cl-B. Until the end of the examinations in 44 % of the GMM and 19 % of the GBM at least once a Cl-B could be diagnosed and in 57 % (GMM) and 54 % (GBM) at least once a Cl-A/I could be found. The number of lambs and the age of the ewe had only a slight influence on the ovary activity.

Key Words: ewe, reproduction, post partum, ovary activity, ultrasound

Zusammenfassung

Die Zielstellung der Arbeit bestand in der Erfassung der Ovaraktivität [Follikelanzahl und Größe; Corpora lutea in Blüte (Cl-B); Corpora lutea in Anbildung bzw. insuffiziente Corpora lutea (Cl-A/I)] bei Merinofleischschafen (MF, n = 113) und Deutschen Schwarzköpfigen Fleischschafen (SKF, n = 97) mit säugenden Lämmern und nach dem Absetzen der Lämmer. Die Untersuchungen fanden im Zeitraum April/Mai statt und erfassten den 22. – 108. Tag post partum bzw. die Periode 46 Tage vor bis 26 Tage nach dem Absetzen der Lämmer. Es wurden im Mittel 5 ultrasonographische Ovardiagnosen je Tier durchgeführt. Bei 8 - 9 % bzw. 20 - 24 % der untersuchten MF- und SKF konnten bereits während der Sägezeit Cl-A/I bzw. Cl-B nachgewiesen werden. Das Absetzen der Lämmer bewirkte eine verstärkte Follikelanbildung (Anzahl und Größe) und einen 7 – 14 Tage später auftretenden sprunghaften Anstieg der Cl-A/I und Cl-B. Bis zum Versuchsende waren bei 44 % der MF und 19 % der SKF mindestens einmal einen Cl-B diagnostizierbar bzw. wiesen 57 % (MF) und 54 % (SKF) mindestens einmal einen Cl-A/I auf. Die Anzahl der Lämmer und das Alter der Muttern hatten nur einen geringen Einfluß auf die Ovaraktivität post partum.

Schlüsselwörter: Schaf, Fortpflanzung, post partum, Ovaraktivität, Ultraschall

1. Einleitung und Zielstellung

Erfahrungswerte aus der Praxis belegen, dass es möglich ist, Schafe sofort nach dem Absetzen ihrer Lämmer, auch innerhalb der fortpflanzungsungünstigen Zeit im Frühjahr/Sommer, erfolgreich zu belegen. Die Methode beruht auf dem zeitgleichen abrupten Absetzen der Lämmer und der Zuführung fertiler Böcke. Wird der Abstand zwischen dem Absetzen und der Bockzuführung vergrößert, verringert sich, unter Beachtung des saisonalen Verhaltens der Schafrassen, die Chance einer erfolgreichen Bedeckung.

Der Einfluss der Laktation und des Säugens auf die post partale Ovaraktivität von Schafen wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Das Wiederaanlaufen fertiler Brunstzyklen und das Auftreten von Corpora lutea (Cl) nach der Geburt wird nach BOSTEDT et al. (1981) und ROMMEL et al. (1990) durch die Laktation beeinflusst.

SCHIRAR et al. (1989 und 1990) machten den Milchentzug durch die Lämmer für eine verspätete sowie KANN und MARTINET (1975) den Saugreiz an sich für eine Unterdrückung von Brunstaktivität und Ovulation verantwortlich. Bei gesäugten Schafen kommt es gegenüber trocken gestellten Schafen zu einem verzögerten LH - Anstieg und somit zu einem verzögerten Beginn in der Ovaraktivität (MANDIKI et al., 1990). Demgegenüber ist nach WALLACE et al. (1989 und 1992) nicht so sehr der Saugreiz selbst, sondern der zeitliche Abstand zur Geburt für diesen verspäteten LH - Anstieg verantwortlich. MBAYAHAGA et al. (1998) stellten an Burundischen Schafen während der Trockenzeit fest, dass zusätzlich der laktationsbedingte Gewichtsverlust ein limitierender Faktor bei der Aufnahme der Ovaraktivität post partum (p.p.) ist. Nach BOCQUIER et al. (1993), MITCHELL et al. (1998) und SANTIAGO MORENO et al. (2000) ist neben diesem Körpermasseneffekt und dem Energiestatus des verabreichten Futtermittels die Photoperiode unter der die Laktation abläuft, maßgebend für die Wiederaufnahme der zyklischen Ovaraktivität verantwortlich. So konnte MATTER (1976) anhand von Geburts- und Deckdaten bei Karakulschafen einen deutlichen Jahreszeiteffekt auf die Dauer der Zwischenlammzeit nachweisen. Durch das frühzeitige Absetzen innerhalb der natürlichen Fortpflanzungssaison (Herbst/Winter) kann die Zwischenlammzeit verkürzt und eine schnellere Rückkehr zur Brunst erzielt werden (SEFIDBAKHT et al., 1971). Bei einer Überlappung von Laktation und Anöstrus kommt es demgegenüber zu einer Verspätung der Wiederaufnahme von Ovaraktivität und Brunstverhalten. MANDIKI et al. (1990) bestätigten zwar, dass das Absetzen im November eine Verkürzung des Intervalls zwischen Geburt und erster erkennbarer Brunst gegenüber dem Absetzen im Juli bewirkt, fanden aber das Auftreten der ersten Lutealaktivität von der Jahreszeit unbeeinflusst.

Die Zielstellung der Arbeit bestand in der Erfassung der durch das Absetzen der Lämmer induzierten Aktivierung der Ovaraktivität bei bockfern gehaltenen Merinofleischschafen (MF) und Deutschen Schwarzköpfigen Fleischschafen (SKF) anhand der ultrasonographisch diagnostizierbaren

- Follikelanzahl und Größe,
- Corpora lutea in Blüte sowie
- Corpora lutea in Anbildung bzw. insuffiziente Corpora lutea.

2. Material und Methoden

In den Versuch, der sich über 2 Jahre erstreckte, waren insgesamt 117 MF und 99 SKF einbezogen. Alle Schafe hatten im jeweiligen Untersuchungsjahr gelammt, und die Lämmer wurden am 1. bzw. 2. Mai abgesetzt. Es wurden nur die Mütter in den Versuch einbezogen, bei denen die Anzahl geborener mit der Anzahl gesäugter Lämmer identisch war. Die Mutterschafe (Tab. 1) waren bockfern in einem Tieflaufstall aufgestellt und erhielten Grünfutter (Luzerne, Gras) und Heu ad libitum. Im Versuchsjahr 1 wurden die Tiere vom 30. März bis 27. Mai und im Versuchsjahr 2 vom 17. März bis 17. Mai untersucht. Der Untersuchungszeitraum umfasste somit die Periode 22. - 108. Tag p.p. bzw. 46 vor bis 26 Tage nach dem Absetzen der Lämmer. In der Auswertung wurden jeweils 8 Tage (entweder p.p. oder vor und nach dem Absetzen der Lämmer) zu einer Zeitperiode zusammengefasst. Die Ovardiagnostik erfolgte als transrektale Ultrasonographie (7,5 MHz) an in Rückenlage fixierten Schafen. Alle auf den Ovarien erfassbaren Funktionskörper [Follikel, Corpora lutea (Cl)] wurden dokumentiert und die Cl in Abhängigkeit von Größe und Textur (KAULFUß und MORITZ, 2001;

KAULFUß et al., 2001; GIUCCI und KAULFUß, 2002; KAULFUß et al., 2003) in Cl in Blüte (Cl-B) und Cl in Anbildung bzw. insuffiziente Cl eingeteilt. Da letztere zwei Cl-Formen ultrasonographisch nicht in jedem Fall unterscheidbar sind, wurden sie zusammengefasst (Cl-A/I). Im Mittel wurden je Schaf und Untersuchungsjahr fünf Ovardiagnosen durchgeführt. Zur statistischen Auswertung wurde das Programm STATISTICA (Statsoft) Version 5.0 verwendet. Mittels mehrfaktorieller Varianzanalyse (MANOVA) wurden die Einflussfaktoren Alter der Schafe, Anzahl gesäugter Lämmer, Zeitpunkt p.p. und Zeitpunkt des Absetzens der Lämmer auf die Ovaraktivität (Vorhandensein oder Fehlen von Cl-B und Cl-A/I sowie Anzahl Follikel $>$ oder $\leq$ 4mm Durchmesser) geprüft. Mittels χ^2 -Test wurde zwischen den Rassen das kumulative Auftreten von Cl-B und Cl-A/I im Zeitraum p.p. sowie nach dem Absetzen der Lämmer verglichen.

Tabelle 1

Alter und Körperkondition sowie Anzahl der gesäugten Lämmer der in die Untersuchung einbezogenen Schafe zum Zeitpunkt des Absetzens der Lämmer

	MF	SKF
n	113	97
Alter zu Versuchsbeginn (Jahre)	$4,4 \pm 1,8$	$3,8 \pm 1,6$
Körpergewicht (kg)	$73,3 \pm 9,0$	$82,8 \pm 10,7$
Muskelstärke (mm)*	$29,2 \pm 3,3$	$28,8 \pm 3,5$
Fettauflage (mm)*	$7,3 \pm 1,8$	$7,9 \pm 2,2$
Anzahl gesäugter Lämmer	$1,8 \pm 0,6$	$1,7 \pm 0,6$

* Ultraschallmaße in Höhe des 3./4. Lendenwirbels

3. Ergebnisse

In der Höhe der Ovulationsraten (OR, entspricht der Anzahl Cl-B je Schaf) konnten innerhalb des Untersuchungszeitraums zwischen den MF ($1,60 \pm 0,62$) und SKF ($1,67 \pm 0,77$) keine Unterschiede ermittelt werden. In Bezug auf die ovariellen Funktionsgebilde (Follikel, Cl-A/I, Cl-B) zeigte sich varianzanalytisch sowohl bei den SKF als auch bei den MF ein signifikanter Einfluss des Zeitpunktes des Absetzens der Lämmer (Tab. 2). Bei den MF spielte zusätzlich der zeitliche Abstand zur Ablammung und bei den SKF das Alter der Schafe eine Rolle. Generell sind die ermittelten Effekte jedoch sehr gering. Wurde das Auftreten von Follikeln ≤ 4 mm oder > 4 mm Durchmesser unabhängig von der Anwesenheit von Cl betrachtet nahm der Einfluss der geprüften Effekte generell ab. Während dabei bei den MF keine signifikanten Effekte nachzuweisen waren, hatten bei den SKF das Alter der Schafe, die Anzahl der gesäugten Lämmer und der Zeitpunkt des Absetzens einen signifikanten Einfluss auf die Größe der Follikel (Tab. 2). Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil der MF mit Cl-A/I und Cl-B tendenziell zu (20 % der Diagnosen bei den zwei- bis fünfjährigen MF gegenüber 30 - 40 % der Diagnosen bei den sechs- bis achtjährigen Schafen). Bei den SKF war erst bei den achtjährigen Schafen eine Zunahme der Cl von 15 - 20 % auf ca. 60 % feststellbar. Der Anteil von Schafen mit Follikeln > 4 mm Durchmesser war rasseunabhängig mit ca. 20 % in allen Altersklassen gleich. Ein signifikanter Einfluss der Anzahl aufgezogener Lämmer in Bezug auf die Follikelgröße war nur bei den SKF nachweisbar. Mit zunehmender Anzahl gesäugter Lämmer nahm der Anteil großer Follikel (> 4 mm Durchmesser) von 36,8 % (ein Lamm) über 30 % zwei Lämmer) auf 14,3 % (drei Lämmer) kontinuierlich ab. Bei den MF war dieser Trend nicht festzu-

stellen, jedoch waren bei MF-Muttern mit vier gesäugten Lämmern keine großen Follikel diagnostizierbar.

Tabelle 2

Höhe der geprüften Effekte (%) auf ovarielle Funktionsgebilde und auf die Anzahl der Follikel mit einem Durchmesser von $\leq$ oder > 4 mm bei MF und SKF (MANOVA)

geprüfter Einflußfaktor	ovarielle Funktionsgebilde		Follikel $\leq$ und > 4 mm Durchmesser	
	MF	SKF	MF	SKF
Alter	0,48	1,65*	0,03	0,22*
Anzahl Lämmer	1,5	0,95	0,57	1,32*
Zeitraum p.p.	0,62*	2,74	0,05	0,05
Absetzen der Lämmer	0,66*	0,41*	0,03	0,14***

* $p \leq 0,05$; *** $\leq 0,001$

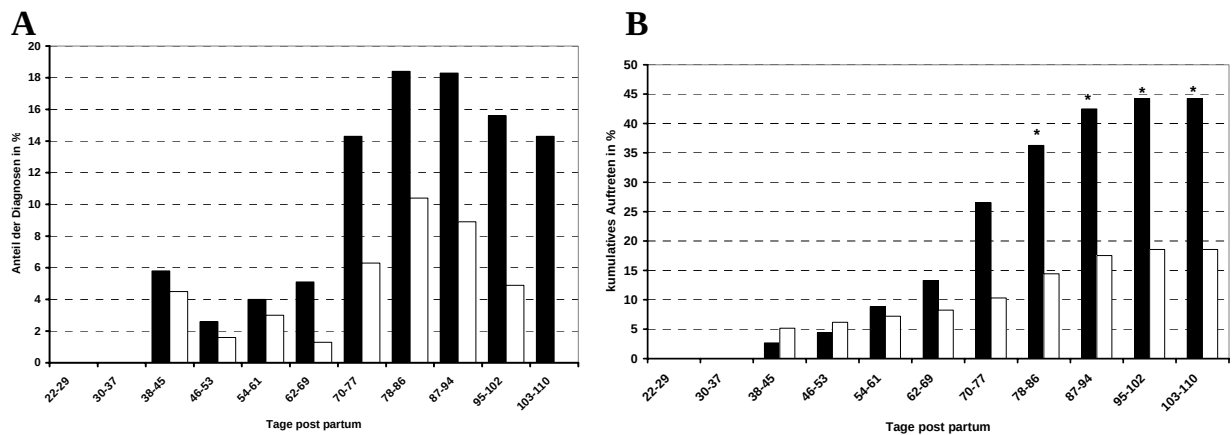


Abb. 1: Relativer Anteil (A) und kumulatives Auftreten (B) von Cl-B in Abhängigkeit vom Zeitraum p.p. bei MF■ und SKF□ (* signifikante Unterschiede zwischen MF und SKF, $p \leq 0,05$; χ^2 Test)

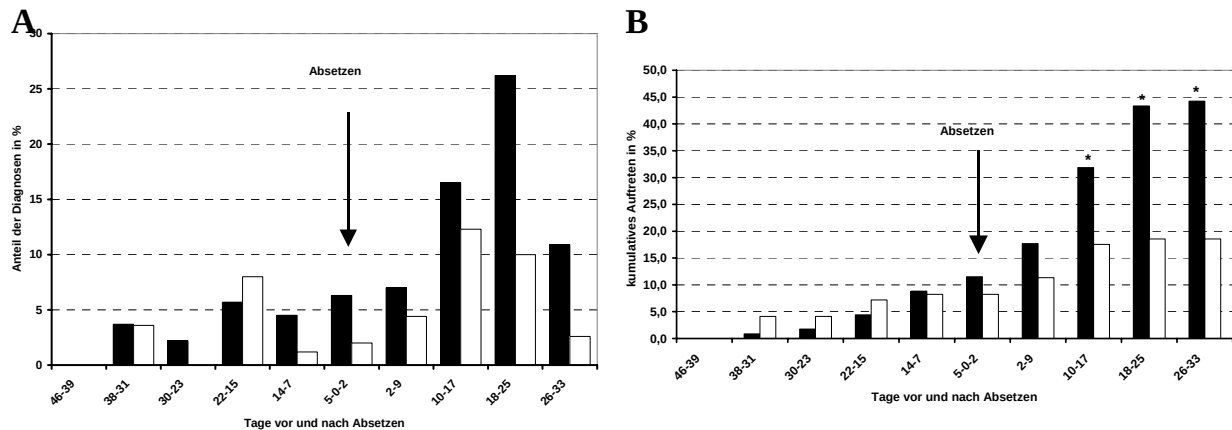


Abb. 2: Relativer Anteil (A) und kumulatives Auftreten (B) von Cl-B in Abhängigkeit vom Zeitraum des Absetzens der Lämmer bei MF■ und SKF□ (* signifikante Unterschiede zwischen MF und SKF, $p \leq 0,05$; χ^2 Test)

Der Zeitraum p.p. hat weder bei den SKF noch bei den MF einen Einfluss auf die Follikelpopulation. Bereits 22 - 29 Tage bzw. 30 - 37 Tage p.p. ließen sich auf den Ovarien beider Rassen Cl-A/I (SKF: 16,7 %; MF: 18,2 %) nachweisen. Im Folgezeitraum (37 - 110 Tage p.p.) lag ihr Anteil zwischen 10 % und 22 % der gestellten Diagnosen. Bei den MF stieg der Anteil Cl-B mit zunehmendem zeitlichen Abstand von der Geburt bis zum 78. - 86. Tag p.p. deutlich an (18,4 %; Abb. 1A). Danach fiel der Anteil

der Cl-B wieder leicht ab. Zum Ende des Untersuchungszeitraums (103 - 110 Tage p.p.) konnten noch bei über 14 % der Diagnosen Cl-B nachgewiesen werden. Bei den SKF verlief die Entwicklung der Cl-B vergleichbar, allerdings auf einem erheblich geringeren Niveau (Abb. 1A). Im Zeitraum 78. - 86. Tag p.p. waren die Cl-B mit 10,4 % der gestellten Diagnosen am häufigsten nachweisbar. Bereits 95 - 102 Tage p.p. ging der Anteil Cl-B auf 4,9 % zurück und 103 - 110 Tage p.p. waren keine Cl-B mehr diagnostizierbar. Bei der kumulativen Betrachtung (Abb. 1B) zeigten sich die beschriebenen Rasseunterschiede deutlicher auf. Sowohl bei den SKF als auch bei den MF nahmen die Schafe mit Cl-B ab 38 - 45 Tage p.p. kontinuierlich zu. Ab 78 - 86 Tage p.p. lag der Anteil der Cl-B bei MF signifikant über dem der SKF.

Das Absetzen der Lämmer beeinflusste sowohl bei MF als auch bei SKF maßgeblich die Entwicklung ovarieller Funktionsgebilde. So erhöhte sich bei SKF im Vergleich zum Zeitraum 14 - 7 Tage vor dem Absetzen der Anteil der Diagnosen von Follikel > 4 mm Durchmesser zum Zeitpunkt des Absetzens von 32,6 % auf 57,1 %. Infolge nahm nach dem Absetzen der Prozentsatz der Cl bei den SKF zu. Der Anteil der Cl-A/I an den gestellten Diagnosen stieg bereits 2 - 9 Tage nach Absetzen von 2,0 % zum Zeitpunkt des Absetzens auf 18,7 % an. Der relative Anteil der Cl-B erhöhte sich signifikant 10 - 17 Tage nach Absetzen von 2,0 % auf 12,3 % (Abb. 2A). Zum Ende des Untersuchungszeitraumes nahm er allerdings wieder deutlich ab. 26 - 33 Tage nach Absetzen konnten nur noch bei 2,6 % der Diagnosen Cl-B nachgewiesen werden. Bei MF war mit dem Absetzen der Lämmer keine deutliche Veränderung im Auftreten von Follikeln > 4 mm Durchmesser verbunden. In Analogie zu den SKF stieg der Anteil von Cl-A/I 2 - 9 Tage nach Absetzen deutlich von 3,2 % zum Zeitpunkt des Absetzens auf 16,5 % an und erreichte zum Ende der Untersuchung 21,8 % (Abb. 2A). Der Anstieg von Cl-B nach Absetzen der Lämmer war bei MF ausgeprägter als bei SKF. 10 - 17 Tage nach Absetzen konnten bei 16,5 % der untersuchten Schafe und 18 - 25 Tage nach dem Absetzen bei 26,2 % der Müttern Cl-B diagnostiziert werden. Danach war ein Rückgang der Cl-B auf 10,9 % zu verzeichnen. Bei der kumulativen Betrachtung des Auftretens von Cl-A/I und Cl-B zeigte sich, dass schon bei den säugenden SKF und MF bei 20 - 24 % der Tiere CL-A/I und bei 8 - 9 % Cl-B aufzufinden waren (Abb. 2B). Im Rassevergleich bewirkte das Absetzen 10 Tage später bei den MF einen signifikant stärkeren Anstieg von Cl-B gegenüber den SKF. Während am Ende des Untersuchungszeitraumes bei den SKF nur 18,6 % der Tiere mindestens einmal ein voll funktionsfähiges Cl hatten, ließ sich bei 44,2 % der MF ein Cl-B nachweisen.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

In Übereinstimmung mit QUIRKE et al. (1983) konnten in den vorliegenden Untersuchungen schon beim säugenden Schaf ca. 3 - 4 Wochen p.p. Cl nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich anfänglich um insuffiziente Cl bzw. Cl in Anbildung. Erst 7 - 8 Wochen p.p. können Cl in Blüte diagnostiziert werden. Anhand von Progesteronwerten wiesen GONZALEZ et al. (1987) nach, dass die Cl während der ersten Zyklen nach der Ablammung, die verkürzt und ohne begleitendes Brunstverhalten auftraten, weniger Progesteron ausschütten als während einer normalen Zykluslänge. Auch WALLACE et al. (1989, 1992) konnten 21 Tage p.p. zwar Cl medikamentell induzieren, jedoch kam es danach zu einer verfrühten Cl-Regression. Die induzierten Cl waren leichter und produzierten, wie auch von GIUCCI und KAULFUß (2002) dargestellt, nur eine geringe Progesteronmenge. Ähnlich wie beim Übergang vom Anöstrus

zur Saison scheint zur Entwicklung eines voll funktionsfähigen Cl, ein vorheriges Priming von Progesteron (BAIRD und MCNEILLY, 1981; KAULFUß et al., 2001), das durch einen vorhergehenden insuffizienten Cl erfolgt, nötig zu sein. Dies wäre auch eine Erklärung dafür, daß in den eigenen Untersuchungen innerhalb des Zeitraumes nach der Geburt Cl in Blüte erst zwei bis drei Wochen später als insuffiziente Cl diagnostiziert wurden.

Ob die Laktation selbst (SEFIDAKHT et al., 1971; SMIDT, 1977) oder der Saugreiz (KANN und MARTINET, 1975; SCHIRAR et al., 1989) die Aufnahme der Ovaraktivität unterdrückt, ist umstritten. Der in der vorliegenden Untersuchung bei SKF und unter Berücksichtigung der vierlingssäugenden Müttern auch bei MF zu beobachtende Rückgang von Follikeln > 4 mm Durchmesser mit steigender Lämmerzahl lässt einen stärkeren Einfluss des Säugens an sich als der Laktationsleistung vermuten, wobei zu berücksichtigen ist, dass sich beide Effekte gegenseitig bedingen. Während des Anöstrus bewirkt in den eigenen Untersuchungen das Absetzen der Lämmer, d.h. der Wegfall des Saugreizes und der Laktation, eine Anregung der Ovaraktivität. Die Follikel > 4 mm Durchmesser nehmen deutlich zu. Diese großen Follikel entwickelten sich weiter, so daß ab dem 10. Tag nach Absetzen der Anteil der Schafe mit insuffizienten Cl bzw. mit Cl in Anbildung und etwas zeitlich versetzt mit voll ausgebildeten Cl in Blüte deutlich anstieg. Durch GnRH-Applikation konnten GONZALEZ und MURPHY (1988) beim säugenden Pelibueyschaf schon 7 Tage p.p. eine Ovulation auslösen. Der Saugreiz scheint somit die GnRH - Sekretion zu unterdrücken, was zu einer verspäteten FSH- und LH- Ausschüttung führt (SCHIRAR et al., 1990). Mit dem Wegfall des Säugens und der Laktation kommt es dann zu einem Rebound-Effekt auf die hypophysären und hypothalamischen Gonadotropine, so dass ein Follikelwachstum und nachfolgende Ovulationen induziert werden. Gleichzeitig verändert sich mit dem Wegfall des Säugens und der Laktation auch die Energiebilanz des Schafes positiv. Bei gleichbleibender Fütterung stehen dem Tier nach dem Absetzen der Lämmer mehr Nährstoffe zur Verfügung. So beobachteten HUNTER und VAN AARDE (1973) bei laktierenden Merinoschafen bei einer gesteigerten Futtermenge ein um 45 Tage reduziertes Intervall zwischen Ablammung und erster Brunst im Anöstrus. Bei nicht laktierenden Schafen war der Effekt weniger ausgeprägt. Dieser Effekt ist auch als Flushing bekannt und führt durch kurzzeitige erhöhte Protein- und Energieaufnahme zu einer Steigerung der Ovulationsrate (HARESIGN, 1981; DOWNING und SCARAMUZZI, 1991). Die innerhalb des Versuches ermittelte Körpermasse und Kondition (Muskelstärke und Fettauflage) der Schafe sind als rassetypisch zu werten (KAULFUß et al., 2003) und sprechen nicht für eine laktationsbedingte Verschlechterung ("abgesäugte Mutterschafe") des Körpergewichtes. Damit stand der nach Absetzen der Lämmer vorhandene Überschuss an umsetzbarer Energie (Wegfall der Laktationsleistung) im Sinne der somato-gonadotropen-Achse der Aktivierung der Ovarfunktion mit zur Verfügung.

Der Umfang des östrushemmenden Einflusses der Laktation ist rasseabhängig. Nach SCHLOLAUT (1972) können sowohl Merinorassen als auch SKF während der Laktation brünstig und tragend werden. Hinsichtlich des Vorkommens von Cl in Blüte und somit dem Ablaufen vollständiger Brunstzyklen sind nach den eigenen Ergebnissen jedoch die MF gegenüber den SKF überlegen. Auch in Jahresverlaufsuntersuchungen zur bockunbeeinflussten Ovaraktivität wiesen zwischen Mai und Juni bei SKF nur 10 bis 15 % der Tiere Cl-B auf, während bei MF bei 30 - 40 % der Tiere Cl-B nachweis-

bar waren (KAULFUß et al., 1999). Nach COGNIE et al. (1975) und SANTIAGO MORENO et al. (2000) spielt der Zeitpunkt im Jahr für die Aufnahme der Ovaraktivität nach der Geburt bzw. dem Absetzen der Lämmer eine entscheidende Rolle. Der Einfluss der Saison kann so die hemmenden Effekte der Laktation verstärken (Frühjahr/Sommer) oder außer Kraft setzen (Herbst/Winter) (MITCHELL et al., 1997). Vermutlich ist dieser saisonale Einfluss bei den sich hinsichtlich der Ovaraktivität weitgehend asaisonal verhaltenden MF weniger ausgeprägt als bei den saisonalen SKF (KAULFUß et al., 1999). Nach dem Absetzen erscheint die saisonal bedingte anöstrische Phase bei den in den Versuch einbezogenen MF verkürzt bzw. sie findet gar nicht statt, da zu Versuchsende noch bei ca. 14 % der Schafe Cl-B auffindbar waren. Im Gegensatz dazu dauert die durch das Absetzen angeregte Ovaraktivität bei den SKF nur kurz an, und die Schafe gingen dann in den saisonalen Anöstrus über. Zu Versuchsende waren keine Cl-B mehr diagnostizierbar. Auch BOSTEDT und DEDIE (1996) unterscheiden in Hinsicht auf den Beginn ovarieller Aktivität beim Schaf p.p. saisonal gebundene Rassen, „die in der Periode der zyklischen Inaktivität ablammen und somit am Ende des Puerperiums keine Ovarfunktion aufweisen“ und saisonal unabhängigen Rassen, „die saisonungebunden zyklisch sind und somit am Ende des Puerperiums über eine wiederkehrende Ovaraktivität verfügen“.

Literatur

- BAIRD, D.T.; MCNEILLY, A.S.:
Gonadotrophic control of follicular development and function during the oestrus cycle of the ewe. *J. Reprod. Fert.*, **Suppl. 30** (1981), 119 - 133
- BOCQUIER, F.; KANN, G.; THIMONIER, J.:
Effects of body composition variations on the duration of the postpartum anovulatory period in milked ewes submitted to two different photoperiods. *Reprod. Nutr. Dev.* **33** (1993), 395 - 403
- BOSTEDT, H.; DEDIE, K.:
Normales Puerperium. In: BOSTEDT, H.; DEDIE, K. (Hrsg.) *Schaf- und Ziegenkrankheiten*. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart (1996), 549 - 552
- BOSTEDT, H.; STOLLA, R.; KLENNER, A.:
Progesteronkonzentrationen im Blutplasma laktierender und nicht laktierender Schafe in den ersten Wochen nach der Geburt. *Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol.* **98** (1981), 11 - 20
- COGNIE, Y; HERNANDEZ-BARRETO, M.; SAUMANDE, J.:
Low fertility in nursing ewes during the non-breeding season. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **15** (1975), 329 - 343.
- DOWNING, J.A.; SCARAMUZZI, R.J.:
Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *J. Reprod. Fert.* **Suppl. 43** (1991), 209 - 227
- GIUCCI, E.; KAULFUß, K.-H.:
A comparing study using ultrasonography to determine the seasonality of the reproduction in sheep In: *DVG-Tagungsband "35. Jahrestagung über Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung und die 27. Veterinär-Humanmedizinische Gemeinschaftstagung"*, (2002), 35
- GONZALEZ, A.; MURPHY, B.D.:
Effects of GnRH on luteinizing hormone release and onset of cyclic ovarian activity postpartum in Pelibuey ewes. *Can. J. Anim. Sci.* **68** (1988), 359 - 366
- GONZALEZ, A.; MURPHY, B.D.; DE ALBA, M.; MANNS, J.G.:
Endocrinology of the post partum period in the Pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* **64** (1987), 1717 - 1724
- HARESIGN, W.:
The influence of nutrition on reproduction in the ewe 1. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. *Anim. Prod.* **32** (1981), 197 - 202
- HUNTER, G.L.; VAN AARDE, J.M.R.:
Influence of season of lambing on postpartum intervals to ovulation and oestrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* **32** (1973), 1 - 18
- KANN, G.; MARTINEZ, J.:
Prolactin levels and duration of postpartum anoestrus in lactating ewes. *Nature* **257** (1975), 63 - 64
- KAULFUß, K.-H.; SÜß, R.; MORITZ, S.:

- Untersuchungen zur Saisonalität der Fortpflanzung bei Merinofleischschafen und Deutschen Schwarzköpfigen Fleischschafen. In: II. VDL-Fachtagung Forschung im Schafsektor (1999), 115 - 122
- KAULFUß, K.-H.; MORITZ, S.:
Der Einfluss des Zeitpunktes der Bedeckung in Abhängigkeit vom Ovulationstermin auf die Reproduktionsleistung. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001), 191 - 202
- KAULFUß, K.-H.; SCHENK, P.; SÜß, R.; BERGER, E.; V. BORELL, E.:
Hypothalamic and ovarian response to pheromone application in seasonal anoestrous German Mutton Merino. In: Marschlewska-Koj, A. Lepri, J.J (Hrsg.): Chemical signals in vertebrates, Vol. 9, Kluwer Academic/Plenum Press, New York, USA, (2001), 377 - 384
- KAULFUß, K.-H.; MORITZ, S.; GIUCCI, E.:
The influence of the ovulation rate on ultrasonically determined ovine corpus luteum morphometry and progesterone concentrations in cyclic and early pregnant sheep. Dtsch. tierärztl. Wschr. **110** (2003), 249 - 254
- MANDIDIKI, S.N.M.; BISTER, J.L.; PAQUAY, R.:
Effects of suckling mode on endocrine control of reproductive activity resumption in Texel ewes lambing in July or November. Theriogenology **33** (1990), 397 - 413
- MATTER, H.E.:
Die Dauer des postpartalen Anöstrus und ihre Abhängigkeit beim Schaf. 1. Das Service-Intervall, Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **89** (1976), 197 - 199
- MBAYAHAGA, J.; MANDIKI, S.N.M.; BISTER, J.L.; PAQUAY, R.:
Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. Anim. Reprod. Sci. **51** (1998), 289 - 300
- MITCHELL, L.M.; KING, M.E.; GEBBIE, F.E.; RANILLA, M.; ROBINSON, J.J.:
Effect of age and dietary protein content on post-partum oestrus cyclicity in ewes lambing within their natural breeding season. Livest. Prod. Sci. **50** (1997), 97 - 98
- MITCHELL, L.M.; KING, M.E.; GEBBIE, F.E.; RANILLA, M.J.; ROBINSON, J.J.:
Resumption of oestrous and ovarian cyclicity during the post-partum period in autumn-lambing ewes is not influenced by age or dietary protein content. Anim. Sci. **67** (1998), 65 - 72
- QUIRKE, J.F.; STABENFELDT, G.H.; BRADFORD, G.E.:
Resumption of ovarian function in autumn lambing Dorset, Rambouillet and Finnish Landrace ewes. Theriogenology **19** (1983), 1 - 19
- ROMMEL, W.; MENDER, H.; KÖNIG, K.-H.; SÜß, R.:
Fortpflanzung und Aufzucht. In: König, K.-H. (Hrsg.) Schafzucht. VEB Landwirtschaftsverlag Berlin, (1990), 131 - 180
- SANTIAGO-MORENO, J.; GANZÁLEZ DE BULNES, A.; GÓMEZ BRUNET, A.; LÓPEZ SEBASTIÁN, A.:
Effect of season on resumption of postpartum ovarian activity in Mouflon (*Ovis gmelini musimon*) and Manchega sheep (*Ovis aries*). Small Rumin. Res. **36** (2000), 69 - 74
- SCHIRAR, A.; COGNIE, Y.; LOUAULT, F.; POULIN, N.; LEASSEUR M.C.; MARTINEZ, J.:
Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. J. Reprod. Fert. **87** (1989), 789 - 794
- SCHIRAR, A.; COGNIE, Y.; LOUAULT, F.; POULIN, N.; MEUSNIER, C.; LEASSEUR, M.C.; MARTINEZ, J.:
Resumption of gonatrophin release during post-partum in suckling and non-suckling ewes. J. Reprod. Fert. **88** (1990), 593 - 604
- SCHLOAUT, W.:
Produktionstechnische Maßnahmen zur Steigerung der Lämmererzeugung. Der Tierzüchter **4** (1972), 119 - 120
- SEFIDBAKHT, N.; MAKARECHIAN, M.; GHORBAN, K.:
A note on the effect of early weaning of lambs on reproductive rate of autumn lambing Karakul ewes. Anim. Prod. **13** (1971), 565 - 567
- SMIDT, D.:
Verfahren der Zyklussteuerung. Züchtungskunde **49** (1977), 405-416
- WALLACE, J.M.; ROBINSON, J.J.; AITKEN, R.P.:
Does inadequate luteal function limit the establishment of pregnancy in the early post partum ewe? J. Reprod. Fert. **85** (1989), 229 - 240
- WALLACE, J.M.; ASHWORTH, J.C.; AITKEN, R.P.; CHEYNE, M.A.:
Corpus luteum and endometrial function in ewes post partum: a study in vivo and in vitro. Reprod. Fert. Dev. **4** (1992), 77 - 90

Corresponding author

Dr. KARL-HEINZ KAULFUß, Verein zur Förderung der Schaf- und Ziegenhaltung e.V.
Unterer Ortberg 2, D-38875 Elbingerode

Beziehungen zwischen Euterformmerkmalen und Kriterien der Eutergesundheit bei Ostfriesischen Milchschaften

Abstract

Title of the paper: **Udder form traits and criteria of udder health in the East Friesian Milk Sheep**

Breeding programmes and measures to improve milk quality and udder health in East Friesian Milk Sheep may benefit from more detailed information about relationships between anatomical udder traits and udder health characteristics. A total of 78 ewes in 2 flocks were monthly examined during one lactation period. The investigation comprised udder type (pending or spherical) and symmetry, udder and teat measurements, milk parameters (cell counts, cell types, electrical conductivity, lactose, cultural findings in foremilk samples from udder halves or whole udders) as well as clinical findings (udder parenchyma, skin). Asymmetries between the udder halves and short distances between udder and floor are connected with elevated cell counts and electrical conductivity in the milk indicating a high risk for udder trauma and infection. Herd, lactation number, date of sampling, and number of suckled lambs affect morphological traits and health of the mammary gland considerably.

Key Words: dairy sheep, mammary gland, physical examination, milk, somatic cell count, electrical conductivity, lactose, cultural findings

Zusammenfassung

Informationen über Zusammenhänge zwischen Form- und Gesundheitsmerkmalen des Euters haben Bedeutung für Zucht, Rohmilchqualität und Gesundheitsüberwachung beim Ostfriesischen Milchschaft (OM). An 78 Schafen in zwei Herden wurden im Verlauf einer Laktationsperiode an acht Untersuchungsterminen Eutertyp (Kugeleuter, Hängeeuter), Euter- und Zitzenmaße, Palpations- und Adspektionsbefunde (Euterhaut und -drüsengewebe) sowie Zellgehalt, Zellbild, elektrische Leitfähigkeit, Laktosegehalt und bakteriologische Befunde in Vormelkproben aus Euterhälften oder in Einzelgemelkproben miteinander verglichen und Einflüsse auf diese Merkmale geprüft. Hängeeuter sind häufiger asymmetrisch als Kugeleuter. Das wird durch Mastitiden und ungleiche Entleerung der Euterhälften durch die Lämmer verursacht. Bei Hängeeutern ist der Bodenabstand geringer als bei Kugeleutern. Hängeeuter sind bakterieller Kontamination und Verletzungsgefahren stärker ausgesetzt. Bei Zellgehalt und Leitfähigkeit der Milch sowie Anteil polymorphkerniger Leukozyten am Milchzellgehalt können Differenzen zwischen den Euterhälften bestehen, die durch Eutergesundheitsstörungen bedingt sind. Milchproben mit positivem BU-Befund (besonders Staph. aureus) weisen im Vergleich zu BU-negativen Proben häufiger hohe Zellzahlen, LF-Werte und PKL-Anteile sowie erhebliche Differenzen bei diesen Merkmalen zwischen den Euterhälften auf. Herde, Laktationszahl, Zeitpunkt der Milchprobenentnahme und Zahl der gesäugten Lämmer beeinflussen Eutermorphologie und -gesundheit erheblich.

Schlüsselwörter: Milchschaft, Euterform, klinische Untersuchung, Milch, elektrische Leitfähigkeit, Laktosegehalt, bakteriologische Befunde

1. Einleitung

Über morphologische Eutermerkmale bei Milchschaften wird in den letzten Jahren im Zusammenhang mit steigenden Milchleistungen, der Intensivierung der Zuchtarbeit, der Mechanisierung des Melkens und der Eutergesundheit häufiger berichtet (REBELLO DE ANDRADE, 1989; WANG, 1989; FERNANDEZ et al., 1995; DISTL, 1996; BRUCKMAIER et al., 1997; WALTHER, 1998; SÜSS, R. et al., 1999; FAHR et al., 2001; HORSTICK und DISTL, 2001; KRETSCHMER 2001; HORSTICK und DISTL, 2002). Speziell für das Ostfriesische Milchschaft gibt es zu den Beziehungen zwischen Euterformmerkmalen und Kriterien der Eutergesundheit

bisher nur wenige Angaben. Im Folgenden wird über Ergebnisse von diesbezüglichen Untersuchungen berichtet.

2. Material und Methoden

Von März bis Oktober 2000 wurden insgesamt 78 Ostfriesische Milchschafe von 2 Milcherzeugern des Freistaates Sachsen (Herden I und II) untersucht. Nach Absetzen der Lämmer mit $42 \pm 12,2$ Tagen wurden an 8 Untersuchungstagen insgesamt 1318 Vorgemelkproben aus den Euterhälften und 659 Gesamtgemelkproben gewonnen. An jedem dieser Termine wurden die Euter bewertet und untersucht. Die mittleren Tagesleistungen von 1,84 kg Milch (6,50 % Fett und 5,53 % Eiweiß) lagen auf durchschnittlichem Niveau. Die Schafe weideten auf stallnahen natürlichem Grünland und Feldfutterflächen und wurden im Stall maschinell gemolken. Klauenpflege- und allgemeiner Gesundheitszustand der Herden waren gut. Zur Eutergesundheit wurden die Vorberichte erhoben. Die Untersuchungen erfolgten vor, bei der Palpation und den Messungen auch nach dem Melken und umfassten:

- Beurteilung von Allgemeinzustand, Schleimhäute, Wolle und Haaren sowie Klauen
- Beurteilung von äußerer Haut (Farbe, Krankheiten), Größe (klein, mittelgroß, groß), Typ und Symmetrie der Euter, beim Eutertyp wurden straff angesetzte kugelförmige Euter (Drüsenkörper und Schenkellinnenflächen berühren sich straff) und lose angesetzte Hängeeuter unterschieden
- Beurteilung der Zitzenposition (senkrecht nach unten, waagrecht zur Seite stehend, Position dazwischen) und -stellung (schräg nach vorn, zur Seite stehend)
- Palpation von Euterhaut (insb. Abziehbarkeit), Drüsengewebe (diffuse oder knotige Verhärtungen), Zitzen (Rollgriff) und Euterlymphknoten
- Messung von Euter-Boden-Abstand, Euterhöhe und -breite, von Zisternenhöhe und Zitzenlänge, die Tiefe des Spaltes zwischen den Euterhälften wurde nur vor dem Melken erfasst (die Zisternenhöhe ist der Abstand zwischen tiefstem Punkt der Euterhälfte und einer Linie, welche die Ansätze der Zitzen verbindet. Sie ist ein Maß für die Aussackung der Drüsenzisterne nach unten.
- Erfassung der Milchmenge)
- Vormelkprobe zur Feststellung grobsinnlich wahrnehmbarer Milchveränderungen
- Messung der elektrischen Leitfähigkeit (LF) in Anfangsgemelkproben aus Euterhälften
- Ermittlung des Zellgehaltes und des Differenzialzellbildes, bakteriologische Untersuchungen (BU) in Milchproben aus den Euterhälften nach Reinigung und Desinfektion der Zitzenkuppen sowie Bestimmung der Milchinhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Laktose) in Einzelgemelkproben.

Die Untersuchungen erfolgten meist von derselben Person. Die Bodenabstände wurden in die Klassen <27, 27–32, >32–37 und >37 cm eingeteilt und die Tiefe des Spaltes zwischen den Euterhälften in die Klassen <2,5, 2,5–4, >4–5,5, >5,5 cm. Die LF wurde mit dem Handgerät MASTITRON der Firma MILKU mit integrierter Temperaturskompensation gemessen. Fett, Eiweiß und Laktose wurden infrarotspektrometrisch mit dem „LACTOSCOPE“ und der Zellgehalt fluoreszenzoptisch mit dem „SOMASCOPE“ oder dem Kombinationsgerät S 4000 (Milko Scan + Fossomatic) im Labor des Landeskontrollverbandes Sachsen bestimmt. Bei LF-Werten und Milchzellen werden auch die Differenzen zwischen linker und rechter Euterhälfte ausgewertet, die Ergebnisse der Zellzählung werden zudem logarithmiert dargestellt. Die BU erfolgte im

Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Sachsen. Die Befunde wurden in den Kategorien „bakteriologisch negativ“ (BU–) und „bakteriologisch positiv“ (BU+) sowie „Staphylococcus aureus negativ“ oder „Staphylococcus aureus positiv“ (Staph– oder Staph+) zusammengefasst. Die Heraushebung der Staphylokokken beruht auf der Bedeutung, die sie für die Mastitisentstehung beim Schaf generell haben (BOSTEDT, 1989; TRÁVNÍČEK und FEDERIČ, 1994; KIRK und GLENN, 1996). Die Zelldifferenzierung erfolgte in Anlehnung an HINCKLEY (1983). Die Milchzellen wurden in Makrophagen, polymorphkernige Leukozyten (PKL), Lymphozyten und nicht differenzierbare Zellen eingeteilt. Den Merkmalskomplexen Milch, Eutergesundheit und Euterform wurden Einflussfaktoren zugeordnet und varianzanalytisch (Verfahren GLM) ausgewertet. Die zur Prüfung der Varianzhomogenität berechneten F-Werte und die Ergebnisse des Mittelwertvergleiches (Tukey–Test für ungleiche Gruppenbesetzung) sind in den Ergebnistabellen wiedergegeben. Zur Prüfung der Wirkungen unterschiedlicher Zellzahlen auf die untersuchten Merkmale wurden Zellzahlklassen 1 bis 5 als Faktorstufen gebildet und diese als fixer Effekt „Anteil somatischer Zellen in der Milchprobe“ in das Modell der Varianzanalyse aufgenommen (1: <125000; 2: 125001–250000; 3: 250001–400000; 4: 400001–1.000000; 5: >1.000000 Zellen/ml).

Als Mittelwerte der Merkmale in den Klassenstufen werden die Least square means (LSM) angegeben und deren Differenzen auf Signifikanz geprüft. Es wurden das Tabellenkalkulationsprogramm Excel für Windows 95, Version 7.0 (Microsoft Corporation 1985-1995) und die Statistikprogramme SAS, Version 6.11 (SAS Institute Inc. 1989-1996) bzw. Statistica Rel. 6 (StatSoft, Inc., 1984-2003) angewendet. Die varianzanalytische Auswertung und die Ermittlung der Korrelationskoeffizienten basieren bei den Zellgehalten auf logarithmierten Werten.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Messungen an den Eutern sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Zitzenlänge weist die höchste Variabilität auf. Die Euterhöhe ist ebenfalls sehr variabel. Der Euter-Boden-Abstand, ein für den Melkprozess wichtiges Merkmal, hat eine Variationsbreite von 17 bis 43 cm. Er wird einerseits von der Kreuzbeinhöhe und andererseits von der Haltung des Schafes beim Messen beeinflusst. Die Zisternenhöhe weist auf Grund der subjektiven Beurteilung der Messpunkte einen hohen Fehler auf, ihre Variabilität beruht vor allem auf der unterschiedlich ausgeprägten Aussackung des Zisternenteils nach unten. An 225 Eutern wurde die Tiefe des Spaltes zwischen den Euterhälften ermittelt. Sie wird sowohl von der Straffheit der Euteraufhängung als auch von der Zisternenhöhe bestimmt. Bei den Euterbefunden (Tab. 2) sind die hohen Anteile von asymmetrischen Eutern und von Hängeeutern bemerkenswert. Hängeeuter sind häufiger „asymmetrisch“ als Kugeleuter (Tab.3). Asymmetrien können durch Mastitiden oder durch ungleichmäßige Euterentleerung (unterschiedliche Lämmerzahlen), verursacht werden. Im letzteren Falle fehlen Symptome von Entzündungen, die Asymmetrie ist reversibel, d. h. in der neuen Laktation kaum mehr nachweisbar. Der Bodenabstand von Hängeeutern ist geringer als der von Kugeleutern, weswegen erstere stärker bakterieller Kontamination und Traumatisierung ausgesetzt sind. Bei Hängeeutern ist die Zisternenhöhe größer. Diese Euter sind meist auch breiter. Die Laktationsnummer hat Einfluss auf die Eutermaße (Tab. 4). Mit jeder Laktation werden die Euter größer und der Bodenabstand geringer. Auch die Aussackung der Drüsenzisterne nach unten nimmt zu. Bei höherer Lammzahl je Lammung sind die Euter

meist größer, was mit dem stimulierenden Einfluss der Lämmer auf die Milchleistung zusammenhängen kann.

Tabelle 1

Statistische Maßzahlen (in cm) für die ermittelten Eutermaße (Means, medians and standard deviations of the udder measures)

Merkmal	Mittelwert	Median	Standardabweichung
Euter-Boden-Abstand	32,83	33,00	4,20
Euterhöhe	20,80	20,00	4,26
Euterbreite	16,44	17,00	2,40
Zitzenlänge	5,04	5,00	1,02
Zisternenhöhe	3,88	3,50	1,54
Spalttiefe	2,30	2,00	1,35

Tabelle 2

Subjektiv beurteilte Euterformmerkmale und ihre Anteile in den Bewertungsklassen (Subjective evaluation of udder traits)

Merkmal		%
Eutergröße	Klein	5,8
	Mittelgroß	88,8
	Groß	5,4
Eutertyp	Kugeleuter	60,4
	Hängeeuter	39,6
Symmetrie des Euters	Symmetrisch	77,2
	Asymmetrisch	22,8
Zitzenneigung	Senkrecht nach unten	5,0
	Schräg nach der Seite	81,9
	Horizontal nach der Seite	13,1
Position der Zitzen	Horizontal nach vorn	2,3
	Schräg nach vorn	95,8
	Senkrecht nach unten	1,9

Tabelle 3

Prozentuale Verteilung von Eutermerkmalen auf die Typen „Kugel-“ und „Hängeeuter“ (Incidence of udder traits depending on the udder types „spherical“ and „pending“)

Merkmal	Gruppe	Eutertyp	
		Kugeleuter	Hängeeuter
Symmetrie	Symmetrisch	86,43	64,60
	Asymmetrisch	13,57	35,40
Euterbodenabstand	1 (<27 cm)	2,49	24,46
	2 (27 – 32 cm)	26,69	42,39
	3 (>32 - 37 cm)	45,20	20,11
	4 (>37 cm)	25,62	13,04
Zisternenhöhe	1 (<2,5 cm)	12,81	5,21
	2 (2,5 – 4 cm)	71,71	50,14
	3 (>4 – 5,5 cm)	10,14	19,72
	4 (>5,5 cm)	5,34	24,93

Tabelle 4

LS-Mittelwerte und Standardfehler der Eutermaße in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (LS-means and standard errors of udder measures depending on the lactation number)

Eutermaße	Laktationsnummer						F-Wert
	1		2		≥3		
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	
Bodenabstand	34,37a	0,34	32,55b	0,29	31,21c	0,27	19,9+++
Euterhöhe	18,93a	0,34	21,19b	0,29	22,32c	0,27	22,01+++
Breite	15,67a	0,18	16,76b	0,15	16,94b	0,14	9,5+++
Zisternenhöhe	3,73a	0,15	4,16b	0,13	4,36b	0,12	7,3+
Zitzenlänge	4,72a	0,09	5,23b	0,08	5,24b	0,07	10,87+++

Die mit nicht übereinstimmenden Buchstaben gekennzeichneten Mittelwerte der Eutermaße in den Faktorstufen der Laktationsnummer unterscheiden sich signifikant mit $p < 0,05$. (LSM = Least square means; SE = Standard error)

Tabelle 5

Ergebnisse klinischer Euteruntersuchungen in den Herden - prozentuale Anteile von wesentlichen Befunden an der Gesamtzahl aller Untersuchungen - absolute Befundanzahlen in Klammern (Results of clinical investigations in the flocks – percentages of findings in relation to the total numbers of investigations in flock I and II)

Herde (n)	Prozentuale Anteile der Befunde (n)			
	Asymmetrie des Euters ohne weitere krankhafte Befunde	Verhärtung des Drüsengewebes (bindegewebige Induration)	Knoten im Drüsen- gewebe	Knoten unter der Euterhaut, oft im Spalt zwischen den Euter- hälften
I (340)	7,6 (26)	5,9 (20)	4,4 (15)	4,1 (14)
II (252)	17,1 (43)	5,2 (13)	2,8 (7)	1,2 (3)

In Tabelle 5 werden Häufigkeiten von klinischen Euterbefunden dargestellt. Akute Mastitiden, Thelitiden und Euterverletzungen wurden nicht festgestellt. Bei Knoten und diffusen Verhärtungen, die für chronische Mastitiden typisch sind, gibt es fast immer entsprechende vorberichtliche Angaben. Derartige Befunde machen im Gesamtmaterial nur 5,8 % aus, wobei sie meist an Einzeltieren wiederholt erhoben werden. Bei Knoten unter der Euterhaut als Residuen von Abszessen, die von Hautverletzungen ausgehen, sind Drüsengewebe und Milch nicht verändert. Lymphknotenschwellungen sind im ausgewerteten Material sehr selten.

Tabelle 6

Milchzellen und elektrische Leitfähigkeit in Hälftenanfangsgemelk- und Gesamtgemelkproben (Somatic cell counts and electrical conductivity in foremilk samples of udder halves or samples from the whole udder)

Merkmale	Statistische Maßzahlen		
	Mittelwert	Median	Standardabweichung
Zellzahl (ZZ) im Gesamtgemelk	2275,33	258,00	5230,35
ZZ Hälftengemelk	1644,98	79,00	5374,77
lg ZZ Gesamtgemelk	5,56	5,41	0,82
lg ZZ Hälftengemelk	5,20	4,90	0,79
Differenz der lgZZ zwischen Hälftengemelken	0,49	0,16	0,62
Leitfähigkeit (LF)	5,09	5,00	0,76
LF-Differenz zw. Hälftengemelken	0,34	0,10	0,69
Anteil PKL an Gesamtzellzahl in %	37,49	32,00	21,19

Tabelle 6 enthält statistische Maßzahlen bei Milchzellen und LF in Proben aus Hälftenanfangs- und Gesamtgemelken. Die Zellgehalte entsprechen denen in der Literatur (LAGRIFOUL et al., 1993; MOLNÁR und KUKOVICS, 1993; SCHODER et al., 1993; MIELKE, 1994; RANUCCI und MORGANTE, 1994). Sowohl die Unterschiede zwischen arithmetischen Mittelwerten und den Medianen als auch die Standardabweichungen weisen auf hohe Streuungen und schiefe Verteilungen hin. Die Differenzen zwischen den Zellzahlen in Proben aus den linken und rechten Euterhälften steigen in Abhängigkeit von der Zellzahlklasse (Abb. 1). Ab 400 000 Zellen/ml Milch wird das besonders deutlich, was zeigt, dass die Gesundheit der betroffenen Euterhälften dann bereits deutlich beeinträchtigt ist (subklinische Mastitis). Die Unterschiede zwischen Zellzahlen in Hälftenvorgemelk- und denen in Gesamtgemelkproben beruhen vor allem auf den unterschiedlichen Gemelkfraktionen, aus denen diese Proben stammen. Die durchschnittlichen LF-Werte (die Unterschiede zwischen arithmetischen Mittelwerten und den Medianen sind gering) entsprechen den aus der Literatur mitgeteilten (MOLNÁR und KUKOVICS, 1993). Die LF-Werte und ihre Differenzen zwischen den Euterhälften (Abb. 2) werden mit Anstieg der Zellzahlklassen höher, was bereits ab 200 000 bis 300 000 Zellen/ml Milch deutlich wird. Der durchschnittliche prozentuale PKL-Anteil am Zellgehalt entspricht Angaben aus der Literatur (RANUCCI und MORGANTE, 1994), wobei wie bei anderen Spezies mit steigenden Gesamtzellgehalt der PKL-Anteil infolge verstärkter Auseinandersetzung mit bakteriellen Entzündungserregern ansteigt.

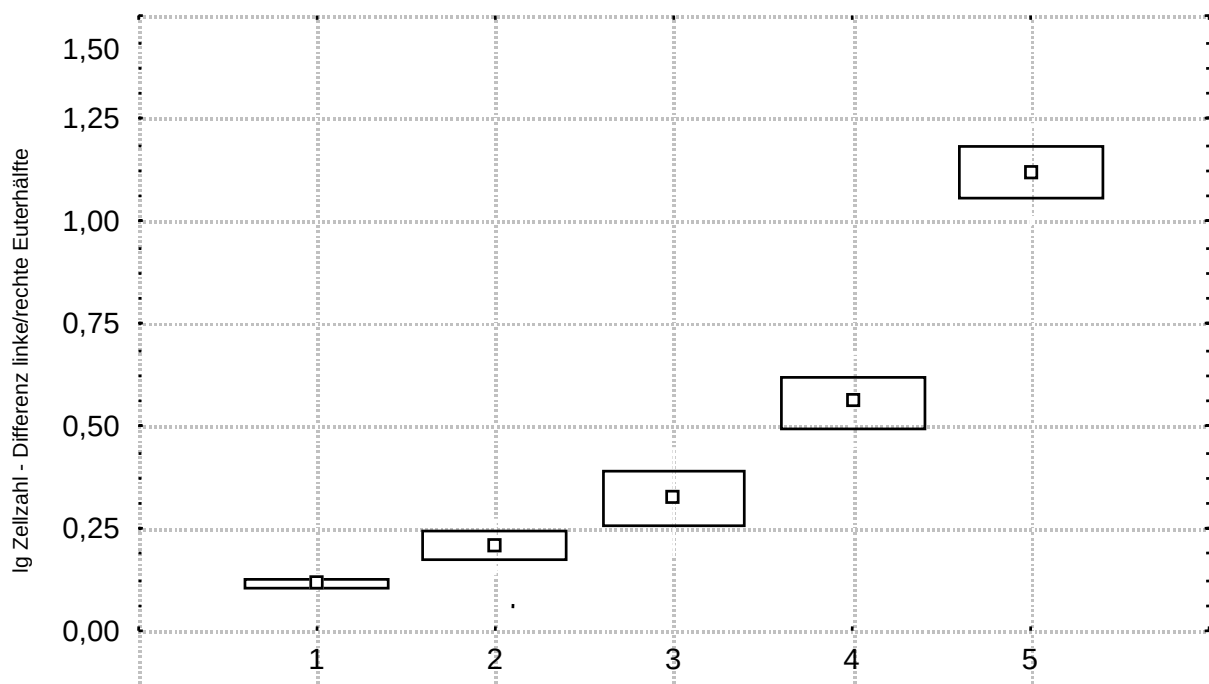


Abb. 1: LS-Mittelwerte und Standardfehler der Differenzen der Zellzahlen/ml aus Milchproben der jeweiligen linken und rechten Euterhälfte in Abhängigkeit von der Zellzahlklasse des Gesamtgemelks (1: <125000; 2: 125001-250000; 3: 250001-400 000; 4: 400001-1.000000; 5: >1.000000 Zellen/ml) (LS-means and standard error of differences in milk cell counts between the two udder halves depending on the cell count classes in whole udder samples)

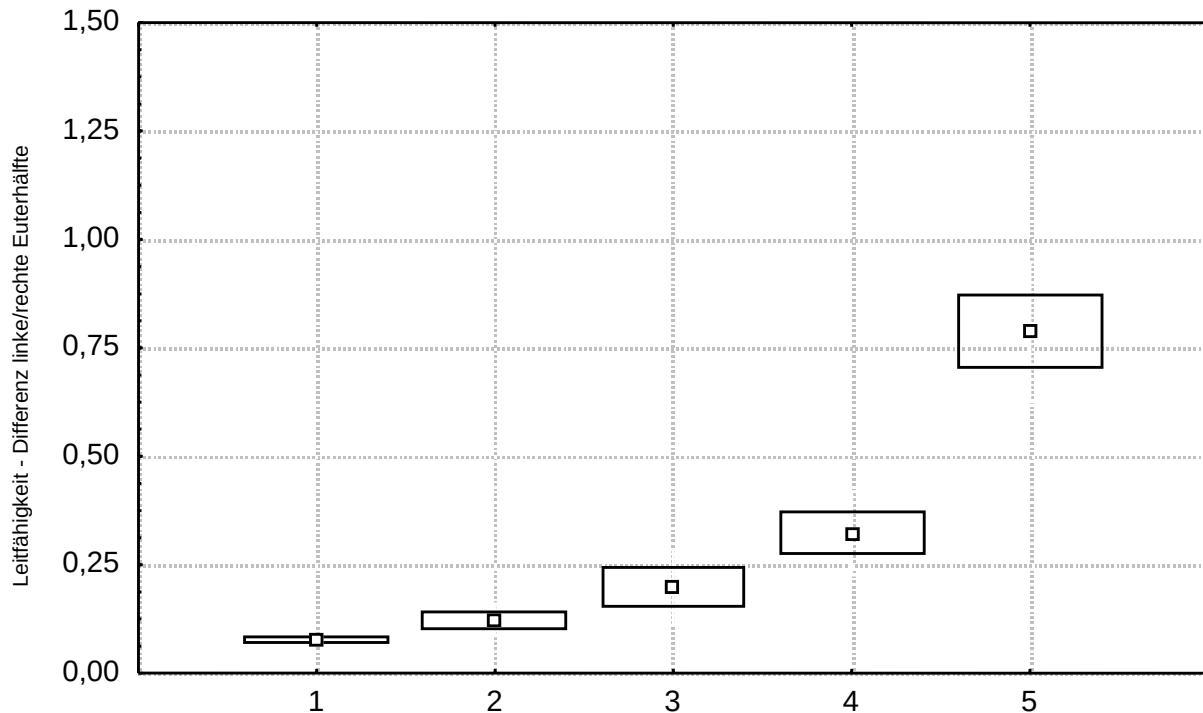


Abb. 2: LS-Mittelwerte und Standardfehler der Differenzen der Leitfähigkeitswerte aus Vorgemelksproben der jeweiligen linken und rechten Euterhälfte in Abhängigkeit von der Zellzahlklasse des Gesamtmelks (1: <125000; 2: 125001-250000; 3: 250001-400 000; 4: 400001-1.000 000; 5: >1.000000 Zellen/ml) (LS-means and standard error of differences in electrical conductivity in foremilk samples of the two udder halves depending on cell count classes in whole udder milk samples)

Die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen (BU) mit positivem Befund machen im Gesamtmaterial 48,4 % aus; bei 5,5% der Proben wurde *Staph. aureus* nachgewiesen. Diese Inzidenz entspricht Literaturangaben (BOSTEDT, 1989; DEINHOFFER, 1993; TRÁVNÍČEK und FEDERIČ, 1994). *Staph. aureus* als verbreiteter Mastitisverursacher beim Schaf ist auch in diesen Untersuchungen mit über einem Viertel aller positiven Proben häufig vertreten. Die anderen Erreger verteilen sich auf koagulase-negative Staphylokokken, Streptokokkenspezies, koliforme Bakterien, aerobe Sporenbildner u. a., ohne dass einzelne Spezies vorherrschen. Die Milch aus BU-positiven Euterhälften weist hohe LF-Werte und Zellzahlen auf. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer logarithmierten Zellzahl von 6,0 (entspricht einem natürlichen Zahlenwert von 1 Mio. Zellen/ml Milch) bakteriologisch positive Milchproben ermittelt werden, liegt bei mehr als 80 % (Abb. 3).

Tabelle 7

LS-Mittelwerte und Standardfehler von Merkmalen der Eutergesundheit bei symmetrischen und asymmetrischen Eutern (LS-means and standard errors of udder health traits in symmetric and asymmetric udders)

Merkmal	Symmetrisch		Asymmetrisch		F- Wert
	LSM	SE	LSM	SE	
lg ZZ im Hälftengemelk	5,15a	0,03	5,59b	0,06	18,5+++
Elektrische Leitfähigkeit	5,08a	0,03	5,56b	0,06	62,6+++
LF-Differenz	0,39a	0,04	0,84b	0,07	35,4+++
% PKL an ZZ	37,32a	1,22	44,69b	2,10	9,12+++

Die mit nicht übereinstimmenden Buchstaben gekennzeichneten Mittelwerte der Merkmale der Eutergesundheit in den Faktorstufen der Euterform unterscheiden sich signifikant mit $p < 0,05$. (LSM = Least square means; SE = Standard error)

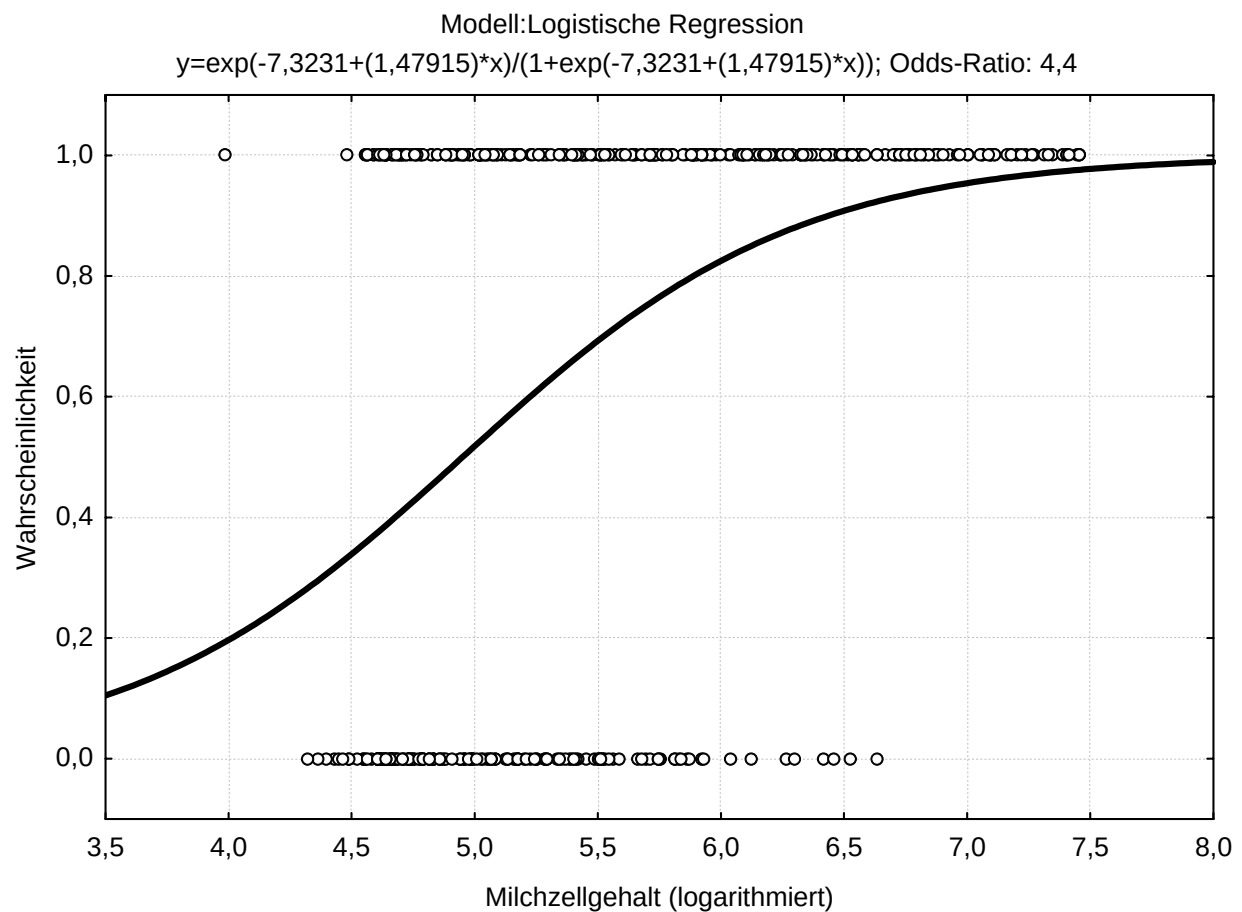


Abb. 3: Funktion der geschätzten Wahrscheinlichkeit für einen positiven Erregernachweis in Abhängigkeit vom Gehalt somatischer Zellen in Hälftenvorgemelkproben (Probability of positive bacteria found depending on cell count in half udder milk samples)

Tabelle 8

LS-Mittelwerte und Standardfehler von Merkmalen der Eutergesundheit in Abhängigkeit vom Euter-Boden-Abstand (LS-means and standard error of udder health traits depending of the udder-floor distance)

Bodenabstandsgruppe									
Merkmal	<27cm		27 – 32cm		>32 – 37cm		>37 cm		F-Wert
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	
lg ZZ									
im Hälftengemelk	5,67a	0,11	5,28b	0,07	5,20	0,06	5,03	0,60	5,3+++
Elektrische Leitfähigkeit	5,33a	0,10	5,10b	0,06	5,07	0,06	4,92	0,06	2,3-
LF-Differenz	0,72a	0,08	0,50b	0,05	0,48	0,05	0,47	0,08	0,3-
% PKI an ZZ	53,13a	4,02	40,83b	2,48	40,24b	2,22	37,42b	3,40	3,2+++

Die mit nicht übereinstimmenden Buchstaben gekennzeichneten Mittelwerte der Merkmale der Eutergesundheit in den Faktorstufen des Euter-Boden-Abstandes unterscheiden sich signifikant mit $p < 0,05$ (LSM = Least square means; SE = Standard error)

Asymmetrien und ein geringer Bodenabstand des Euters können mit Erhöhung der Zellzahl, der LF, des PKL-Anteils und vor allem mit diesbezüglichen Differenzen zwischen den Euterhälften verbunden sein. In den fünf Klassen des Bodenabstandes von <27cm bis > 37cm steigen statistisch gesichert die logarithmierten Milchzellzahlen und sinken die LF-Werte, LF-Differenzen und prozentualen PKL-Anteile (Tab. 7 und 8). In beiden Herden sind die Zellzahlen in Milchproben aus den verkleinerten Euterhälften deutlich höher, wobei dieser Unterschied in Herden mit insgesamt ungünstige-

rer Eutergesundheitssituation (mehr positive BU-Befunde, mehr klinische Euterbefunde und deutlichere Abweichungen bei den Milchbefunden) wesentlich größer ist als in eutergesunden Herden (Tab. 5). Ebenfalls ein deutlicher Herdeneinfluss ist auf den PKL-Anteil am Gesamtzellgehalt von Schafmilchproben aus symmetrischen und asymmetrischen Eutern festzustellen.

4. Schlussfolgerungen

- Eutermaße weisen beim Ostfriesischen Milchschaaf hohe tiercharakteristische Variabilitäten auf (Zitzenlänge, Euterhöhe, Euterbreite), die von der Haltung des Tieres bei der Untersuchung (Euter-Boden-Abstand) und der aktuellen Milchleistung (Zitzenneigung, Zisternenhöhe) abhängen.
- Hängeeuter sind häufiger „asymmetrisch“ als Kugeleuter. Das wird durch Mastitiden und ungleiche Entleerung der Euterhälften durch die Lämmer verursacht. Der Bodenabstand von Hängeeutern ist geringer als der von Kugeleutern, die Aussackung der Euterzisterne nach unten ist stärker. Hängeeuter sind den Gefahren bakterieller Kontamination und Traumatisierung stärker ausgesetzt.
- Die Euter werden mit zunehmender Laktationszahl größer, der Bodenabstand verringert sich, die Zisternenhöhe nimmt zu.
- Bei Zellgehalt und Leitfähigkeit der Milch können Differenzen zwischen den Euterhälften bestehen, die durch unterschiedlichen Eutergesundheitszustand bedingt sind.
- Die PKL-Anteile am Milchzellgehalt sind bei Mastitiden und Euterinfektionen erhöht.
- Milchproben mit positivem BU-Befund, besonders bei Staph. aureus, weisen im Vergleich zu BU- negativen Proben häufiger hohe Zellzahlen, LF-Werte und PKL-Anteile sowie erhebliche Differenzen bei diesen Merkmalen zwischen den Euterhälften auf.
- Unter dem Aspekt der Eutergesundheit ist die Bewertung der Merkmale (und vor allem ihrer negativen Abweichungen) Eutertyp (Hängeeuter), Ausprägung der Euterhälften (Asymmetrie) und Euter-Boden-Abstand (<27 cm) besonders aussagekräftig.
- Beim Melken, bei der Gesundheitsüberwachung und in der Zuchtarbeit muss das Euter verstärkt beachtet werden, um Herdengesundheit und Milchqualität stabil zu halten.

Das Literaturverzeichnis liegt bei den Autoren vor

Anschriften der Verfasser
 Prof. JOACHIM SCHULZ
 Paul-List-Str. 11b
 D-04103 Leipzig

Dr. REINHARD SÜß
 Landeskontrollverband Sachsen-Anhalt e.V
 Angerstraße 6
 D-06118 Halle/Saale

Prof. ROLF-DIETER FAHR †
 Institut für Tierzucht und -haltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 A.-Kuckhoff-Str. 35
 D-06108 Halle/Saale

MARCIN T. GÓRECKI¹, JACEK WÓJTOWSKI¹, PRZEMYSŁAW KACZMAREK²,
ROMUALDA DANKÓW³, DOROTA CAIS-SOKOLIŃSKA³ and
KRZYSZTOF W. NOWAK²

Concentrations of progesterone and 17 β -estradiol in blood and milk and those of natural inhibitors in milk of goats in various physiological stages

Abstract

The aim of the study was to investigate how the physiological condition of goats affects the contents of progesterone and 17 β -estradiol in the blood and milk and the presence of natural inhibitors in milk.

The experimental material consisted of the milk and blood from 13 two- and three-year old goats, in which heat and ovulation were synchronized. Blood and milk samples were collected in the consecutive days, counting from the moment of ovulation: -47, -19 (the day of sponge administration), -2, 0, 2, 6, 18, 21, 40, 66 and 104. The presence of natural inhibitors in milk was determined using BRT[®].

The concentrations of progesterone and 17 β -estradiol in the blood and milk were radioimmunoassayed using tagged hormones [¹²⁵I].

The highest concentration of estradiol in blood (76.26 pmol/l) was found 2 days before ovulation. Progesterone content reached a very high level starting from the 6th day of pregnancy, assuming the value of ca 62.5 nmol/l on day 66 and 104 of pregnancy. The levels of both progesterone and estradiol in milk were strongly correlated with the content of a given hormone in blood ($r > 0.9$; $p = 0.0001$). BRT showed the presence of inhibitors in the milk of all the investigated goats on the 6th day after ovulation, which may not be explained either by the action of progesterone, or estradiol *per se*.

Key Words: goat, progesterone, 17 β -estradiol, natural inhibitors, blood, milk

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Progesteron und 17 β -Estradiol Konzentration im Blut und in der Milch sowie der Gehalt an natürlichen Hemmstoffen in der Milch bei verschiedenen physiologischen Zuständen von Ziegen

Das Ziel der Untersuchungen war zu prüfen, wie sich der physiologische Zustand der Ziegen auf die Konzentration von Progesteron und 17 β -Estradiol im Blut und in der Milch sowie auf den Gehalt von natürlichen Hemmungssubstanzen in der Milch auswirkt. Das Untersuchungsmaterial, Milch und Blut, wurde zwei- und dreijährigen Ziegen entnommen, bei denen die Brunst und Ovulation synchronisiert wurde. Die Blut- und Milchprobenentnahme erfolgte, ab Ovulationstag, am -47, -19 (Deponierung der Vaginalschwämmchen), -2, 0, 2, 6, 18, 21, 40, 66 und 104 Tag. Der Hemmstoffgehalt in der Milch wurde mittels BR-Test[®] überprüft. Die Progesteron- und 17 β -Estradiolkonzentration im Blut und in der Milch wurde durch einen spezifischen Radioimmunoassay bestimmt [¹²⁵I].

Die höchste Estradiolkonzentration im Blutplasma (76, 26 pmol/l) wurde zwei Tage vor der Ovulation festgestellt. Die Progesteronkonzentration war ab 6. Tag der Trächtigkeit sehr hoch und am 66. und 104. Trächtigkeitstag betrug sie ca. 62,5 pmol/l. Sowohl die Progesteron- als auch die Estradiolkonzentration in der Milch waren mit dem Gehalt beider Hormone im Blut hoch korreliert ($r > 0,9$; $p = 0,0001$). Der BR-Test ergab bei dem Hemmstoffgehalt in der Milch bis zum 6. Tag nach der Ovulation eine Übereinstimmung hinsichtlich der Hormongehalte, während danach ungerichtete Effekte beobachtet wurden.

Schlüsselwörter: Ziege, Progesteron, 17 β -Estradiol, natürliche Hemmstoffe, Blut, Milch

Introduction

The content of hormones in blood may be reflected in their contents in the secretions and excretions of the animal's organism, but it is not always the case.

The level of progesterone in the saliva of the Hawaiian monk seal (*Monachus schauinslandi*) is correlated with the blood progesterone level (PIETRASZEK and

ATKINSON, 1994), whereas in the false killer whale (*Pseudorca crassidens*) no such correlation was found (ATKINSON et al. 1999).

The processability of goat milk depends – among other things – on the physiological stage of the animal (WSZOLEK, 1997). The Provincial Department of Veterinary Medicine in Poznań repeatedly informed that frequently inhibitors were found in the milk obtained from goats in the state of sexual activity, in spite of the assurances by the owners that foreign inhibitors did not get to the milk. Thus, a hypothesis was formulated that the milk of sexually active goats contains natural inhibitors (DANKÓW et al., 1997).

The aim of the conducted investigations was to examine how the physiological status of goats affects the contents of progesterone and 17β -estradiol in their blood and milk and the presence of natural inhibitors in the milk.

Material and methods

The experimental material consisted of the milk and blood of 13 two- and three-year old goats of the White Improved breed and crosses of this breed with the Boer breed, in which heat and ovulation were synchronized using the Chrono-Gest[®] method (INTERVET 1997). Vaginal sponges containing 45 mg Cronolone preparation (Flugestone acetate) were inserted into the goats in the middle of August for the period of 17 days. Forty eight hours before the sponges were removed goats were given an intramuscular injection of 500 IU PMSG. Thirty six hours after the sponges were removed goats were serviced. The service was repeated after 12 hours. All the goats were fertilized and kidded at the turn of January and February (the length of gestation 148 – 152 days).

Blood samples (*Vena jugularis externa*) were collected from the goats 11 times (from the middle of July to November) during the morning milking to determine progesterone and 17β -estradiol contents. At the same time milk samples were collected to determine the contents of the above mentioned hormones and detect the possible presence of inhibitors.

Samples were collected on the consecutive days, counting from the moment of ovulation: -47, -19 (the day of sponge administration), -2, 0, 2, 6, 18, 21, 40, 66 and 104, respectively.

The presence of natural inhibitors in milk was determined using BRT[®] (Brillant Reduction Test), in the three-hour incubation at the temperature of $64-65^{\circ}\text{C}$, using *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* C-953 as the testing organism, at the Laboratory of Milk Hygienic Quality of the Regional Dairy Cooperative, Poznań-Dębiec (PN-91/A-86033).

The levels of progesterone and 17β -estradiol in blood serum and milk were assayed by radioimmunoassay using Progesteron Tests [^{125}I] SPECTRIA and Estradiol [^{125}I] SPECTRIA (OBRI Polatom, Otwock-Świerk, Poland). Cross-reactivity of the progesterone antiserum was 3.9% for pregnenolone and less than 1% for other steroids, whereas estradiol antiserum demonstrated 1.4% cross-reactivity with ethinyloestradiol and less than 1% with other steroids. Intra- and interassay variations were 3.2% and 2.3% for estradiol and 4.2% and 5.1% for progesterone, respectively. Measurements were taken on the LKB Wizard gamma counter. The method of direct determination of hormone levels was applied, and milk samples were subjected to the action of ultrasounds prior to the determination in order to obtain uniform material. To

confirm the obtained results random testing was applied, using the method of high performance liquid chromatography. The levels of the above mentioned hormones were determined at the Isotopic Laboratory, Department of Animal Physiology and Biochemistry, the Agricultural University of Poznań.

Pearson's correlations were calculated between hormone contents and a univariate analysis of variance was performed using the least square method in order to assess changes in the hormone levels between recordings (SAS[®], 1996).

Results

The mean level of progesterone in the blood of goats up to the day of ovulation did not exceed 2 nmol/l (0.629 ng/ml), Fig. 1. During the consecutive recordings a considerable increase in the blood content of this hormone was observed; it remained at the level of 43-53 nmol/l (13.5-16.7 ng/ml) between day 6 and 40 of gestation, and reached approx. 62 nmol/l (19.5 ng/ml) on day 66 and 104 of gestation.

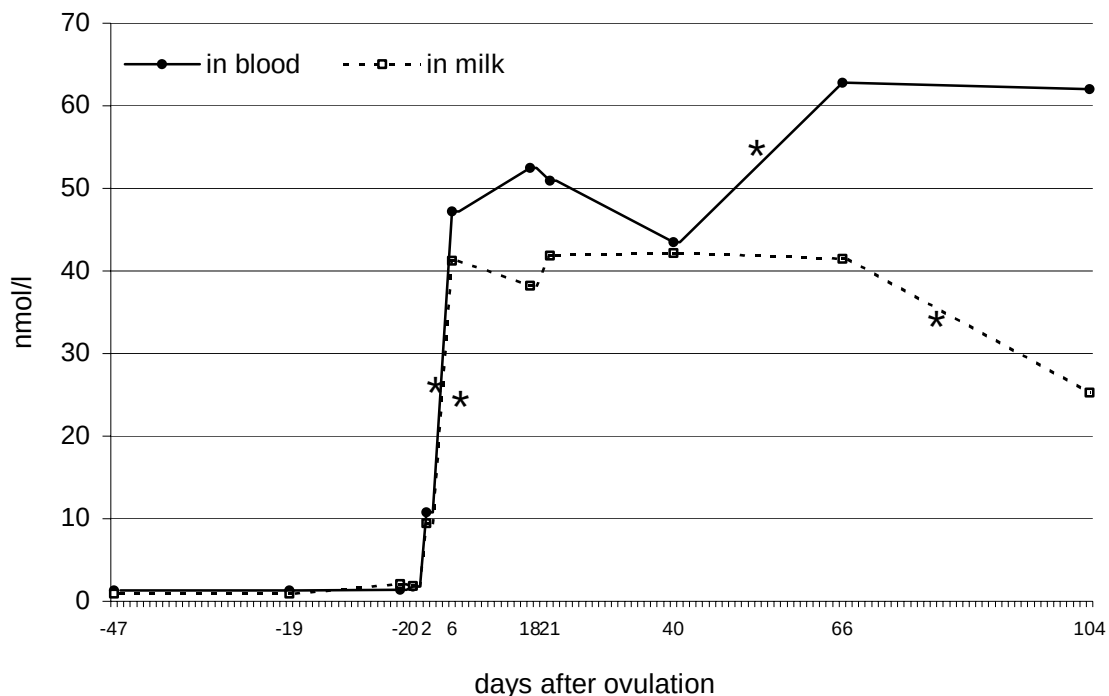


Fig. 1: Progesterone level . * - significantly differences at $p < 0.05$ (Progesteronkonzentration. * - signifikante Unterschiede bei $p < 0,05$)

The mean level of progesterone in milk was as a rule lower than that in blood and strongly correlated with it ($r=0.92$; $p=0.0001$). Differences in progesterone levels in blood and milk are distinct since the 6th day of gestation (Fig. 1). Between day 6 and 66 of pregnancy the progesterone level in milk was stable (38.23 – 42.17 nmol/l) and did not show changes found in case of the blood progesterone content. On day 104 of gestation the level of progesterone in milk dropped considerably to the value of 25.28 nmol/l, whereas the blood progesterone level was at that time 62.02 nmol/l.

The mean estradiol level in the blood of goats during the first two recordings did not exceed 8 pmol/l (2.18 pg/ml), Fig. 2. Two days before ovulation it reached the highest value of 76.26 pmol/l (20.77 pg/ml), followed by a rapid drop to 14.58 pmol/l (3.97 pg/ml) on the day of ovulation. Next it was growing until day 40 of gestation, it fell on

day 66 of gestation and again rose reaching the value of 41.27 pmol/l (11.24 pg/ml) on day 104 of gestation.

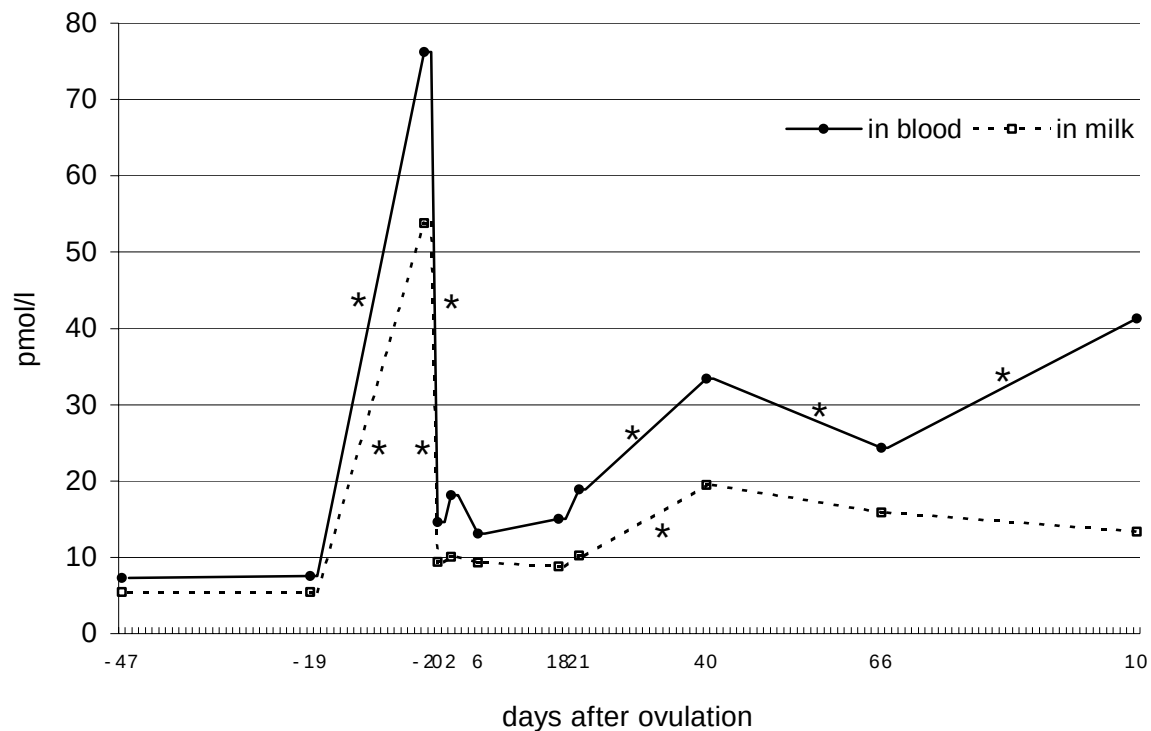


Fig. 2: Estradiol level .* - significantly differences at $p < 0.05$ (Estradiolkonzentration. * - signifikante Unterschiede bei $p < 0,05$)

The mean level of estradiol in milk was strongly correlated with the blood level of this hormone ($r=0.95$; $p=0.0001$). Changes in milk estradiol contents differed from those in blood; the increase between the day of ovulation and the 40th day of pregnancy was less pronounced, followed by a decrease (Fig. 2). Similarly as in case of progesterone, on day 104 of gestation the highest difference was observed in the contents of estradiol in blood (41.27 pmol/l) and milk (13.34 pmol/l).

The correlation between progesterone and estradiol contents was not statistically significant ($p > 0.05$).

Except for three recordings natural inhibitors were not detected in milk. On day 2 after ovulation ambiguous results ($\pm$) were obtained for the milk of all the investigated goats. On day 6 after ovulation all the results were positive (+), whereas on day 18 after ovulation the $\pm$ result was found in the milk of 4 animals, with the negative result for all the other animals.

Discussion

Similar levels to those in the investigations conducted by the authors of this study in case of progesterone contents in the blood of goats before and after ovulation (0.42 ng/ml in the autumn and 0.27 ng/ml in the spring) were also observed by BŁASZCZYK et al. (2004).

Also ENGELAND et al. (1997) found a similar progesterone level (1.9 nmol/l) in the blood of non-pregnant goats 20 days after ovulation. However, blood progesterone levels found in the investigations by the authors of this study during later recordings were higher than those reported by other researchers.

DE CASTRO et al. (1999), while investigating the ovarian activity in non-pregnant goats, found the level of progesterone of approx. 5ng/ml on day 6 after ovulation (14.8 ng/ml in the investigations conducted by the authors of this study).

SOUSA et al. (1999), who investigated blood progesterone levels in pregnant goats, found that it differed significantly between the 1st and 3rd week of gestation. Later changes within the two- week intervals were not that distinct, although in goats of the caninde breed the blood progesterone level was also increasing between the 7th and 11th week of gestation, similarly to the results of this study. However, SOUSA et al. (1999) during the whole pregnancy did not observe progesterone levels exceeding 10 ng/ml.

Also ENGELAND et al. (1996) found in healthy pregnant goats changes in the progesterone levels similar to those in this study, although the progesterone level during the 110 days of gestation did not exceed in the cited study the value of 35 nmol/l.

ENGELAND et al. (1997) observed progesterone contents in the milk of pregnant goats starting from day 20 at the level of 20.4 nmol/l (in this study – 41.84 nmol/l on day 21 of gestation, respectively).

Milk progesterone level is correlated with the level of this hormone in blood, which makes it suitable for pregnancy diagnostics e.g.: in domestic cattle (HEAP et al. 1976), the domestic buffalo (SINGH and PUTHIYANDYM 1980) and the bottle-nosed dolphin (WEST et al. 2000). Also in case of domestic goats methods using milk progesterone levels (ELISA and latex agglutination) are considered to be good pregnancy diagnostic methods, although they are inferior in comparison to those using blood progesterone (RIA) or the observation of behavior indicating heat (ENGELAND et al. 1997). Progesterone in milk (RABIEE et al. 2001, MCCOY et al. 2002, REKSEN et al. 2002) and in butterfat (WALDMANN et al. 2001) is used in the studies on domestic cattle because „Milk progesterone monitoring offers an accurate and objective measurement of factors associated with postpartum ovarian activity which will assist in investigating the genetic and environmental factors affecting fertility” (LAMMING and DARWASH 1998).

BŁASZCZYK et al. (2004) obtained results concerning the estradiol levels in the blood of goats in heat similar to those in this study. The highest blood estradiol content did not exceed 25 pg/ml in the autumn and 20 pg/ml in the spring. DE CASTRO et al. (1999) found changes similar to those in these investigations in the blood estradiol contents in goats during heat and the luteal stage of the sexual cycle, although estradiol content was lower. It did not exceed 20 pg/ml; on the day of ovulation it was 2.7 pg/ml, whereas before oestrus it was < 3 pg/ml. DE CASTRO et al. (1999) observed the occurrence of a second, lower peak in the blood estradiol content in goats on the second day after ovulation (7.6 pg/ml), which in the investigations conducted by the authors of this study was rather slight. Reports on the second peak in the blood estradiol content in case of goats at the luteal stage are contradictory (ABAYAWARDENE and POPE 1990, LEYVA-OCARITZ et al. 1995).

In this study a strong correlation was observed between estradiol contents in the blood and milk of goats. PERHEENTUPA et al. (2002) found that the administration of estradiol in the amounts of 50-100 µg/24 h to nursing women affects the level of this hormone in their blood, but not their milk (at the application of a test with the quantity sensitivity of 5 pmol/l).

Neither of the investigated hormones explains the occurrence of inhibitors in milk. The peak of inhibitor contents in milk occurs on the 6th day after ovulation, i.e. 8 days after the peak of estradiol content in blood and milk, thus it is unjustified to conclude that estradiol *per se* is the inhibitor detected using BRT. The peak of inhibitor contents coincides with the increase in progesterone contents in blood and milk; however, later inhibitors are not detected, while the progesterone level does not decrease, thus also progesterone does not explain the presence of inhibitors. It may be concluded that inhibitors detected in goat milk are other substances active during the oestrus cycle or their metabolites.

References

- ABEYAWARDENE, S. A.; POPE, G. S.:
Concentrations of oestradiol 17 β in plasma and milk and progesterone in plasma during the oestrus cycle and in early pregnancy in goats. *Br. Vet. J.*, **146** (1990), 101-5
- ATKINSON, S.; COMBELLES, C.; VINCENT, D.; NACHTIGALL, P.; PAWLOWSKI, J.; BREESE, M.:
Monitoring of progesterone in captive female false killer whales, *Pseudorca crassidens*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **115** (1999), 323-32
- BŁASZCZYK, B.; UDAŁA, J.; GĄCZARZEWICZ, D.:
Changes in estradiol, progesterone, melatonin, prolactin and thyroxine concentrations in blood plasma of goats following induced estrus in and outside the natural breeding season. *Small Rum. Res.*, **51** (2004), 209-19
- DANKÓW, R.; WÓJTOWSKI, J.; MATYLLA, P.:
Występowanie naturalnych substancji hamujących w mleku owczym. *Zesz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.*, **34** (1997), 117-122
- DE CASTRO, T.; RUBIANES, E.; MENCHACA, A.; RIVERO, A.:
Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, **52** (1999), 399 – 411
- ENGELAND, I.V.; ROPSTAD, E.; ANDERSEN, Ø.; EIK, L. O.:
Pregnancy diagnosis in dairy goats using progesterone assays kits and oestrus observation. *Anim. Reprod. Sci.*, **47** (1997), 237-43
- ENGELAND, I.V.; WALDELAND, H.; KINDAHL, H.; ROPSTAD, E.; ANDERSEN, Ø.:
Effect of *Toxoplasma gondii* infection on the development of pregnancy and on endocrine foetal-placental function in the goat. *Vet. Parasitol.*, **67** (1996), 61-74
- HEAP, R. B.; HOLDSWORTH, R.J.; GADSBY, J.E.; LAING, J.A.; WALTERS, D. E.:
Pregnancy diagnosis in the cow from milk progesterone concentration. *Br. Vet. J.*, **132** (1976), 445-64
- INTERVET INTERNATIONAL B. V.:
Chrono-Gest-Application Guide, (1997), Boxmeer-Holland, 1-3.
- LAMMING, G. E.; DARWASH, A.O.:
The use of milk progesterone profiles to characterise components of subfertility in milked dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **52** (1998), 175-90
- LEYVA-OCARITZ, H.; MUNRO, C.; STABENFELDT, G. H.:
Serum LH, FSH, estradiol-17 β and progesterone profiles of native and crossbred goats in a tropical semiarid zone of Venezuela during the estrus cycle. *Anim. Reprod. Sci.*, **35** (1995), 415-26
- MCCOY, M. A.; MAYNE, C. S.; LENNOX, S. D.; VERNER, M.; MACKEY, D. R.; MCCAUGHEY, W. J.; CATNEY, D. C.; GORDON, A. W.; KENNEDY, B.; WYLIE, A. R. G.; GORDON, F. J.:
Fertility and milk progesterone profiles in dairy herds in Northern Ireland. *Res. Vet. Sci.* **72** (2002), Suppl. 1, 9
- PERHEENTUPA, A.; RUOKONEN, A.; TAPANAINEN, J. S.:
Transdermal estradiol treatment suppresses serum gonadotropins during lactation without significant transfer into breast milk. *Fertil. Steril.*, **78** (2002), Suppl. 1, S198
- PIETRASZEK, J. R.; ATKINSON, S.:
Concentrations of estrone sulfate and progesterone in plasma and saliva, vaginal cytology and bioelectric impedanc during the estrus cycle of the Hawaiian monk seal (*Monachus schauinslandi*). *Mar. Mamm. Sci.*, **10** (1994), 430-41
- PN-91/A-8603:
Polska Norma. Mleko. Wykrywanie antybiotyków i innych substancji hamujących. (1991)
- RABIEE, A. R.; MACMILAN K. L.; SCHWARZENBERGER, F.:

- Plasma, milk and faecal progesterone concentrations during the oestrus cycle of lactating dairy cows with different milk yields. *Anim. Reprod. Sci.*, **74** (2002), 121-31
- REKSEN, O.; GRÖHN, Y. T., HAVREVOLL, Ø.; BOLSTAD, T.; WALDMANN, A.; ROPSTAD, E.:
Relationships among milk progesterone, concentrate allocation, energy balance, milk yield and conception rate in Norwegian cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **73** (2002), 169-84
- SAS :
SAS-User's Guide . SAS Inst. Inc. Cary, NC, (1996)
- SINGH, A.; PUTHIYANDYM, R.:
Estimation of progesterone in buffalo milk and its application to pregnancy diagnosis. *J. Reprod. Fertil.*, **59** (1980), 89-93
- SOUSA, N. M.; GARBAYO, J. M.; FIGUEIREDO, J. R.; SULON, J.; GONÇALVES P. B. D.; BECKERS, J. F.:
Pregnancy-associated glycoprotein and progesterone profiles during pregnancy and postpartum in native goats from the north-east of Brazil. *Small Rum. Res.*, **32** (1999), 137-147
- WALDMANN, A.; REKSEN, O.; LANDSVERK, K.; KOMMISRUUD, E.; DAHL, E.; REFSDAL, A. O.; ROPSTAD, E.:
Progesterone concentrations in milk fat at first insemination – effects on non-return and repeat-breeding. *Anim. Reprod. Sci.*, **65** (2001), 33-41
- WEST, K.L.; ATKINSON, S.; CARMICHAEL, M.J.; SWEENEY, J.C.; KRAMES, B.; KRAMES, J.:
Concentrations of progesterone in milk from bottlenose dolphins during different reproductive states. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **117** (2000), 218-24
- WSZOLEK, M.:
Przydatność technologiczna mleka koziego. *Prz. Mlecz.*, **1** (1997), 12-14

Authors' address

Dr. MARCIN T. GÓRECKI, Prof. Dr. habil. JACEK WÓJTOWSKI
Department of Sheep and Goat Breeding
Dr. PRZEMYSŁAW KACZMAREK, Prof. Dr. habil. KRZYSZTOF W. NOWAK
Department of Animal Physiology and Biochemistry
Dr. Romualda Danków, Dr. Dorota Cais-Sokolińska
Department of Dairy Technology
August Cieszkowski Agricultural University of Poznań, Poland

Futterraufnahme und Milchleistung des Bergschafes in Abhängigkeit von der Futterqualität und Fütterungsintensität

Abstract

Title of the paper: **Feed intake and milk performance of Austrian mountain sheep depending on roughage quality and feeding intensity**

The impact of different feeding intensity on feed intake and milk performance in Austrian Mountain Sheep was studied in a feeding experiment. Sheep were divided into different groups receiving either hay from a meadow cut twice or three times and varying amount of concentrate (5%, 30% or 55% of total ration). Average live weight of sheep in the study was 76 kg. The hay derived from the meadow cut only twice showed lower energy and protein content as well as higher quantities of raw fibre than hay produced from the meadow cut three times (7.65 MJME, 117 g RP and 325 g RF compared to 8.80 MJME, 134 g RP and 300 g RF).

Feed intake depended largely on the quality of roughage (2208 and 2222 g DM/day, respectively) and even more clearly on the amount of concentrate administered (1866, 2239 and 2541 g DM/day, respectively). Higher quality of hay and larger amounts of concentrate were related to elevated feed intake. Daily milk performance was 944 g and 1111 g depending on quality of roughage and 910 g, 977 g and 1195 g depending on level of concentrate. The group of sheep receiving highest feeding intensity seemed to lack the genetic potential to show corresponding milk performance.

Key Words: Mountain sheep, ration, feed intake, milk performance

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit Bergschafen wurde der Einfluss der Grundfutterqualität (2-Schnitt- bzw. 3-Schnittnutzung) und der Kraftfutterintensität (5 %, 30 % und 55 %) auf die Futterraufnahme und Milchleistung untersucht. Das durchschnittliche Lebendgewicht der Schafe betrug 76 kg. Das 2-Schnittheu hatte einen geringeren Energie- und Proteingehalt sowie einen höheren Rohfasergehalt als das 3-Schnittheu, 7,65 MJME, 117 g XP und 325 g XF standen 8,80 MJME, 134 g XP und 300 g XF gegenüber.

Die Futterraufnahme wurde von der Grundfutterqualität (2208 bzw. 2222 g TM/Tag) und noch deutlicher von der Kraftfutterintensität (1866, 2239 bzw. 2541 g TM/Tag) beeinflusst. Je besser die Grundfutterqualität und je höher die Konzentration der Ration, desto höher ist die Gesamtfutterraufnahme. Die tägliche Milchleistung betrug 944 und 1111 Gramm in Abhängigkeit von der Grundfutterqualität bzw. 910, 977 und 1195 Gramm in Abhängigkeit vom Kraftfutterniveau. In der Gruppe mit der besten Nährstoffversorgung hat das genetische Potential gefehlt, um eine entsprechende Milchleistung zu erbringen.

Schlüsselwörter: Bergschaf, Ration, Futterraufnahme, Milchleistung

Einleitung

Die Schafhaltung leistet einen wesentlichen Beitrag zu Erhaltung der Grünlandes im Berggebiet. Die topographisch oft schwierigen Verhältnisse erschweren vielfach eine maschinelle Bewirtschaftung. Für die Zeit der Winterfütterung, das sind im Durchschnitt 6 Monate, muss Grundfutter in Form von Heu oder Silage bereitete werden. Die Qualität dieses Grundfutters ist entscheidend für die Leistungen der Schafe und auch für den wirtschaftlichen Erfolg der Schafhaltung.

Im Berggebiet wird vorwiegend das Weiße Bergschaf gehalten. Diese Rasse ist asaisonal, sehr fruchtbar, bestens für die Almhaltung geeignet und für die Lämmerproduktion ein idealer Kreuzungspartner mit Fleischrassen. Durch das asaisonale Brunstverhalten kann mit dem Bergschaf eine ganzjährige Lämmererzeugung durchgeführt werden.

In einem mehrjährigen Fütterungsversuch wurde untersucht, wie sich eine unterschiedliche Grundfutterqualität auf die Futteraufnahme und somit auch auf die Leistung des Bergschafes auswirkt. Als unterschiedliche Grundfutterqualität wurde Heu von einem Dauergrünland erzeugt, das zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt geerntet wurde. Der Schnitzeitpunkt beeinflusst die Qualität des Futters im Hinblick auf Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit. Ein früher Schnitzeitpunkt hat aber auch zur Folge, dass mehr Schnitte bzw. Ernten pro Vegetationsperiode möglich sind, was allerdings mit einem höheren Aufwand verbunden ist. Ob sich dieser höhere Aufwand in einer besseren Leistung der Tiere niederschlägt, ist auch eine entscheidende Frage. Eine weitere Fragestellung ist der Einsatz von Kraftfutter im Grünlandgebiet, da dieses praktisch importiert werden muss.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 18 Bergschafen durchgeführt. Für die Auswertung wurden die Laktationen 2 bis 5 herangezogen. Die erste Laktation diente zur Feststellung des Leistungspotentials, um die Tiere entsprechend auf die Versuchsgruppen gleichmäßig aufzuteilen. Die Laktationsdauer betrug maximal 150 Tage, bei Absinken der täglichen Milchleistung unter 200 g wurde die Laktation vor dem 150. Tag beendet.

Die Ration bestand aus Heu und Kraftfutter. Das Heu wurde zur freien Aufnahme angeboten. Beim Kraftfutter gab es 3 verschiedene Intensitäten, 5 %, 30 % und 55 % der Trockenmasseaufnahme. Zur Ermittlung der individuellen Futteraufnahme wurden die Tiere an 4 Tagen in der Woche (Montag-Donnerstag) angebunden und das Heu 2 mal täglich eingewogen. Der Futterrest wurde am nächsten Morgen zurückgewogen. Das Kraftfutter wurde am Melkstand 2 mal täglich verabreicht.

Die unterschiedlichen Grundfutterqualitäten bei Heu wurden durch eine 2-Schnitt- bzw. 3-Schnittnutzung erzeugt.

Tabelle 1

Nährstoffgehalte der Futtermittel in der Trockenmasse (Chemical composition of hay and concentrate in DM)

Futtermittel	ME (MJ/kg)	ME (NEL/kg)	XP, g/kg	XF, g/kg	Ca, g/kg	P, g/kg	Cu, mg/kg
Heu 2-Schnitt	7,65	4,31	117	325	5,6	2,7	7,7
Heu 3-Schnitt	8,80	5,09	134	300	6,1	3,1	8,2
Kraftfutter	12,30	7,75	171	77	12,8	5,4	10,0

Tabelle 2

Zusammensetzung des Kraftfutters (Composition of concentrate)

Futtermittel	%
Gerste	30
Mais	15
Hafer	15
Trockenschnitzel	15
Sojaextraktionsschrot	9
Rapsextraktionsschrot	8
Mineralstoffmischung für Schafe	3
Kohlensaurer Futterkalk	2

Die Lämmer wurden unmittelbar nach der Geburt abgesetzt und die Schafe mit der Melkmaschine 2 mal täglich gemolken. Die tägliche Milchmenge wurde an 4 Tagen in der Woche (Montag-Donnerstag) gemessen.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem LSMLMW-Programm von HARVEY (1987). Es wurde folgendes Modell für die Haupteffekte und deren Wechselwirkung verwendet:

$$Y_{ijk} = \mu + Gf_i + KF_j + GF*KF + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variable

μ = gemeinsame Komponente

Gf_i = fixer Effekt der Grundfutterqualität i, i=1,2 (2-Schnitt und 3-Schnitt)

KF_j = fixer Effekt der Kraftfutterintensität j, j=1-3 (5%, 30% und 55%)

$GF*KF$ = Wechselwirkung zwischen den fixen Effekten

e_{ijk} = Restkomponente

Ergebnisse

Die Schnitthäufigkeit hat auf den Ertrag nur einen geringen Einfluss. Im Durchschnitt aller 4 Jahre lag der Trockenmasseertrag je ha auf der 2-Schnittfläche bei 7674 kg und auf der 3-Schnittfläche bei 7971 kg. In den ersten beiden Jahren wurde allerdings auf den 3-Schnittflächen um 30 kg N/ha mehr gedüngt als auf den 2-Schnittflächen, was sich natürlich auf den Ertrag auswirkte. Die Niederschläge waren in den 4 Jahren recht unterschiedlich und das Jahr 1999 war ein besonders trockenes, was sich entsprechend negativ auf die Wachstum ausgewirkt hat.

Tabelle 3

Futtererträge, Niederschlag und Temperatur in den Jahren 1997 – 2000 (Grassland yield, precipitation and temperature in the years 1997 – 2000)

	1997	1998	1999	2000
2-Schnittnutzung, kg TM/ha	7545	8256	7019	7875
3-Schnittnutzung, kg TM/ha	8413	8833	6682	7955
Niederschlag, mm (Summe April-September)	790	749	579	600
Mittlere Tagestemperatur, °C	13,0	13,5	13,9	14,1

Die Futteraufnahme, Milchleistung und Gewichtsentwicklung wurden stark von der Grundfutterqualität und dem Kraftfutterniveau beeinflusst. In Tabelle 4 sind diese Ergebnisse zusammengefasst. Demnach betrug die durchschnittliche tägliche Heuaufnahme 1,8 kg, 1,6 kg bzw. 1,3 kg bei 5 %, 30 % bzw. 55 % Kraftfutteranteil in der Ration. Vom Kraftfutter wurden im Durchschnitt täglich 0,1 kg, 0,6 kg bzw. 1,2 kg aufgenommen. Vom qualitativ besserem 3-Schnittheu wurde im Schnitt täglich 60 Gramm mehr aufgenommen als vom 2-Schnittheu, wodurch die tägliche Kraftfutteraufnahme um 50 Gramm reduziert werden konnte. Die gesamte tägliche Trockenmasseaufnahme lag im Durchschnitt bei 2,2 kg. Das Kraftfutterniveau hat einen sehr deutlichen Einfluss auf die Gesamttrockenmasseaufnahme. Je höher der Kraftfutteranteil in der Ration ist, desto höher ist die Gesamttrockenmasseaufnahme. Die Werte betragen 1,9 kg, 2,2 kg bzw. 2,5 kg.

Die höhere Futteraufnahme hat natürlich auch einen positiven Einfluss auf die Milchleistung. In der Gruppe mit dem guten Grundfutter lag die tägliche Milchmenge um 167 Gramm über jener mit dem schlechten Grundfutter. Noch deutlicher ist der Unterschied zwischen den 3 Kraftfutterstufen. Hier beträgt die Differenz der täglichen Milchmenge zwischen der niedrigsten Stufe und der höchsten 285 Gramm. Besteht die Ration aus schlechtem Grundfutter mit wenig Kraftfutterergänzung, ist die tägliche Milchleistung rund um 0,5 kg niedriger als bei einer Ration aus gutem Grundfutter hoher Kraftfutterergänzung.

Der Verlauf der Laktationskurven ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Der Einfluss der Grundfutterqualität kommt in einem höheren Niveau der täglichen Milchmenge zum Ausdruck, der Verlauf ist bei beiden Grundfutterqualitäten annähernd gleich. Anders ist der Verlauf der Laktationskurve unter dem Einfluss des Kraftfutteranteils in der Ration. Bei niedrigem Kraftfutteranteil ist von Beginn an mit einem Abfall der täglichen Milchmenge zu rechnen. Dieser Abfall ist bei mittlerem Niveau nicht so groß. Bei hohem Kraftfutterniveau ist in den ersten 3-4 Wochen sogar ein Anstieg der täglichen Milchmenge festzustellen, erst dann ist ein kontinuierlicher Abfall, ähnlich wie bei den beiden anderen Kraftfutterstufen festzustellen.

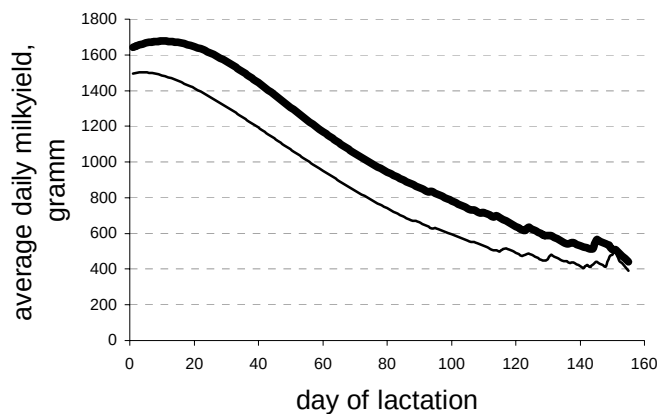


Abb. 1: Laktationskurven in Abhängigkeit von der Grundfutterqualität (Laktation curves depending on hay quality)

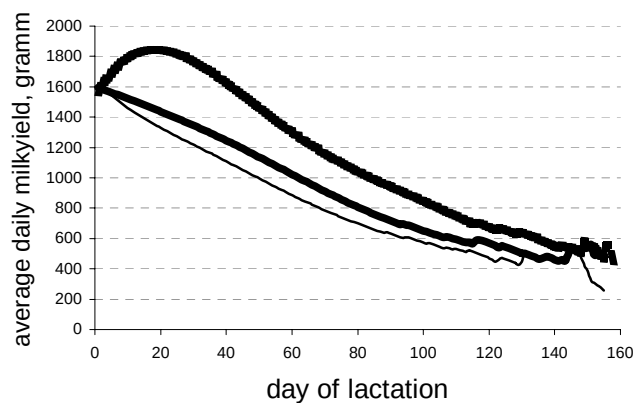


Abb. 2: Laktationskurven in Abhängigkeit vom Kraftfutteranteil in der Ration (Laktation curves depending on concentrate level in the ration)

Tabelle 4

Futtermittelaufnahme, Milchleistung und Lebendgewicht nach Grundfutterqualität und Kraftfutterintensität (Feed intake, milk performance and body weight depending on hay quality and concentrate level)

Merkmal	GF		KF			RSD	P-Werte			R ²
	2S	3S	5%	30%	55%		GF	KF	GF*KF	
GF, g TM/Tag	1535	1599	1751	1619	1330	254	<0,01	<0,01	<0,01	0,39
KF, g TM/Tag	674	623	114	619	1211	202	<0,01	<0,01	<0,01	0,83
GES, g TM/Tag	2208	2222	1866	2239	2541	325	0,01	<0,01	<0,01	0,42
Milch, g/Tag	944	1111	910	977	1195	523	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
LG, kg	73,5	78,5	72,7	74,8	80,5	9	<0,01	<0,01	<0,01	0,17

GF = Grundfutter, KF = Kraftfutter, 2S = 2-Schnittnutzung, 3S = 3-Schnittnutzung, GES = gesamte Trockenmasseaufnahme

Diskussion

Grünlandertrag und Grundfutterqualität

Der durchschnittliche Ertrag über alle 4 Jahre betrug 7800 kg T pro ha. Dies entspricht laut den Richtlinien für eine sachgerechte Düngung einer mittleren bis hohen Ertragslage (FBB 1999). Ein Rückgang des Ertrages durch die Erhöhung der Nutzungsfrequenz, wie dies bei GRUBER et al. (2000) beschrieben wird, kann nicht bestätigt werden. In den ersten beiden Jahren ist der Ertrag auf der 3-Schnittfläche sogar deutlich höher als auf der 2-Schnittfläche. Die Ursache dafür liegt in einem höheren Düngungsniveau auf der 3-Schnittfläche, es wurden rund 35 kg N pro ha mehr gedüngt. Ein Ertragsrückgang kann durch zusätzliche N-Düngung kompensiert werden (BUCHGRABER 2000). Bei gleichem Düngungsniveau und ungünstigen klimatischen Bedingungen ist durch eine geringere Nutzungsfrequenz ein höherer Ertrag zu erzielen. Mähen bedeutet für die Pflanze durch den Verlust von Blättern und Stengel einen Stress. Die erste Phase nach dem Schnitt ist gekennzeichnet durch einen geringen Zuwachs (GRUBER et al. 2000). Im vorliegenden Versuch war das Jahr 1999 gekennzeichnet durch geringe Niederschläge, wodurch Stressphase nach dem Schnitt zusätzlich erhöht wurde und sich der geringe Ertrag der 3-Schnittfläche erklären lässt. Ein im jungen Wachstumsstadium gemähtes Gras hat einen höheren Energie- und Proteingehalt sowie eine bessere Verdaulichkeit und einen niedrigeren Rohfasergehalt als ein später gemähtes Gras (WIEDNER et al. 2001).

Futtermittelaufnahme und Leistung

Die gesamte Futtermittelaufnahme wird sowohl von der Qualität des Grundfutters wie auch vom Kraftfutterniveau beeinflusst. Die Werte liegen zwischen 1,8 kg TM und 2,5 kg TM bei 2-Schnittqualität und 5 % Kraftfutteranteil und 3-Schnittqualität mit 55 % Kraftfutteranteil.

Laut DLG 1997 hat ein 70 kg schweres Schaf bei einer Leistung von 1 l Milch einen Energiebedarf von 18,4 MJ ME und einen Proteinbedarf von 220 g. Die Futtermittelaufnahme bzw. die Nährstoffaufnahme reichte in der Gruppe 2-Schnitt und 5 % Kraftfutter nicht aus, um eine Leistung von 1 l Milch zu erzeugen. Andererseits hätte die Gruppe 3-Schnitt und 55 % Kraftfutter von der Nährstoffversorgung eine tägliche Milchmenge von 2 l produzieren können. Dass dies nicht erreicht wurde ist dadurch zu erklären, dass das Bergschaf von der züchterischen Seite bislang nicht auf Milchleistung gezüchtet wurde. Die in diesem Versuch eingesetzten Tiere stammen zwar von Zuchtbetrieben, bei der Auswahl der Tiere wurde jedoch nicht auf die Milchleistung geachtet, weil diese in den Zuchtdaten nicht aufscheint. Dass das Bergschaf das genetische Potential für eine gute Milchleistung hat, zeigten einzelne Tiere, die bis zu 3 l tägliche Milchmenge hatten.

Literatur

BUCHGRABER, K:

Grünlandextensivierung unter besonderer Einbindung der Düngung und Nutzung. Versuchsbericht LAKO Tulln, BAL Gumpenstein und NÖLLWK, (2000)

DLG:

Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag, Frankfurt, (1997)

FBB (Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz):

Richtlinien für die sachgerechte Düngung. BMLF, (1999), 31 S.

GRUBER, L.; STEINWIDDER, A.; GUGGENBERGER, T.; SCHAUER, A.; HÄUSLER, J.; STEINWENDER, R.; STEINER, B.:

Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht über die 27. viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, (2000), 41 – 88

HARVEY, W.R.:

User's guide for LSMLMW PC-1 Version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University, (1997), 59 S.

WIEDNER, G.; GUGGENBERGER, T.; FACHBERGER, H:

Futterwerttabelle der österreichischen Grundfuttermittel. Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer und BAL Gumpenstein, (2001), 125 S.

Anschriften der Verfasser

Dr. FERDINAND RINGDORFER

Abteilung für Kleine Wiederkäuer, BAL Gumpenstein,
8952 Irdning, Österreich

Dipl. Ing. ELISABETH PÖCKL

Dissertantin, BAL Gumpenstein,
8952 Irdning, Österreich

WIESŁAWA WALISIEWICZ-NIEDEBALSKA¹, BOŻENA PATKOWSKA-SOKOŁA²,
ROBERT BODKOWSKI² and KRZYSZTOF RÓŻYCKI¹

The influence of linoleic acid and its isomers in goat diet on the composition of fatty acid in goat milk fat

Abstract

Fatty acids content was investigated in a goat milk fat during diet enrichment in linoleic fatty acid 9c,12cC_{18:2} and its isomers 9c,11t and 10t,12c. In the experiment observed increased content of trans vaccenic acid for about 35% while oleic acid 9cC_{18:1} content didn't change.

Introducing to the diet a mixture of CLA isomers (9c,11t and 10t,12c at the rate 1:1) caused significant increase of trans vaccenic acid content (more then 3.5 times). At the same time oleic acid 9cC_{18:1} content slightly decreased and stearic acid C_{18:0} content increased slightly.

Key Words: conjugated linoleic acid, goat milk fat, trans vaccenic acid

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Einfluss der Linolsäure und ihrer Isomere in der Futterration auf den Fettsäuregehalt von Ziegenmilchfett

Es wurde der Fettsäuregehalt in der Ziegenmilch während der Anreicherung der Futterration mit einer Linolfettsäure und ihrer Isomere untersucht. Im Experiment wurde beobachtet, dass bei steigendem Gehalt von Trans-Vaccensäure der Ölsäuregehalt konstant blieb. Nachdem die Futterration mit einer Mischung von Isomeren der konjugierten Linolsäure angereichert wurde, stieg der Trans-Vaccensäuregehalt wesentlich (um mehr als das 3,5 fache). Gleichzeitig reduzierte sich der Ölsäuregehalt etwas und der Stearinsäuregehalt erhöhte sich leicht.

Schlüsselwörter: Konjugierte Linolsäure, Ziegenmilchfett, Trans-Vaccensäure

Introduction

In the recent decade, linoleic acid isomers containing conjugated unsaturated bonds have been extensively investigated in view of their potential anticarcinogenic activity (HA et al., 1987; IP et al., 1994). A mixture of linoleic acid isomers containing conjugated double bonds, primarily in positions 9c,11t and 10t,12c, is known as the conjugated linoleic acid (CLA).

CLA isomers, mainly the C_{18:2} 9c,11t isomer (rumenic acid), are produced in the rumen as an intermediate product of biohydrogenation of linoleic acid, which occurs in the presence of linoleic isomerase derived from *Butyrivibrio fibrisolvens* (KEPLER et al., 1966). Therefore, this isomer occurs in the fat of ruminants' milk and meat. Vaccenic acid, i.e., 11tC_{18:1}, can also be formed in the hydrogenation processes as an intermediate of biohydrogenation of the 9c,11tC_{18:2} isomer. Some investigators believe that, in the presence of desaturase $\Delta 9$, vaccenic acid can be transformed to yield the 9c,11tC_{18:2} isomer (CHOUINARD et al., 1999; ADLOF et al., 2000).

In the rumen, the biohydrogenation reaction follows a course similar to that observed in all ruminants. However, the fat of the milk of various ruminant species was found to contain various percentages of the linoleic acid 9c,11t C_{18:2} isomer, e.g., 0.25—1.77% of the 9c,11t isomer in cow milk (FRITSCHKE et al., 1999), significantly more, viz., 1.8—2.8% in sheep milk (PATKOWSKA-SOKOŁA et al., 2000; WALISIEWICZ-NIEDEBALSKA et al., 2001), and unusually little, about 0.5%, in goat milk (JAHREIS

et al., 1999; GULATI et al., 2000). Variations in the content of the 9c,11t C_{18:2} in the milk fat are also related to the type of feed and to the mode of feeding, to the season (pasturing), and also to individual features of the animal. The quality of the milk fat has been extensively studied in relation to the type of feed, primarily in cow and sheep.

The objective of this work is to study the effect of addition to the diet of linoleic acid and primarily its 9c,11t C_{18:2} and 10t,12c C_{18:2} (CLA) isomers, on the composition of fatty acids in the goat milk fat. Variations were studied in the composition of fatty acids occurring in the rumen, particularly in the composition of linoleic acid isomers, in relation to the nature of the fatty acids which had been used to supplement the diet. The additives included primarily the fatty acids rich in linoleic acid, more than 72 wt.%, applied both as free acids and as triacylglycerols (poppy seed oil) and also as fatty acids containing a mixture of the 9c,11t C_{18:2} and 10t,12c C_{18:2} isomers used in a weight ratio of 1.1:1. The effect of the fatty acids added as a dietary supplement was followed in terms of the composition of the fatty acids contained in the goat milk fat, primarily as the contents of CLA isomers and vaccenic acid.

Materials and Methods

Polish Improved White breed goats, 3 years old, in 3-4 week of lactation, were used for the investigations. A typical nutritional dose (carrots, hay, wheat bran)- conforming to current Polish nutritional requirements, was supplemented with the preparation studied which was given individually per os by the syringe during morning milking in a total amount of 10 ml/head/day over a period of 14 days.

The goats were fed with a standard diet applied in a conventional mode for 5 days and their milk was collected for investigation. Next, the diet supplemented with the preparation studied was used to feed the goats and, 14 days later, the composition of the milk fat was analyzed. When the data obtained were found to be repeatable, the study was considered to be completed and the data confirmed by repeated analyses were adopted as final. The preparation examined was given simultaneously to eight animals. At the same time studies were continued on the milk fat collected from eight animals fed with the conventional diet.

The goats were fed with a standard diet applied in a conventional mode for 5 days and their milk was collected for investigation. Next, the diet supplemented with the preparation studied was used to feed the goats and, 14 days later, the composition of the milk fat was analyzed. When the data obtained were found to be repeatable, the study was considered to be completed and the data confirmed by repeated analyses were adopted as final. The preparation examined was given simultaneously to three animals. At the same time studies were continued on the milk fat collected from two animals fed with the conventional diet.

The low-morphine poppy-seed oil was received from the Experimental Station of Plant Breeding and Acclimatization Institute, of the following composition of fatty acids: palmitic acid C_{16:0}, 11.3%; stearic acid C_{18:0}, 1.7%; palmitoleic acid C_{16:1}, 0.2%; oleic acid 9cC_{18:1}, 10.6%; oleic acid isomer 10cC_{18:1}, 1.5%; linoleic acid 9c,12c C_{18:2}, 72.2%; linolenic 9c,12c,15c C_{18:3}, 0.9%; others, ca. 1.5%

The poppy oil fatty acids containing linoleic acid 9c,12cC_{18:2}, 72.3%, and the remaining components as above. Free fatty acids were prepared by saponification of

the poppy oil with NaOH and the resulting soaps were acidified to yield free fatty acids.

A mixture of linoleic acid isomers, primarily 9c,11tC_{18:2} and 10t,12cC_{18:2}, of the following fatty acid composition: palmitic acid C_{16:0}, 11.8%; stearic acid C_{18:0}, 1.7%; oleic acid 9cC_{18:1}, 10.9%; oleic acid isomer 10cC_{18:1}, 1.5%; linoleic acid 9c,12cC_{18:2}, 1.4%; linoleic acid isomer 9c,11tC_{18:2} (CLA), 33.3%; linoleic acid isomer 10t,12cC_{18:2} (CLA), 31.4%; other linoleic acid isomers (CLA), *ca.* 2.2%.

A mixture of linoleic acid isomers was prepared by isomerization of the poppy-seed oil with NaOH as catalyst and in propylene glycol as solvent, run at a temperature of 180—185°C for 3 hours.

Determination of fatty acids. Gas chromatography was used to determine the compounds, following the AOCS Official Methods Ce If-96. Samples were examined in the form of methyl esters prepared by following the AOCS Official Methods Ce2-66. A Hewlett-Packard gas chromatograph was used, equipped with a FID detector and a Chrompack Sil 88 column, 100 m long. The temperatures of the column, of injection and of the detector were 170°C, 200°C and 250°C, respectively. Helium as a carrier gas was used (WALISIEWICZ-NIEDBALSKA *et al.*, 2001).

Identification was carried out by comparing the retention times of the compounds examined with those used as standards. Sigma's CLA isomers were used as standards.

Results and Discussion

The composition of the fatty acids in the goat milk fat was found to remain significantly affected by neither triacylglycerols of linoleic acid nor by free linoleic acid used as goat diet supplement (Table 1). This fact allows to see that the isomers contained in the rumen microflora are as specific toward free fatty acids as they are toward the acids combined into triacylglycerols. The goat milk fat showed no changes in the content of the 9c,11tC_{18:2} isomer after the goat diet had been supplemented with linoleic acid 9c,12cC_{18:2} (Table 1). The contents of oleic acid 9cC_{18:1} and stearic acid C_{18:0} remained unaffected, too, whereas the content of vaccenic acid 11tC_{18:1} rose by about 35%. This fact may indicate that, in the rumen, the reaction of biohydrogenation of the bond in position 9c proceeds faster than that in position 11t. The milk fat showed no elevated contents of isomers 10t12c and 10t,12c, a fact suggestive that the rates of conversion of the bond 9c12c into 10t12c and into 10t or 12c into stearic acid are either very low or high enough to make intermediate products of biohydrogenation undetectable.

After the goat diet had been supplemented with a mixture of isomers 9c,11t and 10t,12c C_{18:2} the milk fat showed the content of stearic acid C_{18:0} to have risen by about 77% and at the same time the content of oleic acid 9cC_{18:1} to have diminished by about 15% and the content of vaccenic acid isomer 11tC_{18:1} to have risen by a factor of more than 3.5 (from 0.6 to 2.2%). This indicates to the fact that, in the rumen, the reactions of the final step of biohydrogenation of the acids 9cC_{18:1} and 11tC_{18:1} to the saturated acid C_{18:0} are faster than is the conversion of 9c11tC_{18:2} into 11tC_{18:1} whereby vaccenic acid becomes accumulated. The higher contents of vaccenic acid are favorable because of its further metabolic transformations occurring in the presence of desaturase $\Delta 9$ to yield the isomer 9c,11t. The more than 10-fold increase in the content of the 10t,12c isomer was due to its presence in the goat diet. Gulati (GULATI *et al.*, 2000) has supplemented the goat diet with casein-protected CLA and achieved

the total content of the 9c,11t and 10t,12c isomers in the goat milk fat higher by one order of magnitude as also an increased content of trans-C18:1 acid isomers. However, the position of the unsaturated bond in these isomers has not been reported. The differences recorded in the CLA contents in the goat milk may be attributed either to the daily dose fed to the animals or to the casein-protected CLA administered, or both.

Table 1

Composition of goat milk fat fatty acids after supplementation of the diet with poppy seed oil and with fatty acids (Zusammensetzung des Ziegenmilchfettes nach der Anreicherung der Futtermittel mit Mohnsamenöl und mit Fettsäuren)

Fatty acid	Composition of fatty acids (%)			
	Poppy seed oil		fatty acids of poppy seed oil	
	before	after	before	after
Saturated acids				
C ₄ —C ₈	4.8	4.8	4.9	4.7
C ₁₀ —C ₁₄	26.5	25.4	27.4	27.8
C ₁₆	25.3	26.5	27.8	27.9
C ₁₈	7.4	8.2	8.0 ^A	8.2 ^B
monounsaturated acids				
9cC _{18:1}	21.8	20.6	19.6	19.3
11tC_{18:1} (TVA)	0.9^A	1.4^B	0.6^A	1.0^B
10cC _{18:1}	0.1	0.1	0.1	< 0.1
di-unsaturated acids				
9c,12cC _{18:2}	1.9	2.0	1.7	1.8
9c,11tC_{18:2} (CLA)	0.9	0.9	0.8	0.8
10t,12cC_{18:2} (CLA)	< 0.1	< 0.1	< 0.1^A	< 0.1^A
other CLA	< 0.1 ^A	< 0.1 ^A	< 0.1	< 0.1

CLA conjugated linoleic acid; TVA trans vaccenic acid

Table 2

Composition of goat milk fat fatty acid after supplementation of the diet with poppy seed oil and with its isomerized fatty acids (Zusammensetzung des Ziegenmilchfettes nach der Anreicherung der Futtermittel mit Mohnsamenöl und mit ihren Isomerfettsäuren)

Fatty acid, wt %	Composition of fatty acids, wt %			
	Poppy seed oil fatty acids		Isomerized poppy seed oil fatty acids	
	before	after	before	after
Saturated fatty acids				
C ₄ —C ₈	4.8	4.8	4.9	4.5
C ₁₀ —C ₁₄	26.5	25.4	27.4	27.8
C ₁₆	25.3	26.5	26.1	25.9
C ₁₈	7.4	8.2	8.3 ^A	14.2 ^B
monounsaturated fatty acids				
9cC _{18:1}	21.8	20.6	19.0	16.3
11tC_{18:1} (TVA)	0.9^A	1.4^B	0.7^A	2.2^B
10cC _{18:1}	0.1	0.1	0.1	< 0.1
polyunsaturated fatty acids				
9c,12cC _{18:2}	1.9	2.0	1.7	1.8
9c,11tC_{18:2} (CLA)	0.9	0.9	0.8	0.8
10t,12cC_{18:2} (CLA)	< 0.1	< 0.1	< 0.1^A	1.3^B
Other CLA			< 0.1	< 0.1

Capital letters — differences significant at a level of $P \leq 0.01$

Further works are intended to study the effect of the 9c,11t and 10t,12c isomers, supplemented individually, on the content of CLA isomers in the goat milk fat.

In summary, it should be stated that supplementation of goats diet with oleic additives caused significant modification of the fatty acids content in the fat of their milk. The most profitable effect on the vaccenic acid content was observed while isomerized fatty acids were added. Moreover, it should be stated that all oleic additives had a significant impact on the increase of oleic acid isomer, i.e. vaccenic acid, content.

Acknowledgment

The experiment was supported by the Polish Committee for Scientific Research, grant No PBZ/021/P06/11.

References

- ADLOF, R.O.; DUVAL, S.; EMKEN, E.A.:
Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid in Humans. *Lipids* **35** (2000), 131
- CHOUINARD, P.Y.; CORNEAU, L.; BARBANO, D.M.; METZGER, L.E.; BAUMAN, D.E.:
Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *J. Nutr.* **129** (1999), 1579
- FRITSCH, J.; RICKERT, R.; STEINHART, H.; YURAWECZ, M.P.; MOSSOBA, M.M.; SEHAT, N.; ROACH, J.A.G.; KRAMER, J.K.G.; KU Y.:
Conjugated linoleic acid (CLA) isomers: formation, analysis, amounts in foods, and dietary intake. *Fett/Lipid* **101** (1999) 8, 272
- GULATI, S.K.; KITESSA, S.M.; ASHES, J.R.; FLECK, E.; BYERS, Y.G.; SCOTT, T.W.:
Protection of conjugated linoleic acids from ruminal hydrogenation and their incorporation into milk fat. *Animal Feed Science and Technology* **86** (2000), 139
- HA, Y.L.; GRIMM, N.K.; PARIZA, M.W.:
Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid" *Carcinogenesis* **8** (1987), 1881
- IP, C.; SCIMECA, J.A.; THOMPSON, H.J.:
Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcenogen from animal fat sources. *Cancer* **74** (1994) (3 Suppl.), 1050
- JAHREIS, G.; FRITSCH, J.; MOCKEL, P.; SCHONE, F.; MOLLER, U.; STEINHART, H.:
The Potential Anticarcinogenic Conjugated Linoleic Acid, cis-9,trans11 C18:2, in Milk of Different Species: Cow, Goat, Ewe, Sow, Mare, Woman. *Nutr. Res.* **19** (1999), 1541
- KEPLER, C.R.; HIRONS, K.P.; MCNEILL, J.J.; TOVE, S.B.:
Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* **241** (1966), 1350
- PATKOWSKA-SOKOŁA B., BODKOWSKI R., JĘDRZEJCZAK J.:
The Content of Conjugated Dienes of Linoleic Acid in Meat and Milk of Different Animal Species" (in polish). *Zeszyty Nauk. AR Wrocław, Ser. Conferences, XXX*, **399** (2000), 257
- WALISIEWICZ-NIEDEBALSKA, W.; PATKOWSKA-SOKOŁA, B.; LIPKOWSKI, A.W.; BODKOWSKI R.; KWIATKOWSKI, J.; GWARDIAK, H.:
Studies on conjugated linoleic acid (CLA) in sheep milk fat. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **44** (2001) Special Issue, 322

Authors' addresses

WIESŁAWA WALISIEWICZ-NIEDEBALSKA, PhD., KRZYSZTOF RÓŻYCKI, PhD.
Industrial Chemistry Research Institute
01-791 Warsaw, Poland

Prof. BOŻENA PATKOWSKA-SOKOŁA, PhD., ROBERT BODKOWSKI, PhD.
Department of Sheep Breeding and Production
Agricultural University of Wrocław
51-631 Wrocław, Poland

DOROTA CAIS-SOKOLIŃSKA¹, JACEK WÓJTOWSKI², JAN PIKUL¹
and ROMUALDA DANKÓW¹

Quality and durability of fermented goat milk permeat

Abstract

The purpose of the tests was to evaluate the fermented permeat of goat milk cold stored for 3 weeks. The permeat's characteristics are based on the results determination of basic composition, Ca, Na, K and P content, measurement of selected physical and chemical properties and sensory profile. The permeat obtained as a result of goat milk ultrafiltration was cultured with thermophilous bacteria for milk fermentation. It has been noted that while storing the acidified permeat, its active and potential acidity increases significantly. The value of permeat's color saturation ($r=0.91$) decreases proportionally to the storage period. It has been found that as a result of general desirability, the perception of sour taste is mostly affected by turbidity level and the ability of metal taste disappearance.

Key Words: goat milk, permeat, shelf-life

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Qualität und Haltbarkeit des fermentierten Ziegenmilchpermeates**

Das Ziel der Untersuchungen war die Beurteilung der Eigenschaften des Ziegenmilchpermeates nach der 3-wöchigen Kühlagerung. Im Permeat wurden die Zusammensetzung, Ca-, Na-, K- und P-Gehalt sowie ausgewählte physikalische-chemische Eigenschaften und sensorisches Profil untersucht. Nach der Ultrafiltration ins Permeat wurden thermophile Sauermilchstarterkulturen zugegeben. Es wurde festgestellt, dass während der Lagerung des gesäuerten Permeates der pH-Wert und ⁰SH-Säuregrad signifikant zu nahm. Proportional zu der Lagerungszeit nahm der Permeatfarbsättigungsgrad ab ($r=0,91$). Es ist festgestellt worden, dass für den sensorischen Gesamteindruck der Säure- und Trübeград sowie die Eigenschaft des Verschwindens des metallischen Geschmackes, den größten Einfluss hatten.

Schlüsselwörter: Ziegenmilch, Permeat, Haltbarkeit

Introduction

In recent years, goat milk has been more often concentrated using membrane separation processes (MAHDI et al., 1990; DOMAGAŁA and KUPIEC, 2003). The goat milk ultrafiltration process enables to fraction macromolecules and dissolved low-molecule particles, which is conducive to obtaining the concentrate of specific concentration level and required functional properties as well as permeat as by-product (SRILAORKUL et al., 1991; ŻBIKOWSKA and ŻBIKOWSKI, 1996). Permeat, upon prior drying, is often a component used in child food-stuffs, deserts and concentrates. It may be also used for milk standardization (HEGGUM, 1999). However, possibilities to use permeat for functional food production are still being sought for. Decreasing the lactose content in permeat and introducing to its composition of milk fermentation bacteria, including strains with pro-biotic properties, additionally increased the nutrition value and digestibility of this substance.

The purpose of this study is to assess the quality and lifetime of the fermented goat milk permeat on the basis of its composition, selected physical and chemical as well as sensory properties.

Material and Methods

The tested material was the goat milk permeate obtained under industrial conditions. The reference material was selected goat milk of highest hygienic and cytological quality (DANKÓW et al., 2003). The milk was standardized, pasteurized and thereafter directed to the ultrafiltration module, where it was concentrated to 23% of the dry content. For separation, drilled polypropylene diaphragms Romicon type PM-50 with the total area of 2.4 m². The final pressure of diaphragms' operation amounted to 1.8 MPa, temperature to 40°C, and the module's capacity amounted to 870 dm³·min⁻¹. The obtained permeate was cultured with a thermophilous bacteria culture with the following stains *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* YC-180 Chr.Hansen. The cultures were added in the form lyophilized Direct Vat Set in the amount of 50 active units, which corresponds to 2% active working starter. The cultured permeate was incubated at the temperature of 43°C for 24 hours until pH under 4 was achieved. The permeate was stored for 21 days at the temperature of 4°C in tight packages of 0.25 dm³ each. The experiment was based on 6 production lots. 4 samples of permeate (n=24) were taken from each lot for testing.

Determination of basic chemical composition of milk and permeate was made using standard methods (AOAC 1990). When determining total nitrogen content, the Kjetec System 1026 Distilling Unit Tecator devices was used. Content of macroelements: Ca, Na and K were determined using atomic absorption spectrophotometer, type SP-2900 Pye Unicam, with the background correction in the flame system using adequate cathodic lamps (IDF/ISO, 1992). The phosphorus content was determined using calorimetric method. Active acidity was measured using a pH-meter, type CP-315 Elmetron, fitted with an integrated electrode, type ESAGP-301 W Eurosensor consisting of a glass half-element and saturated chlorosilver half-element. The results of titration acidity were expressed in Soxhleta-Henkla (°SH) degrees (AOAC, 1990). The color of milk and permeate was measured on a reflection basis using a Hitachi U-3000 spectrophotometer with the layer thickness of 1 cm and C light source. To assess the color in reflected light, the CIELAB system was used, where L* stands for brightness, whereas a* and b* are chromaticity coordinates. The temperature of the measured sample ranged from 22 to 24°C. Basing on the formula: $C^* = [a^2 + b^2]^{0.5}$, the color saturation was calculated (CIE, 1974). The sensory quality of permeate was tested using the descriptive quantitative analysis. A team of seven qualified and trained assessors tested the sensory profile of the permeate. While making preliminary evaluations, own source of terms describing the properties of tested product were used. The intensity of each factor was marked on the 100 mm scale according to limit determinations. 0-insensible, 10-very intense (Mc EWAN, 1992). The obtained results were subject to statistical analysis using Excel sheets and EAV, ELSQ software. The following were determined: standard error (±SE), linear regression using least squares method and review of the hypothesis at specific significance level $p < 0.05$ (BRANDT, 1997).

Results

On the basis of the conducted tests it has been found that during goat milk concentration, up to 23% of dry content, a permeate is produced containing 2 times less dry content than the reference materials (Table 1). It has been indicated that 83.1% of the composition of the obtained permeate represents lactose, while protein represents

4.3% and fat 1.9%. As a result of permeat fermentation it has been found that the lactose content decreased by 15%. The obtained permeat contains 6 times more calcium, 3 times more phosphorus and 1.5 times more potassium than milk. Additionally, it has been shown that permeat has 7% more sodium than milk has. After the fermentation process, the permeat was found to have 6% less of calcium and phosphorus than prior to acidification. With the assumed active acidity at the level of pH 4, a permeat with the potential acidity of 21.9°SH was obtained. The acidity was over 6 times higher than of permeat before acidification.

Table 1

The chemical composition and acidity of goat milk and its permeat before and after fermentation (Chemische Zusammensetzung und Säuregrad der Ziegenmilch und des Permeates vor und nach der Gärung)

Components and physical and chemical properties	Sample type		
	milk	permeat	permeat after fermentation
total solids [%]	11.72 ^b	5.81 ^a	5.68 ^a
fat [%]	3.47 ^b	0.11 ^a	0.09 ^a
Protein [%]	3.35 ^b	0.25 ^a	0.21 ^a
Lactose [%]	4.39 ^c	4.83 ^b	4.10 ^a
calcium [mg·dm ⁻³]	1348 ^c	226 ^b	212 ^a
sodium [mg·dm ⁻³]	463 ^b	431 ^a	429 ^a
potassium [mg·dm ⁻³]	186 ^a	272 ^b	276 ^b
phosphorus total [mg·dm ⁻³]	1120 ^c	389 ^b	364 ^a
active acidity - pH	6.62 ^b	6.62 ^b	3.94 ^a
titratable acidity [°SH]	6.8 ^b	3.4 ^a	21.9 ^c

a-c – various small letters in the lines stand for significant statistical differences for p<0.05

Permeat was characterized by significantly smaller brightness coefficient L* than milk, from which it was produced (Table 2). The least bright was the permeat after the acidification process. The highest value of the b* parameter was obtained in the permeat before fermentation. The yellow color intensity of acidified permeat was over 2 times less than before fermentation. The results of color parameters were decisive in shaping the color saturation value C*. The highest value of saturation belonged to permeat which was not subject to the fermentation process. After acidification, the permeat's color was 2 times less saturated.

Table 2

The color parameters and color saturation C* value of color saturation of goat milk and its permeate before and after fermentation (Farbe und Farbsättigungsgrad C* der Ziegenmilch und des Permeates vor und nach der Gärung)

Colour parameters	Sample type		
	milk	permeat	permeat after fermentation
L*	83.81 ^c	37.06 ^b	12.84 ^a
b*	6.31 ^a	21.21 ^c	9.40 ^b
C*	6.68 ^a	21.86 ^c	10.06 ^b

a-c – various small letters in the lines stand for significant statistical differences for p<0.05

After a 3 weeks of storage in cold room conditions under temperatures ranging from 3 to 5°C, the brightness coefficient L* of the tested permeat significantly drops (Table 3). Similar tendency has been shown after measuring the b* coefficient. Furthermore, the changes of the values L* and b* in the 14th and 21st day of storage were no longer statistically significant. It has been found that the color saturation value C* was 2.5 times less as calculated at the end than as calculated at the beginning of the storage period. The changes in the color saturation value C* were proportional to the longer storage period of samples (r=0.91).

Table 3

Changes in the color and color saturation C* of fermented permeat of goat milk during cold storage (Änderungen der Farbe und des Farbsättigungsgrades C* der Ziegenmilch und des Permeates während der Kühlagerung)

Colour parameters	Storage time [days]			
	0	7	14	21
L*	12.84 ^b	12.56 ^b	6.89 ^a	6.84 ^a
b*	9.40 ^c	9.06 ^b	4.03 ^a	4.00 ^a
C*	10.06 ^c	9.68 ^b	4.06 ^a	4.03 ^a

a-c – various small letters in the lines stand for significant statistical differences for $p < 0.05$

After 21 days, the average titration acidity value of the tested permeat was 8°SH higher than before commencing the storage period (Fig. 1). During the same time, the average pH value of permeat dropped from 3.84 to 3.62. The change in the active acidity and potential acidity was in direct proportion to the samples' storage period, as indicated by high values of the correlation coefficient ($r=0.96$).

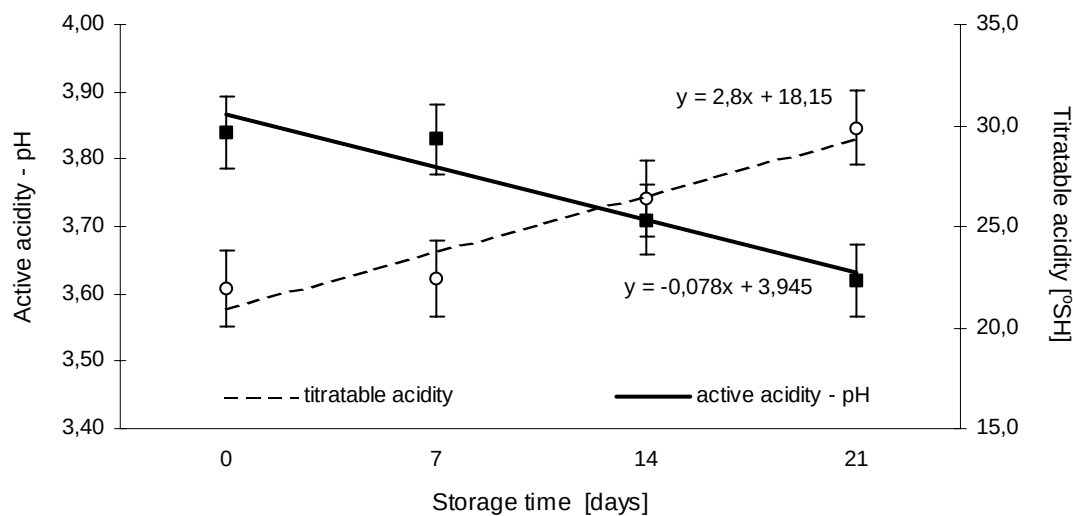


Fig. 1: Changes in active and potential acidity of fermented permeat of goat milk during storage in cold room (Änderungen des pH-Wertes und °SH-Säuregrades des gesäuerten Ziegenmilchpermeates während der Kühlagerung)

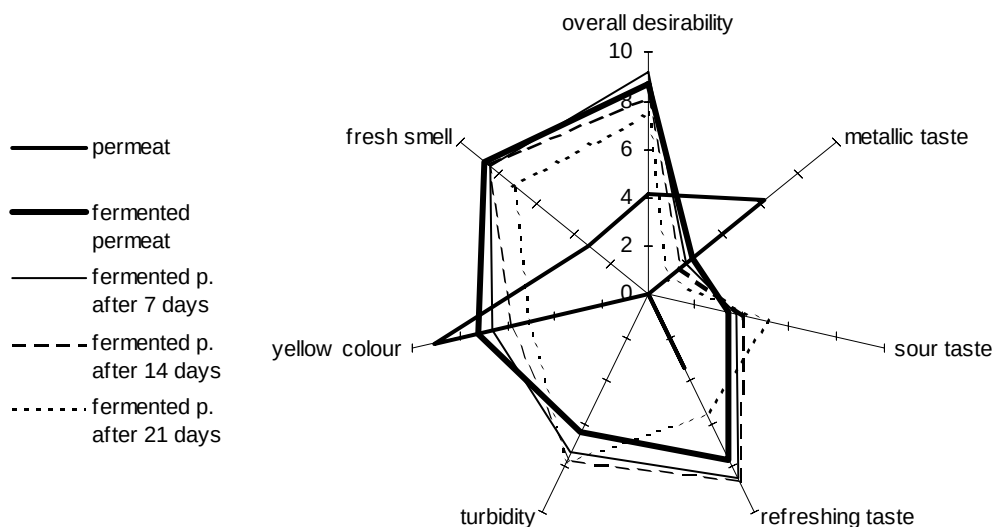


Fig. 2: Sensory quality profile of goat milk permeat before and after acidification and during storage in a cold room (Sensorische Qualitätsprofile der Ziegenmilch und des Permeates vor und nach der Gärung und während der Kühlagerung)

The sensory evaluation of the goat milk permeate directly after producing the sane revealed strong metallic taste (Fig. 2). Fermentation of permeate resulted in significant decrease of the metallic taste, however at the same time it caused turbidity and activation of sour and refreshing taste and fresh smell. The longer the permeate storage period, the more intense the sour taste and the less intense the fresh taste and smell. The most desirable was the acidified permeate evaluated after 7 days of storage.

Discussion

The chemical composition of permeate is strictly dependant on the diaphragms operating conditions and the size of its pores. Milk is a multidispersive system of 3 phases: emulsion phase (fat), colloidal phase (casein micelle, submicelle, casein aggregate) and soluble phase (casein monomers and dimers and whey protein in aqueous solution of mineral salts and lactose). During ultrafiltration, the concentration of macromolecules larger than the pores of the ultrafiltration membrane, such as casein, or whey proteins increases in proportion to the increase of condensation level. Small molecules such as lactose and mineral elements are removed to the filtrate. However, some part of Ca, Mg and P combined with casein in the form of a colloidal calcium phosphate does not penetrate to permeate, but remains in the concentrate. Casein micelles are built of casein (93%) and colloidal calcium phosphate (7%). During infiltration conducted under neutral pH of milk at the temperature of 50°C, the condensation higher than 2-times does not cause any significant changes in the absolute Ca content, while condensation higher than 3 times not cause any significant changes also in the absolute Mg and P content in the concentrate (BARBANO et al., 1988; PREMARATNE and COUSIN, 1991; SRILAORKUL et al., 1991; VYAS and TONG, 2003). The milk condensation level during ultrafiltration affects its buffer volume. It has been disclosed that with the 5-fold milk condensation, the amount of casein in 54% determines the buffer volume, whey proteins in 10% and mineral salts in 36% (ŻBIKOWSKA and ŻBIKOWSKI, 1996). The change in the functional properties of milk proteins, Ca ions activity in the soluble phase and buffer properties of the solution determine the time of acid coagulation as well as growth and activity of cultures introduced as inoculum during fermentation processes. Therefore, the incubation period may be longer after culturing, before it attains active acidity at the level close to e.g. the acidity of milk fermented beverages, and during further storage the acidity increase may be less intensive. In yogurts stored in cold room conditions for 3 weeks, the pH values decrease on average by 0.3 units, while the titration acidity increases by 19% (CAIS-SOKOLIŃSKA et al., 2002; AL-KADAMANY et al., 2003). The course of the fermentation process, and particularly the activity of bacterial cultures, determines the level of lactose defermentation. In the opinion of VALERA-MOREIRAS et al. (1992), after 4 h of incubation of cultured milk at the temperature of 43°C, the quantity of dehydrated lactose reaches the level of 20-30%. On the other hand, (TOBA, 1983) detected further (by over 8%) drop of the quantity of lactose in fermented beverages stored for 10 days at the temperature of 10°C. Fermentation-induced changes in the color and activity as well as proportions of smell-producing compounds as metabolites, shape the sensory properties of the product. Such properties may become more intense during further storage, due to various level of lifetime of microflora occurring in the product (BILIADERIS et al., 1992; URBACH, 1995).

References

- AL.-KADAMANY, E.; KHATTAR, M.; HADDAD, T.; TOUFEILI, I.:
Estimation of shelf-life of concentrated yogurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. *Lebensm. Wiss. und Technol.* **36** (2003), 407-414
- AOAC: Official methods of analysis dairy products, (1990)
- BARBANO, D. M.; SCIANCALEPORE, V.; RUDAN, M. A.:
Characterization of milk proteins in ultrafiltration permeate. *J. Dairy Sci.*, **71** (1988), 2655-2657
- BILIADERIS, C.G.; KHAN, M.M.; BLANK, G.:
Rheological and sensory properties of yoghurt from skim milk and ultrafiltered retentates. *Int. Dairy J.*, **5** (1992), 311-323
- BRANDT, S.:
Statistical and computational methods in data analysis. (1997), Springer Verlag, New York
- CAIS-SOKOLIŃSKA, D.; PIKUL, J.; DANKÓW, R.:
Quality and stability of the natural yogurt produced from milk condensed with whey protein concentrate. *Elec. J. of Polish Agricul. Univer.* **5** (2002), 1-8
- CIE COLORIMETRY COMMITTEE:
Technical notes working program on colour differences. *J. Opt. Soc. AM.*, **64** (1974), 896-897
- DANKÓW, R.; CAIS-SOKOLIŃSKA, D.; PIKUL, J.; WÓJTOWSKI, J.:
Jakość cytologiczna mleka koziego [Cytological quality of goat's milk]. *Med. Wet.*, **59** (2003), 77-80 [in Polish]
- DOMAGAŁA, J.; KUPIEC, B.E.:
Changes in texture of yoghurt from ultrafiltrated goat's milk as influenced by different membrane types. *Elec. J. of Polish Agricul. Univer.* **6** (2003), 1-6
- HEGGUM, C.:
Protein standardisation – finally accepted. *Scan. Dairy Indust.*, **3** (1999), 22-23
- IDF/ISO STANDARD:
Flame atomic absorption spectrometric method. 154 (1992)
- MAHDI, H.A.; TAMIME, A.Y.; DAVIES, G.:
Some aspects of the production of "Labneh" by ultrafiltration using cow's, sheep's and goat's milk. *Egyptian J. Dairy Sci.*, **18** (1990), 345-367
- Mc EWAN J.:
Analiza statystyczna wyników ocen sensorycznych [Statistical analysis of sensory data]. *Przegl. Mlecz.* **12** (1992), 319-321 [in Polish]
- PREMARATNE, R. J.; COUSIN, M. A.:
Changes in the chemical composition during ultrafiltration of skim milk. *J. Dairy Sci.*, **74** (1991), 788-795
- SRILAORKUL, S.; OZIMEK, L.; OORAIKUL, B.; HADZIYE, V. D.; WOLFE, F.:
Effect of ultrafiltration of skim milk on casein micelle size distribution in retentate. *J. Dairy Sci.*, **74** (1991), 50-57
- TOBA, T.; WATANABE, A.; ADACHI, S.:
Quantitative changes in sugar, especially oligosaccharides, during fermentation and storage of yogurt. *J. Dairy Sci.*, **66** (1983), 17-22
- URBACH, G.:
Contribution of lactic acid bacteria to flavour compounds formation in dairy products. *Int. Dairy J.*, **8** (1995), 877-881
- VALERA-MOREIRAS, G.; ANTOINE, J.M.; RUYZ-RAO, B.; VALERA, G.:
Effects of yogurt and fermented then pasteurized milk on lactose absorption in an institutionalized elderly group. *Amer. J. of Clin. Nutrit.*, **11** (1992), 168-171
- VYAS, H.K.; TONG, P.S.:
Process for calcium retention during skim milk ultrafiltration. *J. Dairy Sci.*, **86** (2003), 2761-2766
- ŻBIKOWSKA, A.; ŻBIKOWSKI, Z.:
Właściwości funkcjonalne koncentratu UF [Functional properties of UF concentrate]. *Przem. Spoż.*, **50** (1996), 4, 32-34 [in Polish].

Authors' address

Dr. DOROTA CAIS-SOKOLIŃSKA,
Prof. Dr. habil. JAN PIKUL,
Dr. ROMUALDA DANKÓW
Department of Dairy Technology
August Cieszkowski Agricultural University
of Poznań, Poland

Prof. Dr. habil. JACEK WÓJTOWSKI
Department of Sheep and Goat Breeding
August Cieszkowski Agricultural
University of Poznań, Poland

Department of Genetics and Principles of Animal Breeding, University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz, Poland¹
Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production, Kołuda Wielka, Poland²
Institute of Animal Breeding and Genetics of the Justus Liebig University Giessen, Germany³

ŚLAWOMIR MROCZKOWSKI¹, KAZIMIERZ KORMAN², GEORG ERHARDT³,
DARIUSZ PIWCZYŃSKI¹, BRONISŁAW BORYS²

Sheep milk protein polymorphism and its effect on milk performance of Polish Merino

Abstract

A total of 207 Polish Merino sheep from central Poland were investigated. Ewes lambed in late autumn and reared their lambs until 49 days of age. After weaning the lambs, ewes were milked mechanically twice daily for up to 14 weeks. Milk yields were recorded once in two weeks. The following milk proteins were genotyped with polyacrylamide gel electrophoresis under acidic conditions and using isoelectric focusing: α -La, α_{S1} -CN, β -CN, β -Lg. Taking into account the results of 770 lactations, the effects of genotype of the analysed milk proteins on milking duration, milk yield and basic composition were evaluated. The sheep population studied was monomorphic for α -La and polymorphic for α_{S1} -CN, β -CN, β -Lg. The greatest genetic variation (4 genotypes and 4 genes) occurred within α_{S1} -CN. Within β -Lg locus there were two alleles of almost identical frequency. Sheep with the CC α_{S1} -CN genotype exhibited a statistically significant advantage in terms of fat and solids percentage over sheep with the AC α_{S1} -CN genotype, and those with the AA β -CN genotype were highly significantly better in terms of protein and solids percentage than sheep with the AB β -CN genotype. BB β -Lg genotype sheep were characterized by a significantly higher protein content of milk than sheep with the other two β -Lg genotypes – AA and AB.

Key Words: milk proteins polymorphism, milk performance, Polish Merino

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Einfluss des Milcheiweißpolymorphismus auf die Milchleistung der Polnischen Merinos**

Es wurden 207 Polnische Merinos in der Region Mittelpolen untersucht. Die Schafe lammten im spätem Herbst und die Lämmer wurden am 49. LT abgesetzt. Nach dem Absetzen der Lämmer wurden die Mutterschafe zweimal täglich maschinell gemolken. Die Milchleistungsprüfung wurde alle zwei Wochen durchgeführt. Mit Hilfe von Elektrophorese auf dem Polyacrylgel im sauren Medium und durch isoelektrisches Fokussieren wurden in der Milch Eiweißgenotypen, α -La, α_{S1} -CN, β -CN und β -Lg identifiziert. Anhand der Daten von 770 Laktationen wurde der Einfluss des Genotyps des untersuchten Eiweißes auf die Melkdauer, Milchleistung und die Milchezusammensetzung untersucht. Die untersuchte Schafpopulation war hinsichtlich α -La monomorphisch und hinsichtlich α_{S1} -CN, β -CN und β -Lg polymorphisch. Die größte genetische Varianz gab es bei α_{S1} -CN: 4 Genotypen und 4 Gene. Im Bereich von Locus β -Lg wurden zwei Allele mit fast identischer Frequenz festgestellt. Schafe mit dem CC- α_{S1} -CN-Genotyp wiesen im Vergleich zu Tieren mit den AC- α_{S1} -CN-Genotypen eine statistisch signifikante Überlegenheit im Eiweiß- und Trockensubstanzgehalt auf. Mutterschafe mit dem AA- β -CN-Genotyp produzierten Milch mit höherer Eiweiß- und Trockensubstanzkonzentration als die Schafe der AB- β -CN-Genotypen. Die Milch der Muttertiere mit den BB- β -Lg-Genotypen hatte einen signifikant höheren Eiweißgehalt als die Milch der Schafe mit zwei sonstigen β -Lg-Genotypen (AA und AB).

Schlüsselwörter: Milcheiweißpolymorphismus, Milchleistung, Polnisches Merinoschaf

Introduction

Studies on sheep milk protein polymorphism and its effects on milk yields of sheep are principally carried out in the Mediterranean countries, in which great importance is attached to milk performance. They are focused on caseins as the most important milk protein (BARILLET et al., 1993; BOLLA et al., 1989; CHIANESE et al., 1996; CHIANESE et al., 1997; DI GREGORIO et al., 1991; FERRANTI et al., 1995; LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 1999; MROCZKOWSKI et al., 2002b; PIRISI et al., 1996).

Hitherto four types of ovine casein, controlled by linked autosomal loci, have been identified (ORDAS, 2001). DNA polymorphism of four casein loci was described by Di Gregorio et al. (1991) and Leveziel et al. (1991). Also relatively much attention has been given to β -lactoglobulin polymorphism (BARILLET et al., 1993; DI STASIO et al., 1997; ERHARDT, 1989; GIACCONE et al., 1997; HERGET et al., 1995; KORMAN et al., 2002; KIKOVICS et al., 1998; MROCZKOWSKI et al., 2002a, NUDDA et al., 2000), both in terms of the frequency of particular genotypes and its effect on the composition and technological properties of sheep milk. The results of studies investigating the effect of polymorphism on milk performance are inconclusive and sometimes even contradictory, indicating the predominance of certain genotypes or the lack of relationships between genetic variation and milk yield and composition. Sheep in the mountainous regions of Poland are traditionally raised for milk. However, as a result of recent changes aimed to increase the profitability of sheep farming, successful attempts have been made to raise sheep for milk also in the lowlands (KORMAN et al., 2002). This also concerns the Polish Merino, the most numerous native breed that is well consolidated genetically. The objective of this study was to identify the frequency of genotypes and genes within α -La, α_{s1} -CN, β -CN and β -Lg in a population of Polish Merino and to determine the effects of genetic variants of milk protein on some dairy traits of milked sheep.

Material and Methods

In the study, a population of 207 2-to7-year-old Merino sheep from the Kołuda Wielka Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production (Kujawy and Pomerania province, central Poland) was investigated. A total of 770 lactations of ewes milked in the years 1997 – 2003 were analysed. Ewes lambed in the late autumn (November-December) and reared lambs naturally until 49 days of age. After weaning the lambs, sheep were milked mechanically twice daily until their milk yield decreased to below 0.1 kg per day, but they were milked no longer than for 14 weeks. Sheep were kept in a pen on litter and fed with farm-produced feeds supplemented with concentrates (maize and beet-top silage, grass or lucerne hay, ground barley or ground wheat with rapeseed meal, minerals and vitamins). Nutritive value of the rations was formulated according to standards (OSIKOWSKI et al., 1993).

During milking, milk yields of sheep were individually recorded at 14-day intervals and samples were concurrently taken to determine basic composition of milk. Chemical composition of milk was analysed with Milko Scan. The effect of genetic variants of protein was assessed based on the following milk traits: milking duration, total milk yield during milking, average daily yield, percentage of solids, protein, fat and lactose in milk.

Genetic variants of the analysed milk protein were determined at the Institute of Animal Breeding and Genetics of the Justus Liebig University in Giessen, taking into account α -La, α_{s1} -CN, β -CN, and β -Lg. After cooling to 5°C milk was defatted by centrifugation. Casein was precipitated by rennet addition and incubation at 37°C for 20 min. Genetic variants of the analysed proteins were determined by polyacrylamide gel electrophoresis under acidic conditions and using isoelectric focusing following the method of Erhardt (ERHARDT, 1989). The analysed milk protein variants were

standardized using standard samples available at the Institute of Animal Breeding and Genetics in Giessen.

Frequencies of genotypes and genes controlling the analysed variants α -La, α_{S1} -CN, β -CN and β -Lg were calculated in the population studied. The experimental data on milk performance of the sheep were analysed statistically with the least squares method, taking into account the effects of protein genotypes, age of mothers and year of milking, using the SAS packet (SAS/STAT, 1995).

Results

The investigated population of Polish Merino sheep was polymorphic for all milk protein variants analysed except α -La (Tab. 1). Within α -La locus no differences were found and all the samples were monomorphic. Four genotypes were found to occur within α_{S1} -CN: AC, BC, CC, CD. The CC genotype was the most frequent – 0.809 (Tab.1).

Table 1

Frequencies of genotypes and genes of selected milk proteins in Polish Merino (Genotypen- und Genfrequenz des Milcheiweißes des Polnischen Merino)

Protein	Genotype/Gen	Number	Frequencies
Genotypes			
α -lactalbumin	AA	207	1,000
α_{S1} -casein	AC	31	0,156
	BC	3	0,015
	CC	161	0,809
	CD	4	0,020
β -casein	AA	186	0,898
	AB	19	0,092
	BB	1	0,005
	CC	1	0,005
β -lactoglobulin	AA	52	0,251
	AB	102	0,493
	BB	53	0,256
Genes			
α -lactalbumin	A		1,000
α_{S1} -casein	A		0,078
	B		0,007
	C		0,905
	D		0,010
β -casein	A		0,944
	B		0,051
	C		0,005
β -lactoglobulin	A		0,498
	B		0,502

The AC genotype was much less frequent (0.156), while the BC and CD genotypes were sporadic – up to 2% (Tab. 1). The highest frequency was characteristic of the C α_{S1} -CN allele ($p=0.905$) compared to 0.010 and 0.008 for alleles D and B, respectively. Within β -CN there were four genotypes (AA, AB, BB and CC), with the AA being the most frequent (0.899) and the BB and CC occurring only singly (Tab. 1). Frequencies of genes conditioning β -CN variants were: A – 0.944, B – 0.051, C – 0.005. Frequencies of genes conditioning β -Lg were almost equal at 0.498 for β -LgA and 0.502 for β -LgB. Distribution of β -Lg genotypes was the following: AA – 0.251, AB – 0.493, BB – 0.256 (Tab.1), which goes to show that the analysed Merino

population was in genetic equilibrium under the Hardy-Weinberg law with regard to this locus.

The effect of α_{S1} -CN genotype on the sheep milking results was evaluated for only two genotype variants CC and AC. The frequency of BC and CD genotypes was too small for statistical analysis. Sheep with CC α_{S1} -CN genotypes surpassed those with AC genotypes in all the traits analysed. The difference was highly significant for percentage of solids and significant for percentage of fat (Tab. 2). The effect of the β -CN genotype on the milk yields of sheep was also analysed for only two genotypes by comparing the most frequent genotypes (AA and AB). Sheep with AA β -CN genotypes were characterized by a highly significantly higher percentage of protein and a significantly higher content of solids compared to sheep with the AB β -CN genotype. However, in terms of the milking duration and milk output for the whole milking period sheep with the AB genotype were superior, but the differences were not significant statistically (Tab.2). Analysis of the effect of β -Lg genotype on milk traits shows a tendency for the BB genotype to be superior to the other genotypes for most of the traits studied. However, a highly significant difference was only confirmed for protein percentage (Tab. 2).

Table 2

The effect of milk protein genotypes on milk performance of Polish Merino (Einfluss des Milcheiweißgenotyps auf die Milchleistung des Polnischen Merino)

Traits	Statistics	Genotype						
		α_{S1} -CN		β -CN		β -Lg		
		AC n=100	CC n=616	AA n=688	AB n=78	AA n=193	AB n=376	BB n=201
Days of milking	LSM	92,98	93,58	93,46	95,32	93,93	93,08	94,47
	SE	1,32	0,62	0,60	1,44	0,97	0,74	0,95
Milk yield (kg)	LSM	30,39	30,98	31,11	31,57	30,67	31,03	31,64
	SE	1,13	0,53	0,52	1,26	0,85	0,65	0,83
Average daily milk of yield (g)	LSM	323,50	325,47	327,55	326,76	321,53	327,86	329,90
	SE	10,21	4,82	4,75	11,45	7,72	5,89	7,51
Fat (%)	LSM	8,20a	8,54a	8,49	8,35	8,58	8,43	8,50
	SE	0,14	0,07	0,07	0,16	0,11	0,08	0,10
Protein (%)	LSM	6,05	6,11	6,11A	5,88A	6,01A	6,05B	6,23AB
	SE	0,05	0,03	0,03	0,06	0,04	0,03	0,04
Lactose (%)	LSM	4,55	4,54	4,54	4,56	4,54	4,55	4,53
	SE	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02
Dry matter (%)	LSM	19,70A	20,09A	20,05a	19,71a	20,05	19,93	20,16
	SE	0,15	0,07	0,07	0,17	0,11	0,09	0,11

Discussion

In the analysed population of Polish Merino sheep there are four different α_{S1} -CN genotypes conditioned by four different alleles. It is worth noting the presence of the D allele, which is associated with lower fat and protein percentage (BOLLA et al., 1989). The lack of this gene was noted in the earlier studies with Polish Merino (MROCZKOWSKI et al., 2002b). The presence of the same four alleles at the α_{S1} -CN locus as in our own study, with the highest frequency of the C gene, was also reported by PIWCZYŃSKI et al. (2002) in a population of Polish Merino crossed with prolific sheep. LÓPEZ-GÁLVEZ et al. (1999) found in two indigenous Spanish breeds Manchega and Seureña the presence of only three alleles at the α_{S1} -CN locus, with no D gene, which is known in the literature as the Welsh variant. BARILLET et al.

(1993) report that in a population of Lacaune sheep the frequency of the D gene is small and does not exceed 0.01. In the crosses of Sardinian sheep were observed 5 α_{s1} -CN genotypes, with the predominance of the BC and CD genotypes, which occurred in over 90% of the animals analysed (CHIANESE et al., 1997).

In many breeds of sheep β -Lg protein is mostly determined by two alleles (BARILLET et al., 1993; DI STASIO et al., 1997; ERHARDT, 1989; RAMPILLI et al., 1997), which is similar to our study. Higher genetic variation within this locus (3 alleles) was found in the German Merino (ERHARDT, 1989). BARILLET et al. (1993) report that in a Lacaune sheep population the frequency of β -LgA and β -LgB genes is 0.63 and 0.37 respectively. Almost identical values of gene frequencies are reported by RAMPILLI et al. (1997) for Massese sheep. Also a much greater frequency of the β -LgA gene than the β -LgB gene was found in many breeds by ERHARDT (1989). In their studies with Sicilian sheep DI STASIO et al. (1997) showed the β -LgB gene to be dominant.

The results of the present study, which indicate the superiority of sheep with CC α_{s1} -CN genotypes in terms of milking duration, milk yield and fat and protein percentage are convergent with previous studies on 57 Polish Merino ewes (MROCZKOWSKI et al., 2002b). Similar are the results reported by CHIANESE et al. (1996), who analysed Sarda, Comisana and Delle Lanche crosses and observed the milk production level to decrease in the following order: BC > CC > CD. Animals with the CC genotypes were characterized by a higher percentage of fat and casein in milk compared to both the CD and BC genotypes. Sheep with the CC genotype were also found superior to ewes with the BC α_{s1} -CN genotype in clot structure (CHIANESE et al., 1997). PIRISI et al. (1996) hold the view that the milk of sheep with the CC α_{s1} -CN genotype is superior technologically. Milk from sheep with the CC α_{s1} -CN genotype was superior in total protein and casein percentage and in coagulation properties to the milk of ewes with BD α_{s1} -CN genotypes (PIRISI et al., 1996). PIWCZYNSKI et al. (2002) reported that in a population of Polish Merino $\times$ prolific sheep, ewes with BC α_{s1} -CN genotypes were highly significantly better in milk production than animals with AC and CC genotypes. However, CC homozygotes were better in percentage of protein and solids than AC and BC heterozygotes (PIWCZYNSKI et al., 2002).

The present results concerning the association between β -Lg polymorphism and the effects of milk performance in sheep indicate the superiority of BB genotypes over the other variants. Earlier studies performed on a much smaller population of Polish Merino suggested the predominance of homozygous genotypes AA and BB β -Lg over heterozygous AB in terms of milk yield (MROCZKOWSKI et al., 2002a). Also better technological suitability of milk for rennet cheese making was shown from sheep with the AA and BB β -Lg than AB genotypes. For the production of whey cheeses, better results were obtained when processing milk from sheep with AB genotypes than from sheep with homozygous genotypes (KORMAN et al., 2002). The results of studies performed by other authors are quite varied. Also generally similar to the present findings were the results of studies on the effect of β -Lg polymorphism by GIACCONE et al. (1997), HERGET et al. (1995), and KUKOVICS et al. (1998), who demonstrated that BB β -Lg genotypes are accompanied by a higher protein percentage and greater cheese yield. Also RAMPILLI et al. (1997) confirmed the close relationship between β -Lg genetic polymorphism and meat quality traits, indicating

that the BB β -Lg variant in Massese sheep may be associated with higher milk output, lower casein percentage and higher percentage of whey proteins. DI STASIO et al. (1997) found that the milk of sheep with BB genotypes generally had a higher nutrient content than the milk of sheep with AA and AB genotypes, which was later related to its different technological suitability for making ricotta and tuma cheeses. ANTON et al. (1998) did not observe significant differences in protein and lactose percentage in milk of sheep of different β -Lg genotypes. However, they found a relationship between β -Lg polymorphism and the amount of milk needed to make 1 kg of cheese and fat yield (ANTON et al., 1998). NUDDA et al. (2000), who studied a flock of milk sheep Sarda, suggested that the β -Lg gene might possibly be considered as a QTL marker for milk production traits. They concluded that the effect of the β -Lg genotype revealed itself only for milk yield. The highest daily milk production was characteristic of sheep with the AB genotype and the lowest of sheep with BB genotypes, with AA sheep being superior to BB genotype sheep. BARILLET et al. (1993), when analysing milk performance data for a fairly large population of Lacaune milk sheep, did not find a relationship between the β -Lg genotype and milk yield, and fat and protein percentage. Also PIETROLLA et al., (2000), when studying the effects of MAS indirect selection for milk production traits of Sarda sheep from 132 flocks, did not confirm the relationship between the β -Lg locus and selected quantitative traits of milk production. Also PIRISI et al. (1998) and TAIBI et al. (1999) indicate a lack of relationship between β -Lg polymorphism and milk production traits and milk coagulation properties.

Fairly wide differences in the studies on the relationship between milk protein polymorphism and milk performance of sheep result from many factors, such as lack of genetic homogeneity of sheep representing different breeds, the related unequal frequency of genes that condition milk production, differences in the size of the analysed population, and different methods of milk yield determination. It must be also noted that the pleiotropic effect of the milk protein encoding genes on milk yield and composition is probably relatively small and in many cases, due to fairly large genetic variation, it is difficult to prove. This is because milk traits are quantitative traits and in addition to genetic factors they are also affected by many environmental factors, which are often more responsible for variation than genetic makeup.

Acknowledgments

The authors would like to thank Ms. Sylwia Jäger from the Institute of Animal Breeding and Genetics of the Justus Liebig University in Giessen for determining the genotype variants of milk.

References

- ANTON, I.; ZSOLNAI, A.; KUKOVICS, S.; MOLNÁR, A.; FÉSÜS, L.:
Genetic polymorphisms of milk proteins in Hungarian dairy sheep breeds and crosses, Sheep and Goat Production in Central and Eastern European Countries, Hungary, REU Technical Series **50**, (1998), 224-226
- BARILLET, F.; MAHE, M.F.; ZPELLEGRINI, O.; GROSCLAUDE, F.; BERNARD, S.:
Polymorphismes génétiques des protéines du lait en race de lacaune, Proceedings of the 5th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants, Hungary, (1993), 199-207
- BOLLA, P.; CAROLI, A.; MEZZELANI, A.; RIZZI, R.; PAGNACCO, G.; FRAGHI, A.:
Milk protein markers and production in sheep. *Animal Genetics* **20** (Suppl. 1), (1989), 78-79

- CHIANESE, L.; GARRO, G.; MAURIELLO, R.; LAEZZA, P.; FERRANTI, P.; ADDEO, F.:
Occurrence of live α_{s1} -casein variants in ovine milk. *Journal of Dairy Research* **63**, (1996), 49-59
- CHIANESE, L.; MAURIELLO, R.; FERRANTI, P.; TRIPALDI, C.; TAIBI, L.; DELL'AQUILA, S.:
Relationship between α_{s1} -casein variants and clotting capability of ovine milk, *Milk Protein Polymorphism*, International Dairy Federation, (1997), 316-323
- DI GREGORIO, P.; RANDO, A.; PIERAGOSTINI, E.; MASINA, P.:
DNA polymorphism at the casein loci in sheep. *Animal Genetics*, **22**, (1991), 21-30
- DI STASIO, L.; PORTOLANO, B.; TODARO, M.; FIANDRA, P.; GIACCONE, P.; FINOCCHIARO, R.; ALICATA, M.L.:
Effect of ovine β -lactoglobulin phenotype on cheese yield and composition, *Milk Protein Polymorphism*, International Dairy Federation, (1997), 325-327
- ERHARDT, G.:
Evidence for a third allele at the β -lactoglobulin (β -Lg) locus of sheep milk and its occurrence in the different breeds, *Animal Genetics*, **20**, (1989), 197-204
- FERRANTI, P.; MALOMI, A.; NITTI, G.; LAEZZA, P.; PIZZANO, R.; CHIANESE, L.; ADDEO, F.:
Primary structure of ovine α_{s1} -caseins: localization of phosphorylation sites and characterization of genetic variants A, C, and D. *Journal of Dairy Research* **62**, (1995), 281-296
- GIACCONE, P.; DI STASIO, L.; PANNO, M.; TODARO, M.:
Variazione della composizione chimica del latte nel corso dell lattazione per i differenti genotipi della β -lattoglobulina, *Atti 51^o, Congr. Naz. SISVet*, (1997), 429-430
- HERGET, I.; SCHNOLL, F.; SCHELLANDER, K.:
1 β -lactoglobulin polymorphism in East Friesian milk sheep, 47th Annual Meeting of the EAAP, 21 Wageningen Pers, Wageningen, NL, (1995)
- KORMAN, K.; PAKULSKI, T.; MROCZKOWSKI, S.; DULEWICZ, R.:
Wstępne badania nad określeniem wpływu genotypu laktoglobuliny na przydatność mleka do wyrobu serów podpuszczkowych i serwatkowych, *Prace i materiały zootechniczne, Zeszyt Specjalny*, **14**, (2002), 85-92
- KUKOVICS, S.; DAROCZI, L.; KOVACS, P.; MOLNAR, A.; ANTON, I.; ZSOLNAI, A.; FESUS, L.; ABRAHAM, M.:
The effect of β -lactoglobulin genotype on cheese yield. *EAAP Publ.*, **95**, (1998), 524-527
- LEVEZIEL, H.; METENIER, L.; GUERIN, G.; CULLEN, P.; PROVOT, C.; BERTAUD, M.; MERCIER, J.C.:
Restriction fragment length polymorphism of ovine casein genes: close linkage between the α_{s1} , α_{s2} , β - and κ -casein loci. *Animal Genetics*, **22**, (1991), 1-10
- LÓPEZ-GÁLVEZ, G.; CHIANESE, L.; ADDEO, F.; AMIGO, L.; RAMOS, M.:
Polymorphism of α_s -caseins in the milk of two Spanish ovine breeds, *Milchwissenschaft* **54** (1999) 1, 17-19
- MROCZKOWSKI, S.; KORMAN, K.; PIWCZYŃSKI, D.; ERHARDT, G.:
Polimorfizm β -laktoglobuliny mleka owczego i jego wpływ na użytkowość mleczną merynosa polskiego, *Prace i materiały zootechniczne, Zeszyt Specjalny*, **14**, (2002a), 127-134
- MROCZKOWSKI, S.; KORMAN, K.; PIWCZYŃSKI, D.; ERHARDT, G.:
Wpływ genotypu owczej α_{s1} -kazeiny na użytkowość mleczną merynosa polskiego podczas trzech pierwszych laktacji, *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*, **63**, (2002b), 139-144
- NUDDA, A.; FELIGINI, M.; BATTACONE, G.; CAMPUS, R.; PULINA, G.:
Effects of β -lactoglobulin genotypes and parity on milk production and coagulation properties in Sarda dairy ewes, *Zootecnica E Nutrizione Animale*, **26**, (2000), 137-143
- ORDÁS, J.G.:
A short note on DNA lactotypes in the Churra and Manchega sheep breeds, *Small Ruminant Research* **41**, (2001), 71-75
- OSIKOWSKI, M.; PORĘBSKA, W.; KORMAN, K.:
Normy żywienia owiec. Normy żywienia bydła i owiec systemem tradycyjnym, Instytut Zootechniki, Kraków, (1993)
- PIETROLÀ, E.; CARTA, A.; FRAGHÌ, A.; PIREDDA, G.; PILLA, F.:
Effect of β -lactoglobulin locus on milk yield in Sarda ewes, *Zootecnica E Nutrizione Animale*, **26**, (2000), 131-135
- PIRISI, A.; PIREDDA, G.; DI SALVO, R.; PAPOFF, C.M.; PINTUS, S.:
Influence of ovine α_{s1} -casein genotype on milk composition and cheese yielding capacity, *Proceeding of Seminar "Production and utilization of ewe and goat milk" Crete (Greece) 1995*, International Dairy Federation Brussels, (1996)
- PIRISI, A.; FRAGHÌ, A.; PIREDDA, G.; LEONE, Z.P.:
Influence of sheep AA, AB and BB β -lactoglobulin genotypes on composition and cheese yield, *EAAP Publ.* **95**, (1998), 553-555

- PIWCZYŃSKI, D.; BORYS, B.; MROCZKOWSKI, S.; ERHARDT, G.; JARZYNOWSKA, A.:
Charakterystyka polimorfizmu białek i produkcji mleka owiec mieszańców merynosa polskiego z rasami plennymi, *Prace i Materiały Zootechniczne, Zeszyt Specjalny*, **14**, (2002), 151-162
- RAMPILLI, M.; CECCHI, F.; GIULIOTTI, L.; CATTANEO, T.M.P.:
The influence of β -lactoglobulin genetic polymorphism on protein distribution and coagulation properties in milk of massese breed ewes, *Milk Protein Polymorphism, International Dairy Federation*, (1997), 311-315
- SAS/STAT, 1995- User's guide
- TAIBI, L.; PILLA, F.; TRIPALDI, C.; ANNICCHIARICO, G.; BEVILACQUA, C.; NAPOLITANO, F.; DELL'AQUILA, S.:
Uinfluenza del tipo genetico e del genotipo al locus β -lattoglobulina sulla produzione e sulle qualita chimico-fisiche e tecnologiche del latte di pecora, *Zootechnica E Nutrizione Animale*, **25**, (1999), 187-193

Author's addresses

Prof. Dr habil. SŁAWOMIR MROCZKOWSKI
Dr. DARIUSZ PIWCZYŃSKI
Department of Genetics and Principles of Animal Breeding,
University of Technology and Agriculture,
Mazowiecka Str. 28
85-084 Bydgoszcz, Poland

Doz. Dr. habil. BRONISŁAW BORYS
Dr. KAZIMIERZ KORMAN
National Research Institute Krakow
Experimental Station Koluda Wielka
88-160 Janikowo, Poland

E-Mail: izzzdkw@by.onet.pl

Prof. Dr. GEORG ERHARDT
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Ludwigstraße 21 B
D-35390 Gießen

E-Mail: Georg.Erhardt@agrar.uni-giessen.de

NINA STRZALKOWSKA, EMILIA BAGNICKA, ARTUR JOZWIK,
JOZEF KRZYZEWSKI and ZOFIA RYNIOWICZ

Chemical composition and some technological milk parameters of Polish White Improved Goats

Abstract

The aim of this study was to estimate relationships between the genetic variants of α -s1-casein and daily milk yield, its chemical composition, some technological parameters in milk of Polish White Improved goats. The experiment was carried out on 60 goats, divided into 2 genetic groups: 1 – the animals carrying the “strong” polymorphic form of α -s1-casein, 2 – the goats with „medium“ polymorphic form of this protein (n=22). The experiment covered the 270-days lactations during three consecutive years. The higher daily milk yield was in 2nd group of goats ($P \leq 0,01$), however, the concentration of fat, total caseins and total protein was higher in the milk of animals in first group. Also the technological parameters were better in the milk of goats carrying the „strong“ polymorphic form of α -s1-casein.

Key Words: goats, milk, polymorphism, α -s1-casein, chemical composition

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Chemische Zusammensetzung und technologische Parameter der Milch der Polnischen Weißen Edelizege**

Das Ziel der Untersuchungen war es, die Abhängigkeit zwischen den „starken“ und den „mittleren“ genetischen Varianten von α -S1-Kasein und der Tagesleistung, der chemischen Zusammensetzung und den gewählten technologischen Parametern der Milch von der Polnischen Weißen Edelizege zu bestimmen. Die Untersuchungen wurden an 60 Ziegen durchgeführt, die in zwei genetische Gruppen geteilt wurden: 1. die Tiere, die solche Milch produzieren, die „starke“ polymorphe Formen von α -S1-Kasein (n=38) enthält, 2. „mittlere“ polymorphe Formen von diesem Eiweiß (n=22). Der Versuch wurde in drei nacheinanderfolgenden Jahren durchgeführt. Eine höhere Tagesleistung wurde von den Ziegen erreicht, die „mittlere“ Varianten von α -S1-Kasein ($P \leq 0,01$) besaßen. Eine höhere Konzentration von Eiweiß, Fett und Kaseineiweiß sowie bessere technologische Parameter der Milch erreichten Ziegen, die die „starke“ Variante dieser Milch besaßen.

Schlüsselwörter: Ziegen, Milch, Polymorphismus, α -S1-Kasein, chemische Zusammensetzung

Introduction

Countries, which produce a higher amount of goat milk processes it into cheese and drinking milk products (BOUTONNET et al., 1999). The chemical composition of milk and its physicochemical ability, which are directly linked with technological parameters, decide about its acceptance in the milk industry. The traits mentioned above depend not only on the feeding of goats, but also on some genetic traits. In the 80s of the last century it was stated, that the chemical composition of milk depends on genetic polymorphism of some proteins, particularly on the α -S1 casein (BOULANGER et al., 1984; GROSCLAUDE et MAHE, 1986; GROSCLAUDE et al., 1987). Up until today 14 alleles have been found at these loci, which are responsible for the synthesis of 7 different proteins. The null variant was also identified. Some of the experimental results indicate, that there are relationships between the polymorphic forms of α -S1 casein and the milk yield, its chemical or physicochemical composition and the technological properties of goat milk. VASSAL and MANFREDI (1994) pointed out, that the respective allele are associated with different levels of α -S1

casein in milk; “strong” allele (A, B, C) are associated with high levels of this protein in milk (about 3,6 g/l), “medium” with an average level (about 1,6 g/l). Those associations were confirmed also by KRZYŻEWSKI et al. (2000) and RYNIEWICZ et al. (2000). Goat milk from A, B and C allele contained more total caseins, total protein, fat and was characterised by better parameters of flocculation. The cheese yield from this milk was also higher. PIERRE et al. (1998a) found out, that from 100 l of milk from goats bearing α -S1 casein AA allele, the cheese yield was about 15,2 kg, but on the other hand the same amount of milk from animals carrying α -S1 casein 00 allele gave a cheese yield of only 12,1 kg. Moreover PIERRE et al. (1998b, 1998c) and QUERE et al. (1998) found out, that cheese produced from milk of goats carrying “strong” α -S1 casein allele was characterised by better structure, taste and less intensive smell (“goats” smell) than cheese produced from milk of goats, bearing “weak” genotype of α -S1 casein. The taste and smell of milk depends on the concentration of aromatic substances and free volatile fatty acids. PIERRE et al. (1998b, 1999) confirmed, that the level of aromatic substances in cheese manufactured from cow milk with “strong” polymorphic forms of α -S1 casein was about 50% higher as compared to the products produced from milk with the “weak” form of this protein. In many cases the results reported above were obtained from experiments carried out during relatively short periods using small numbers of animals. For this reason the aim of this study was to estimate the relationship between the polymorphic forms of α -S1 casein and daily milk yield, its chemical composition and some technological parameters of milk from Polish White Improved Dairy Goats during the whole lactation period in three consecutive years.

Material and methods

The investigations were conducted on 60 Polish White Improved Dairy Goats and covered three consecutive 270-days lactations. The average milk yield per goat per lactation was about 700 kg, containing 3,35% fat and 2,87% protein. The experimental animals were divided into 2 genetic groups: 1 – the goats carrying “strong” polymorphic forms (A, B) of α -S1 casein (n=38), 2 – “moderate” forms (E) of α -S1 casein (n=22). The polymorphic forms of α -S1 casein were determined in milk in polyacrylamide gel according to method described by GROSCLAUDE (1987). The goats were fed according to their requirements using INRA-system and had free access to drinking water. The animals were milked twice a day. Milk samples were taken from individual goats once a month and analysed for fat, total protein and lactose using Milco Scan 104A/B. Somatic cells count (SCC) were determined with Fossomatic apparatus and total casein by Walker method. Total solids in each sample were expressed as a sum of fat, total protein, lactose and minerals per cent. The concentration of minerals (P) was calculated according to the following equation derived by Sherman:

$$P = 0,1 \times \text{per cent of total protein} + 0,38$$

Moreover each sample was analysed for pH and SH. For a more complete determination of the technologic value of milk the quality of casein curd (in 3 points scale) and whey (in 2 points scale) was estimated, both in a fermentation and rennet-fermentation test. The milk samples for these estimations were cooled directly after milking and the analysis was started after 2-3 hours. Milk samples were divided

according to the parity of goats into the three groups, as follows:

- goats in lactation I (primiparous);
- goats in lactation II;
- goats in lactation III and older

According to the somatic cell level the milk samples were divided into the three following groups:

- up to 400 thousand cells/ml;
- 401-800 thousand cells/ml;
- more than 800 thousand cells/ml.

The numbers of observation across sources of variation are shown in Table 1.

Table 1
Number of observation across variation sources (Anzahl der Beobachtungen)

Variation sources	N
Genotype strong	822
medium	349
Year of kidding 1	378
2	438
3	355
Parity 1	470
2	265
>2	436
SC level 1	680
2	310
3	181

The SCC values were transformed to the natural logarithm scale. The data was evaluated by the analysis of variance using the glm procedure with the Kramer test in the SAS package. The following model was used:

$$Y_{ijklmn} = \mu + a_i (G_j) + G_j + R_k + P_l + SCC_m + PxSCL_{lm} + \beta(x_{ijklmn} - \bar{x}) + e_{ijklmn}$$

where:

- Y_{ijklmn} – observed value of traits
 μ – overall mean
 $a_i(G_j)$ – random animal effect nested in genotype (i=1 to 60)
 G_j – fixed effect of genotype (j=1, 2)
 R_k – fixed effect of year of kidding (k=1 to 3)
 P_l – fixed effect of parity (l = 1 to 3)
 SCL – fixed effect of somatic cell level (m = 1 to 3)
 $PxSCL_{lm}$ – fixed effect of interaction parity x SC level (lm = 1 to 9)
 $\beta (x_{ijklmn} - \bar{x})$ – linear regression of number of days passed from kidding to sampling
 e_{ijklmn} – error

Results

The results from the analysis of the effects on analysed traits are shown in Table 2.

The impact of milk protein variants on the production and technological traits are shown in Table 3 and 4. The strong alpha s₁-casein variant was significantly associated (p≤0.01) with lower daily milk yield. However, this variant was significantly associated with higher protein (p≤0.01), casein (p≤0.05) and total solids (p≤0.01)

contents. The difference between two investigated casein variants was estimated to be 0.16 absolute percentage units for total protein content and 0.06 for casein content.

Table 2

The impact of sources of variation on evaluated traits (Signifikanz der Variationsquellen der geschätzten Merkmale)

Variation source	Trait											
	Milk [kg]	Protein [%]	Fat [%]	Lactose [%]	Total solids [%]	Casein [%]	Acidity of milk		Fermentation test		Fermentation -rennin test	
							pH	SH	Curd	Whey	Curd	Whey
a_i	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS	NS	NS
$G(a)_{ij}$	**	**	NS	NS	**	*	NS	**	NS	NS	*	NS
R_k	**	**	*	NS	**	*	**	NS	NS	**	**	**
P_l	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
SCL_m	**	**	NS	**	NS	NS	**	NS	**	*	NS	NS
$PxSCL_{lm}$	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Day in milk	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS	*	NS

* - at significant level $p \leq 0,05$; ** - at significant level $p \leq 0$,

Table 3

Least square means (LSM) and their standard errors (SE) for chemical composition of milk by different sources of variation (LSM und SE der chemischen Zusammensetzung der Milch je nach der Variationsquelle)

Variation source	Milk yield (kg)		Protein (%)		Fat (%)		Lactose (%)		Total solids (%)		Casein (%)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Genotype												
1. strong	2,39 ^A	.03	2,97 ^A	.01	3,59	.02	4,71	.01	11,95 ^A	.03	2,58 ^a	.02
2. medium	2,75 ^B	.04	2,81 ^B	.02	3,49	.03	4,70	.01	11,67 ^B	.02	2,52 ^b	.03
Parity												
1 st	2,08 ^A	.04	2,91	.03	3,53	.03	4,65	.01	11,76	.03	2,57	.04
2 nd	2,67 ^B	.05	2,87	.01	3,49	.05	4,70	.01	11,73	.04	2,53	.03
>2 nd	2,97 ^C	.05	2,90	.02	3,59	.04	4,77	.01	11,93	.03	2,55	.04
SC level												
1. till 400*10 ³	2,63 ^A	.04	2,84 ^A	.01	3,49 ^a	.03	4,77 ^A	.01	11,76	.04	2,54	.03
2. 400-800*10 ³	2,65 ^A	.04	2,86 ^A	.01	3,53 ^{ab}	.04	4,72 ^A	.02	11,78	.05	2,54	.02
3. > 800 *10 ³	2,44 ^B	.05	2,97 ^B	.02	3,60 ^b	.03	4,63 ^B	.02	11,88	.06	2,57	.03

Means within columns and variation sources marked with different letters are significantly differed (small letter $P \leq 0,05$; capital letters $P \leq 0,01$)

Table 4

Least square means (LSM) and their standard errors (SE) for technological parameters of milk by different sources of variation (LSM und SE der technologischen Parameter der Milch je nach der Variationsquelle)

Variation source	Acidity of milk				Fermentation test				Fermentation-rennin test			
	pH		SH		Curd (score)		Whey (score)		Curd (score)		Whey (score)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Genotype												
1. strong	6,68	.01	6,29 ^A	.09	2,07	.07	1,51	.05	1,33 ^a	.06	1,59	.06
2. medium	6,70	.01	5,91 ^B	.10	2,02	.08	1,57	.04	1,23 ^b	.05	1,58	.06
Parity												
1 st	6,68	.01	6,10	.11	2,15	.08	1,39 ^a	.05	1,40	.06	1,49 ^a	.03
2 nd	6,70	.01	6,00	.10	2,09	.07	1,51 ^a	.05	1,27	.06	1,56 ^{ab}	.05
>2 nd	6,69	.01	6,21	.09	1,92	.08	1,71 ^b	.06	1,17	.05	1,72 ^b	.04
SC level												
1. till 400*10 ³	6,66 ^A	.02	6,11	.10	1,91 ^A	.08	1,47 ^a	.06	1,32 ^a	.06	1,57	.04
2. 400-800*10 ³	6,69 ^B	.01	6,16	.09	2,04 ^A	.07	1,56 ^b	.05	1,22 ^b	.05	1,63	.05
3. > 800 *10 ³	6,71 ^B	.01	6,05	.10	2,21 ^B	.08	1,59 ^b	.06	1,29 ^{ab}	.06	1,57	.03

Means within columns and variation sources marked with different letters are significantly differed (small letter $P \leq 0,05$; capital letters $P \leq 0,01$)

The strong polymorphic variants were also related to better technological parameters for cheese production. Better quality of curd was obtained from milk of animal with strong casein variants in both the fermentation and fermentation-rennin test.

As expected the primiparous goats produced significantly less milk than older goats. There were no differences in contents between goats in first, second or higher parity.

The best quality of curd was obtained from milk of does in higher than second parity.

The present study showed a significant association between the somatic cell level and the daily milk yield, chemical composition and technological parameters of milk. As expected the animals with the highest somatic cell level produced significantly lower amounts of milk than goats with somatic cell count in milk amounting to less than 800,000. The highest somatic cell level was significantly associated with the highest overall protein and fat content and with the lowest lactose content.

Discussion

The higher daily milk yield from goats with „medium” α -S1 casein variants were not confirmed by the results obtained by KRZYŻEWSKI et al. (2000) or by LITWIŃCZUK et al. (2002). The authors cited found no differences in the daily yield of milk from goats with different types of α -S1 casein. However, the higher content of total protein in the milk of goats with “strong” polymorphic forms, observed in the present studies, was confirmed by the results reported by VASSAL and MANFREDI (1994). Moreover, the difference between genotypes, as reported by the authors mentioned, was even greater and amounted to 0.20 per cent unit. The higher content of total protein in the milk of goats with “strong” variants of casein α -S1 is conditioned by the higher concentration of casein proteins. This is confirmed by the results of studies conducted by PIERRE et al. (1998), who observed, that the difference in the level of casein proteins in the milk of goats with “strong” variants of α -S1 casein, when compared with variant “zero”, amounted to 0.34 per cent unit.

The higher concentration of basic components, i.e. total protein, fat and casein in the milk of goats characterized by “strong” polymorphic forms of α -S1 casein decided about the higher quality of the casein curd, obtained in both tests. The results of numerous studies indicate that the total cheese yield is much higher if the processed milk comes from animals with a high level of α -S1 casein. The results reported by PIERRE et al. (1998a) showed that a 100 l of milk from animals with genotype α -S1 AA may yield 15.2 kg of cheese, while the same quantity of milk obtained from animals with genotype α -S1 00 – gave only 12.1 kg. Moreover, cheese produced from such milk is characterized by more favorable physical parameters, i.e. hardness, plasticity, density and resilience (SZUMSKA and TOKARSKA, 1997). Moreover, goat cheese containing more α -S1 casein is characterized by a better palatability, a less intensive “goat” aroma and lower level of aromatic compounds and free fatty acids. PIERRE et al. (1998) demonstrated that cheeses produced from milk of goats with “strong” variants of α -S1 casein contained 50% less aromatic compounds than when the animals had “weak” variants. DELACROIX-BUCHET et al. (1996) demonstrated that the milk from goats with genotype α -S1-casein AA was characterized by a lower susceptibility to the process of milk fat lipolysis, which leads to palatability defects in ready products. The present study demonstrated that the increasing somatic cell count in milk is accompanied by a decrease of daily milk yield, and an increase in protein

and fat concentration and also a decrease of lactose content. The results reported by other authors indicate, that an increase of protein content in the milk of goats with an increased somatic cell count may be caused by an increased concentration of whey proteins and principally of albumins and immunizing globulins (DANKÓW et al., 2000; VOUTSINAS et al., 1990; ZENG et al., 1996). Also in the present study, the milk of goats with a higher somatic cell count (over 800 000/ml) was characterized by a higher concentration of whey proteins. There was a significant increase in the content of total protein and concentration of casein (Tab. 3). The higher somatic cell count in milk was accompanied by a decrease in lactose concentration and this, according to some authors, may be used as an indicator of the health condition of the mammary gland (RAGE and LUNDER, 1996; TIETZE et al., 2001). The potential acidity of milk from group 3 goats (SCC > 800 000/ml milk) indicates its increased alkalinity. The studies conducted by GREGI (1989) show, that a high number of SCC changes the composition of milk microflora; acidifying bacteria which dissolve lactose make place for bacteria dissolving protein and fat, what leads to an alkalisation of the environment. Similar results were reported by GALINA et al. (1995). As a result of the changes in the milk acidity the coagulation time under the influence of rennin increases and the casein curd is of poorer quality.

Summarizing, one must state that goats with “strong” variants of α -S1 casein in their genotypes were characterized by a lower daily milk yield when compared with animals with “mean” variants of this protein. However, the milk from such animals contained significantly more total protein and casein proteins and showed more favorable technological parameters. Genetic variants of α -S1 casein may be taken into consideration when selecting goats for dairy traits.

References

- BOULANGER, A.; GROSCLAUDE, F.; MAHE, M.F.:
Polymorphisme des caseines alfa S1 et alfa S2 de la chevre (*Capra hircus*). Genetics, Selection, Evolution **16** (1984) 2, 157-176
- BOUTONNET, J.P.; CHOISIS, J.P.; DUBEUF, J.P.; FALAGAN, A.; LIGIOS, S.; OREGI, L.; PACHECO, F.; ROCHON, J.P.; RUBINO, R.; TOUSSAINT, G.C.:
Situation and outlooks of the sheep and goat production system. Les Dossiers du Cirval, (French edition) **5** (1999), 1-28
- DANKÓW, R.; WÓJTOWSKI, J.; PIKUL, J.; GUT, A.:
Jakość i przydatność mleka koziego do przetwórstwa. Annals of Warsaw Agricultural University **37** (2000), 60-73
- DELACROIX-BUCHET, A.; DEGAS, C.; LAMBERET, G.; VASSAL, L.:
Influence des variants AA et FF de la caseine α S1 caprine sur le rendement fromager et les caracteristiques sensorielles des fromages. Le Lait **76** (1996), 217-241
- GALINA, M.A.; MORALES, R.; LOPEZ, B.; CARMONA, M.A.:
Effects of somatic cell count on lactation and soft cheese yield in Mexican goats. International Conference: Production and Utilization of Ewes and Goats Milk. Limin Hersonisses, Crete, Greece 19-21 October 1995. Proceedings of the Conference, 15
- GAWEL, J.:
Fagocytoza i mastitis a mleko- aspekty odżywcze, technologiczne i ekonomiczne. Przegląd Mleczarski **2** (2001), 59-61
- GREGA, T.:
Możliwości praktycznego zastosowania przewodności elektrycznej mleka krów do diagnozowania różnych form subklinicznego zapalenia wymienia. Rozprawa habilitacyjna. Zeszyty Naukowe AR Kraków **132** (1989), 1-76
- GROSCLAUDE, F.; MAHE, M.F.; BRIGNON, G.; DI STASIO, L.; JEUNET, R.:
A mendelian polymorphism underlying quantitative variations in goat α S1 casein. Genetics, Selection, Evolution **19** (1987), 399-411

- GROSCLAUDE, F.; MAHE, M.F.:
Polymorphisme des caseines du lait de chevre. I les Journees de recherche ovine et caprine. Paris. 1986.
- KRZYŻEWSKI, J.; STRZAŁKOWSKA, N.; RYNIEWICZ, Z.; BAGNICKA, E.; OPRZĄDEK, A.;
Zależność między formami polimorficznymi alfa-S1-Cn a dobową wydajnością i składem mleka kóz w okresie laktacji. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, **12** (2000), 177-191
- LITWINCZUK, A.; KĘDZIERSKA-MATYSEK, M.; BARŁOWSKA, M.:
Wstępne wyniki oceny polimorfizmu α S1- kazeiny kóz z Wielkopolski i Podkarpacia oraz jego związku z ich produkcyjnością. Prace i Materiały Zootechniczne **14** (2002), 103-109
- PIERRE, A.; MICHEL, F.; GRAET, Y.; ZAHOUTE L.:
Casein micelle size in relation with casein composition and α S1, α S2, β and χ casein contents in goat milk. Le Lait **78** (1998), 591-605
- PIERRE, A.; MICHEL, F.; GRAET, Y.L.; BERRIER, J.;
Soft goat cheeses at different ripening stages: cheese structure, composition and non solvent water. Le Lait **79** (1999), 489-501
- PIERRE, A.; QUERE, J.L.; FAMELART, M.H.; RIAUBLANC, A.; ROUSSEAU, F.;
Composition, yield, texture and aroma compounds of goat cheeses as related to the A and O variants of α S1 casein in milk. Le Lait **78** (1998) 279-290
- PIERRE, A.; QUERE, J.L.; RIAUBLANC, A.; GRAET, Y.; DEMAIZIERES, D.; MICHEL, F.:
Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O α S1 casein variants. Le Lait **78** (1998), 191-202
- QUERE, J.L.; PIERRE, A.; RIAUBLANC, A.; DEMAIZIERES, D.:
Characterization of aroma compounds in the volatile fraction of soft goat cheese during ripening. Le Lait **78** (1998), 279-290
- RAGE, A.; LUNDER, T.,
Microbiological and hygienic quality of norwegian goat milk. International Dairy Federation: Production and Utilization Ewe and Goat Milk. Brussels-Belgium, (1996), 159-178
- RYNIEWICZ, Z.; KRZYŻEWSKI, J.; STRZAŁKOWSKA, N.; GAŁKA, E.:
Możliwość poprawy cech mleczności krajowego pogłowia kóz w świetle wyników badań prowadzonych w IGiHZ PAN w Jastrzębcu. Annales of Warsaw Agricultural University **37** (2000), 21-29
- SZUMSKA, D.; TOKARSKA, M.:
Zabiegi technologiczne podnoszące przydatność mleka koziego do serowarstwa. Przegląd Hodowlany, **7** (1997), 21-22
- TIETZE, M.; LITWIŃCZUK, A.; BUDZYŃSKA, M.; BEDERSKA, M.:
Czynniki warunkujące zawartość komórek somatycznych w mleku zwierząt gospodarskich. Annales UMCS vol. XIX, **37** (2001), 297-301
- VASSAL, L.; MANFREDI, E.:
Des laits plus riches. La Chevre **201** (1994), 33-36
- VOUTSINAS, L.; PAPPAS, CH.; KATSIARI, M.:
The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. Journal of Dairy Research, **57** (1990), 41-51
- ZENG, S.S.; ESCOBAR, E.N.:
Influence of somatic cell count in goat on yield and quality of soft cheese. International Dairy Federation: Production and Utilization of Ewe and Goat milk, Brussels-Belgium, 1996, 109-113

Author's address

NINA STRZAŁKOWSKA, PhD.

Polish Academy of Sciences

Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzebiec,

Ul. Postępu 1

05-552 Wólka Kosowska

Poland

E-Mail: J.Krzyzewski@ighz.pl

STEFAN CIURYK, EDYTA MOLIK, URSZULA KACZOR and GENOWEFA BONCZAR²

Chemical composition of colostrum and milk of Polish Merino sheep lambing at different times

Abstract

Chemical composition and fatty acid content of colostrum and milk were analysed in Polish Merino sheep lambing at different times. The sheep lambed in January and June, and were kept indoors throughout the experiment. It was found that the content of different components in colostrum and milk of sheep in both groups was comparable with the results obtained by other authors. Slight differences in the content of fat and fatty acids were probably due to lower milk yield of the sheep, whose lactation took place under a decreasing light day.

Key Words: sheep, milk, colostrum, chemical composition, fatty acids profile

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Chemische Zusammensetzung von Kolostrum und Milch der zu unterschiedlichen Zeiten abblammenden Polnischen Merinos**

Es wurden die chemische Zusammensetzung und das Fettsäurenmuster des Kolostrum und der Milch von zu unterschiedlichen Terminen abblammenden Mutterschafen des Polnischen Merinos untersucht. Die Schafe wurden ganzjährig im Stall gehalten und lammten im Januar und Juni ab. Die Zusammensetzung des Kolostrums und der Milch der Schafe aus unterschiedlichen Untersuchungsgruppen stimmten mit Literaturangaben überein. Kleine Unterschiede im Fettgehalt und Fettsäurenmuster sind wahrscheinlich auf die niedrigeren Milchleistungen der Schafe, die die Laktation bei verkürztem Tageslicht erlebten, zurückzuführen.

Schlüsselwörter: Schafe, Milch, Kolostrum, chemische Zusammensetzung, Fettsäurenmuster

Introduction

Raising sheep for milk is an alternative way of improving the profitability of sheep farming in Poland. In the European Union countries, no limits have been set on the production of sheep milk. With time, this may help to increase the interest in dairy use of sheep. The nutritive value and technological suitability of sheep milk resulting from its chemical composition have been highly appreciated for centuries. Compared to cow's milk, sheep milk is almost twice higher in fat and protein (BONCZAR et al., 1999; DROŻDŻ, 1985). Thanks to the greater content of vitamins than in cow's milk and the presence of orotic acid and amygdalin, which have been attributed with antineoplastic properties, sheep milk has dietetic and curative properties (BORYS, 2001). The rich composition of sheep milk determines its nutritive value and technological suitability, which should earn it a better position among animal-origin products than previously. The growing interest in the consumption of sheep milk products may help to increase the population of sheep in Poland. The primary function of the mammary gland in ruminants is to provide neonates with full-value food along with immune substances. This function is fulfilled by colostrum, a special secretion produced late in gestation and on the first days after parturition. Composition of colostrum is species related and has been observed to change within several hours of parturition (GORBAN et al., 2001; PATKOWSKA, 2001). Raising of sheep for meat, a practice that has been developed for many years in Poland, compels breeders to ensure continued supplies of live lambs. One way of satisfying the market needs is to

apply different dates of lambing. Polish Merino is a breed that meets these requirements. Shortening the rearing period of lambs with mothers makes it possible to use them for milk.

The objective of the present study was to determine the chemical composition of colostrum and milk obtained from sheep lambing on two different dates.

Material and Methods

The studies were carried out at the Experimental Station of the Department of Sheep and Goat Breeding, the Agricultural University in Krakow. Forty sheep in their third and fourth lactations were selected from a flock of 40 sheep. The sheep were assigned to two groups of 20. The first group, after previous synchronization of oestrus with the "Chronogest" method, were mated on 23-25 August. Lambing took place in the last decade of January. The second group was also synchronized with the Chronogest method and mated in the last decade of January, with lambing in the third decade of June. Lambs were reared with their mothers to 56 days of age and weaned, and mothers were designated for milking. Sheep were milked twice a day with an Alfa-Laval milking machine until drying off. Until the end of the 4th month of gestation, sheep were fed traditionally (Normy żywienia, IZ 1998), and from the fifth month of gestation until drying off, mothers were kept indoors and fed with a pelleted diet (8.5 MJ net energy and 220 g CP) at 1.5 kg/day/sheep, and a hay supplement *ad libitum*. After lambing, colostrum samples were taken from the sheep at 1, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours and bulk milk samples were collected from the first three months of lactation.

Table 1

Chemical composition of colostrum of Polish Merino sheep ($\bar{X}$ and SD) (Chemische Zusammensetzung der Kolostralmilch der Polnischen Merinos)

Hours of lactation	Lambing time	Fat (%)	Protein (%)	Dry matter (%)
1	I	11.1A $\pm$ 3.4	21.2A $\pm$ 2.9	32.2A $\pm$ 4.8
	II	10.2A $\pm$ 3.5	22.2A $\pm$ 2.1	33.4A $\pm$ 4.1
3	I	13.5B $\pm$ 3.5	15.3B $\pm$ 4.1	25.0B $\pm$ 4.7
	II	16.3B $\pm$ 3.8	15.2B $\pm$ 3.8	26.5B $\pm$ 3.8
6	I	13.9B $\pm$ 3.8	13.9B $\pm$ 2.9	23.9B $\pm$ 4.2
	II	14.3B $\pm$ 4.1	14.0B $\pm$ 3.2	24.9B $\pm$ 3.2
12	I	10.8A $\pm$ 3.5	6.6C $\pm$ 2.1	15.9C $\pm$ 1.9
	II	9.3A $\pm$ 3.9	6.7C $\pm$ 2.3	16.2C $\pm$ 2.5
24	I	7.3C $\pm$ 3.2	6.6C $\pm$ 1.9	15.5C $\pm$ 1.8
	II	8.5C $\pm$ 0.8	6.8C $\pm$ 2.1	15.5C $\pm$ 1.8
48	I	6.8CD $\pm$ 2.8	6.7C $\pm$ 1.8	13.8C $\pm$ 2.2
	II	7.8C $\pm$ 1.1	6.9C $\pm$ 1.4	14.0C $\pm$ 2.0
72	I	6.6D $\pm$ 2.0	6.0C $\pm$ 1.3	16.8C $\pm$ 2.8
	II	6.5D $\pm$ 2.5	6.2C $\pm$ 1.1	16.9C $\pm$ 2.3

A,B, C,D (a, b, c, d)– means within groups with different capital (small) letters differ $P < 0.01$ ($P < 0.05$)

I – ewes lambing in January (n=6),

II – ewes lambing in June (n=6)

For all tables also

The samples were stored until further analysis at -20°C . Methyl esters were separated and determined by gas chromatography (PYE-UNIKAM) on column Supelcowax 10 (30 m $\times$ 0.53 mm) (quartz capillary) under the following conditions: carrier gas helium 2.5 ml/min, injector temp. 220°C , column temp. 50°C for 2 min., 7°C for 1 min. to 220°C , 220°C for 15 min, detector temperature 250°C (flame-ionization detector).

To determine chemical composition of milk starting from 56 days of lactation and then at 30-day intervals, individual samples were taken to determine the content of solids, fat, protein and lactose. Determinations were made following the method of BUDSŁAWSKI (1973).

The results were analysed statistically with two-way analysis of variance using Tukey's test (STATISTICA, 1997).

Results

Chemical composition of ewe colostrum was not significantly differentiated by the lambing date (Table 1). In both groups of sheep, there were considerable changes in the content of fat and protein as lactation proceeded. During the first 6 hours fat content increased (from 10.7 to 14.1%) along with a decrease in protein level (from 21.7 to 13.95%). Solids in colostrum taken at 1 hour averaged 32.8% and decreased within the next 6 hours by 8.3 and 8.5 percent units in groups I and II, respectively. Fat content decreased from 12 to 72 hours after parturition. It averaged 10.05% at 12 hours and only 6.55% at 72 hours. Protein level during this period was fairly stable and ranged from 6.0 to 6.9%. Solids during the same period were 15.6% on average. Changes in the chemical composition of milk in sheep lambing in January and June are shown in Table 2.

Table 2

Chemical composition of milk of Polish Merino sheep in milking period ($\bar{X}$ and SD) (Chemische Zusammensetzung der Milch von Polnischen Merinos während der Melkzeitperiode)

Month of lactation	Lambing time	Fat (%)	Protein (%)	Dry matter (%)	Lactose (%)
II	I	4.00 ± 0.4	4.80 ± 0.7	12.0 ± 1.2	5.10 ± 0.3
	II	5.50 ± 0.5	5.70 ± 0.3	12.30 ± 0.9	4.61 ± 0.1
III	I	6.00 ± 0.5	5.86 ± 0.8	17.02 ± 1.3	4.90 ± 0.2
	II	5.20 ± 0.6	6.51 ± 0.4	16.25 ± 1.1	4.37 ± 0.1
IV	I	6.60a ± 0.3	6.99 ± 0.3	18.61 ± 1.5	4.96 ± 0.3
	II	9.20b ± 0.8	7.32 ± 0.5	21.63 ± 1.8	4.12 ± 0.1
V	I	8.40 ± 0.7	6.66 ± 0.2	19.17 ± 1.4	4.10 ± 0.1
	II	7.80 ± 0.8	7.83 ± 0.5	20.33 ± 1.9	4.22 ± 0.1
VI	I	11.00 ± 1.1	8.29 ± 0.6	23.28 ± 1.9	3.99 ± 0.1
	II	-	-	-	-

The study showed the content of solids to change with progressing lactation. In the second month of lactation the milk of January- and June-lambing sheep contained 12.0 and 12.3% solids respectively. Over the next months, solids increased in both groups. At four and five months of lactation, they were 18.61% and 19.17% respectively in sheep lambing in January. During the same period milk of June-lambing sheep was characterized by a higher content of solids (21.63 and 20.33% respectively). Also throughout the period of milk use, protein content was found to be much higher in June-lambing sheep. At the second month of lactation, protein in milk was 4.80% in the first group and 5.70% in the second. Over the following months, protein in milk rose by 2.1% in June-lambing sheep and by 3.4% in January-lambing sheep. Fat content in the second month of lactation was only 4.0% in January-lambing lambs, and 5.70% in June-lambing sheep. With progressing lactation, fat in milk was observed to increase in both groups of sheep. A statistically significant difference of 2.6% in fat content was found at four months of lactation (9.20% fat for June- vs. 6.60% for

January-lambing sheep). At five months of lactation, the milk of January-lambing sheep contained 8.40% fat and its content increased to 11.0% at six months. Fat content averaged 7.2% in January-lambing sheep and 7.4% in June-lambing sheep. The milk of January-lambing sheep contained slightly more lactose compared to the milk of June-lambing sheep. As lactation proceeded, a steady decrease in lactose was observed (from 5.10 to 3.99% in group I and from 4.61 to 4.62% in group II).

Table 3

Profiles of selected fatty acids of colostrum and ewe milk (% of total acids, $\bar{X}$ and SD) (Zusammensetzung von ausgewählten Fettsäuren im Schafkolostrum und in der Schafmilch)

Fatty acids	Lt.	Colostrum - hours of lactation						Milk	
		1	3	6	12	24	48	72	
C6:0	I	0.84A±0.1	0.84A±0.1	0.83A±0.2	0.97AC±0.1	1.19AC±0.2	1.01AC±0.1	1.62B±0.1	2.07BC±0.1
	II	0.75A±0.1	0.69A±0.2	0.60A±0.2	0.99a±0.3	1.22a±0.5	1.01a±0.5	1.65B±0.4	1.64Bb±0.1
C8:0	I	0.76A±0.1	0.74A±0.1	0.71A±0.1	0.79Aa±0.1	1.02±0.2	1.12±0.5	1.40B±0.4	1.64Bb±0.1
	II	0.60Aa±0.1	0.57Aa±0.2	0.61A±0.2	0.93A±0.2	1.04±0.2	1.12±0.2	1.67Bb±0.5	1.81Bb±0.1
C10:0	I	2.30A±0.3	2.15AC±0.4	1.98A±0.1	2.23A±0.2	2.90a±0.5	2.94a±0.5	3.96±1.3	6.10BbC±0.2
	II	1.79A±0.4	1.64A±0.6	1.70AC±0.2	2.60a±0.9	3.19B±0.9	2.94B±0.5	4.95B±1.0	5.12Bb±0.1
C17:1	I	0.77±0.1	1.07A±0.1	1.01A±0.1	1.02A±0.1	0.92±0.1	0.91±0.1	0.79±0.2	0.57B±0.1
	II	0.99a±0.1	1.07A±0.1	0.88±0.2	0.90±0.2	0.88±0.2	0.91±0.1	0.77±0.1	0.66b±0.1
C18:0	I	7.09A±2.5	8.02a±2.1	7.35a±1.7	8.01±1.6	8.30±1.1	8.47±3.2	8.73±1.4	11.26Aa±0.6
	II	6.07A±1.5	5.99A±1.1	6.41±1.4	7.13±1.2	7.39±1.1	8.44±1.2	9.37±0.9	11.86B±1.7
C18:2 (CLA)	I	0.97A±0.3	0.97A±0.1	0.94a±0.1	0.95a±0.3	0.95a±0.3	0.76±0.1	0.73B±0.2	11.86B±1.7
	II	1.06A±0.1	0.96a±0.1	0.95a±0.1	0.95a±0.1	0.95a±0.3	0.76±0.1	0.79±0.1	11.86B±1.7
SFA	I	54.9±5.5	55.4±6.2	54.3±5.6	54.3±5.1	56.0±4.8	56.1±6.7	57.1±1.6	57.8±1.5
	II	54.3±3.5	54.1±2.8	54.4±1.9	56.1±2.3	56.5±2.9	56.1±0.2	57.2±1.7	57.9±1.6
UFA	I	38.0±5.7	38.0±5.7	38.8±6.1	38.1±4.7	37.8±3.3	37.4±3.1	37.5±4.5	34.3±1.5
	II	38.0±5.7	40.0±2.6	40.0±2.4	37.8±2.4	37.4±3.1	38.7±1.4	36.9±2.6	36.9±1.7
MUFA	I	33.6±5.8	34.9±1.8	34.5±5.9	33.8±4.6	33.4±3.2	34.8±4.3	33.1±4.8	30.4±1.7
	II	34.9±1.8	35.9±2.3	36.1±2.6	33.6±2.8	33.2±3.5	34.8±2.2	32.53.4	32.8±2.0
PUFA	I	4.5±0.1	4.4±0.1	4.3±0.2	4.3±0.2	4.4±0.1	3.9±0.4	3.9±0.7	3.9±0.5
	II	4.1±0.8	4.1±0.5	3.9±0.6	4.2±0.8	4.2±0.6	3.9±0.7	4.4±0.9	4.1±0.3
P/S	I	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07
	II	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07

Lt. – lambing time, CLA- Conjugated linoleic acid, SFA- Total Saturated Fatty Acids, UFA- Total Unsaturated Fatty Acids, MUFA- Total Monounsaturated Fatty Acids, PUFA – Total Polyunsaturated Fatty Acids, P/S – Proportion of unsaturated to saturated acids

Eighteen fatty acids were identified as a result of colostrum and milk sample analyses. The statistical analyses showed no differences in the content of individual acids in colostrum and milk of the ewes. Significant differences occurred with progressing lactation and concerned 6 acids (Table 3).

During the first 12 hours, the level of saturated acids (caproic, caprylic, capric) in colostrum assumed similar values. From the second day, they began to rise markedly. At 72 hours these acids were found to be about 100% higher than in the colostrum from the first hour of lactation. The content of short-chain fatty acids was higher in milk than in colostrum, but the differences were not statistically significant. It was also shown, but only for the group of February-lambing ewes (group I), that C 17:1 acid decreased in successive hours of colostrum secretion and was the lowest in milk (0.57%). The milk of ewes from both groups was significantly higher in C18:0 compared to the colostrum from the first 3 hours of lactation. The content of conjugated linoleic acid in colostrum was similar in all the samples, with statistical differences for groups I and II between first hour of lactation (0.97% and 1.06%) and milk (0.64% and 0.74% respectively). The present study showed that the content of

saturated acids increased with progressing lactation in colostrum of both groups of ewes by about 3% percent units ($P>0.05$). The content of total unsaturated acids (UFA) ranged from 36.9 to 40.0% and decreased non-significantly with progressing lactation to reach 37.4% and 36.9% towards the end of the third day (groups I and II respectively). The content of polyunsaturated fatty acids in colostrum at 1 hour of lactation slightly exceeded the level found in milk.

Discussion

The results obtained for changes in the content of solids in the milk of lactating sheep are comparable with the findings of (OSIKOWSKI et al., 1999; BONCZAR et al., 1999) reported that solids in milk of sheep are lower at first and increase towards the end of lactation, which was also observed in the present study. The change of the lambing date did not have a significant effect on the content of protein and lactose in the milk. Protein in milk averaged 6.99% and 7.2%, and lactose 4.4% and 4.2% in groups I and II respectively. Similar results for the content of protein and lactose in milk were obtained by (MROCZKOWSKI, 1987; NIŻNIKOWSKI, 2001).

In the present experiment, statistically significant differences in the fat content of milk were found in sheep. According to (MROCZKOWSKI, 1987), the milk of Polish Merino sheep contains 6.18% fat on average. Fat in milk averaged 8.0% in January-lambing sheep and 7.4% in June-lambing sheep. However, general tendencies in changes in the content of milk components are in agreement with many authors, because the content of milk components increased with progressing lactation. The milk of June-lambing sheep was observed to have a higher content of individual components, which can be attributed to shorter lactation and lower milk yield. The chemical composition of colostrum was within the range reported by other authors (BUDSŁAWSKI, 1973; CAVENDER et al., 1995). The lack of significant differences in the basic composition of colostrum of sheep lambing on different dates was probably due to the application of identical feeding, because (BORYS et al., 1999) reported that modification of feeding does not result in differences in colostrum composition. The large differences found in the content of solids, protein and fat in colostrum with progressing lactation, suggest that the time of sampling should be strictly accounted for when analysing the chemical composition of colostrum. The analysis of fatty acids profile showed that similar to milk, colostrum is a product rich in saturated acids, as reported by (GORBAN et al., 2001; BORYS et al., 1999), and (PATKOWSKA, 2001; BORYS et al., 1999; CIURYK et al., 2001) demonstrated a relationship between fat and CLA content of sheep milk, but this phenomenon does not concern colostrum, as shown in the experiment.

It is concluded that with the same feeding, a change in lambing time does not significantly affect the chemical composition of sheep colostrum and milk. Slight differences with regard to the fat content and fatty acid composition were probably due to lower milk yield of the sheep, the lactation of which took place under a decreasing light day (CIURYK et al., 2001).

References

BONCZAR, G.; PACIOREK, A.:

Właściwości mleka owczego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie **360**, (1999), 37-48

BORYS, B.; BORYS, A.; MROCZKOWSKI, S.; GRZEŚKIEWICZ, S.:

- Charakterystyka wartości rzeźnej i jakości mięsa jagniąt mlecznych oraz jej zróżnicowanie w zależności od poziomu SKL w mleku matek. *Rocz. Ins. Przem. Mięs. Tłuszcz.*, **36**, (1999), 101-112
- BORYS, B.; PISULEWSKI, P.:
Jakość oraz możliwości kształtowania prozdrowotnych właściwości spożywczych produktów owczarskich. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, z. **11**, (2001), 67-86
- BUDSŁAWSKI, J.:
Badanie mleka i przetworów, PWRiL Warszawa (1973)
- CAVENDER, P.C.; TURLEY, S.D.; DIETSCHY, J.M.:
Sterol metabolism in fetal, newborn, and suckled lambs and their response to cholesterol after weaning. *American Journal of Physiology* **269**, *Endocrinology Metabolism* **32**, (1995), 331-340
- CIURYK, S.; MOLIK, E.; PUSTKOWIAK, H.:
Zmiany poziomu kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mleku polskich owiec długowieśnych w okresie mlecznego użytkowania. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **12**, (2001), 147-151
- DROŻDŻ, A.:
Problemy mlecznego użytkowania owiec pogórza. *Owczarstwo* **5**, (1986), 16-17
- GORBAN, A. M.; IZZELDIN, O.M.:
Fatty acids and lipids of camel milk and colostrum. *Inter. J. of Food Sci. and Nutr.* **52**, (2001), 283-287
- NORMY ŻYWIENIA BYDŁA I OWIEC SYSTEMEM TRADYCYJNYM:
Prac. Zbior. IZ (1998) w Krakowie
- MROCZKOWSKI, S.:
Użytkowanie mleczne owiec. *Przeg. Hod.* **9**, (1987), 27-30
- NIŻNIKOWSKI, R.:
Możliwość pozyskania mleka konsumpcyjnego od polskich owiec nizinnych. *Przeg. Hod.* **9**, (2001), 20-22
- OSIKOWSKI, M.; KORMAN, K.; PAKULSKI, T.; BORYS, B.:
Zagadnienia użytkowania mlecznego owiec na terenach nizinnych w świetle badań IZ ZZD Kołuda Wielka. *Zeszt Nauk. SGGW* (1999), 47-60
- PATKOWSKA-SOKOŁA, B.:
Porównanie między- gatunkowe w zakresie profilu kwasów tłuszczowych i syntezy dienów kwasu linolowego w siarze przeżuwaczy. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **11**, (2001), 255-262
- STATISTICA:
for Windows (1997), StatSoft, Inc.v.5

Author's address

STEFAN CIURYK, DSc., EDYTA MOLIK, DSc., URSZULA KACZOR, DSc.,
Prof. Dr. habil. GENOWEFA BONCZAR
Department of Sheep and Goat Breeding, Agricultural University in Krakow
al. Adama Mickiewicza 24/28,
30-059 Krakow, Poland

REINHARD SÜß, KARSTEN SIERSLEBEN, HANS-JÖRG RÖSLER
und LOTHAR DÖRING

Analyse der Wirtschaftlichkeit in schafhaltenden Betrieben Sachsen-Anhalts

Abstract

Title of the paper: **Analysis of the economic situation of sheep farms in Saxony-Anhalt**

The alteration of the political framework conditions at the beginning of the 90th last century had serious effects on the economy of sheep enterprises in the eastern German federal states. The dominant wool production lost in importance. Production of slaughter lambs and landscape maintenance moved into the focus of the economic activity. Decreasing profitability was accompanied by a dramatic reduction in sheep number - in Saxony-Anhalt today only 15 % of sheep are kept in comparison to 1990 - following new structures in sheep husbandry. A branch specific analysis was done for the year 2001/02 to evaluate the farm structure and the topical economic situation of sheep keeping farms in Saxony-Anhalt. Included were 19 representative enterprises of different legal state with on average 734 ewes. This corresponds to about 15 % of all ewes held in Saxony-Anhalt. The ewes belong essentially to the breeds German Mutton Merino, Merinoland Sheep as well as German Blackheaded Mutton. By the sale of slaughter lambs presently 74,4 % of the market proceeds were achieved. Other market products are almost to neglect (wool 4,4 %, adult ewes excluded from breeding 8,8 %). In contrast public directly payments for the sheep holders supply 46 % of the farm income. Hereby the payment for different kinds of landscape care is of especially importance with a share of 73 % from all public directly payments. Looking at the most important production trait, the so called productivity number, only one usable lamb per ewe and year was realized, if slaughter lamb production is combined with countryside care. But the superiority of the best enterprises is up to 40 %. The profit ex capital interests amounted 14.54 € per ewe.

Prognoses for the future development of the sheep husbandry against the background of the standing detachment of the public payments from animal and plant yields are derived.

Key Words: sheep farms, economic situation, Saxony-Anhalt

Zusammenfassung

Die Änderung der politischen Rahmenbedingungen Anfang der 90er Jahre hatte gravierende Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Schafhaltung in den östlichen Bundesländern. Die bis dahin dominierende Wollproduktion verlor an Bedeutung. Die Erzeugung von Mastlämmern und die Kulturlandschaftspflege rückten in den Mittelpunkt der Wirtschaftstätigkeit. Sinkende Rentabilität führte nach einem dramatischen Bestandsabbau - in Sachsen-Anhalt werden heute nur noch 15 % der Schafe im Vergleich zu 1990 gehalten - zu neuen Strukturen in der Schafhaltung. Im Rahmen einer Betriebszweigauswertung wurde für das Wirtschaftsjahr 2001/02 die Betriebsstruktur und die aktuelle wirtschaftliche Situation schafhaltender Betriebe in Sachsen-Anhalt analysiert. Einbezogen waren 19 repräsentative Betriebe verschiedener Rechtsformen mit durchschnittlich 734 Mutterschafen. Dies entspricht ca. 15 % aller in Sachsen-Anhalt gehaltenen Mutterschafe. Das Rassenspektrum umfasst im wesentlichen Merinofleischschafe, Merinolandschafe sowie Deutsche Schwarzköpfige Fleischschafe. Über den Verkauf der Mastlämmer werden gegenwärtig 74,4 % der Erlöse erzielt. Andere Marktleistungen sind fast zu vernachlässigen (Wolle 4,4 %, Verkauf von Altschafen 8,8 %). Aus öffentlichen Direktzahlungen erzielen die Schafhalter demgegenüber 46 % aller Einnahmen. Hier nimmt die Vergütung der Kulturlandschaftspflege, deren Anteil 73 % an den öffentlichen Direktzahlungen beträgt, eine herausragende Stellung ein. Bei Verknüpfung von Schlachtlammererzeugung und Kulturlandschaftspflege lag die Produktivitätszahl als wichtigste Produktionskennziffer zuletzt nur bei einem verwertbaren Lamm je Mutterschaf und Jahr, wobei die besten Betriebe 40 % höhere Leistungen realisieren. Der Gewinn ohne Fremdkapitalzinsen betrug 14,54 € pro Mutterschaf. Es werden Prognosen für die zukünftige Entwicklung der Schafhaltung vor dem Hintergrund der anstehenden Entkopplung der Prämienzahlungen abgeleitet.

Schlüsselwörter: Schafhaltung, Wirtschaftlichkeit, Sachsen-Anhalt

Einleitung

Die Änderung der politischen Rahmenbedingungen Anfang der 90er Jahre hatte gravierende Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Schafhaltung in den östlichen Bundesländern. Die bis dahin dominierende Wollproduktion verlor nahezu jegliche Bedeutung. Die Erzeugung von Schlachtlämmern und die Pflege der Kulturlandschaft rückten in den Mittelpunkt der Wirtschaftstätigkeit. Die sinkende Rentabilität führte zu einem dramatischen Bestandsabbau um 75 % und in der Folge zu neuen Strukturen. Am stärksten von den strukturellen Veränderungen war dabei das Land Sachsen-Anhalt betroffen, wo es nur noch etwa 15 % des Schafbestandes im Vergleich zu 1990 gibt. Vor dem Hintergrund der anstehenden Entkopplung der Prämienzahlungen im Rahmen der GAP ist inzwischen ein neuerlicher Anpassungsprozeß zu erwarten.

Für eine stabile Entwicklung der heutigen Betriebe ist die nachhaltige Sicherung der Rentabilität entscheidend. Analysen der Wirtschaftlichkeit bilden dabei eine wichtige Basis für betriebliches Handeln, die Beratung, die Tätigkeit der staatlichen Verwaltung wie auch des Berufsstandes. Im Rahmen einer Betriebszweigauswertung wurde für das Wirtschaftsjahr 2001/02 die aktuelle wirtschaftliche Situation schafhaltender Betriebe analysiert. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse dargestellt und diskutiert.

Tabelle 1
Strukturelle Rahmenbedingungen der analysierten Betriebe

Kennzahl	alle Betriebe (n=19)				n=12
	Mittel	Min.	Max.	Bemerkungen	Mittel
Anzahl Mutterschafe (JDB)	734	295	1495	Median 772	823
Rechtsform	3xAG; 2x GbR; 1xGmbH; 1xsonst.jur. Person; 12xEinzelunternehmen im Haupterwerb				Einzelunternehmen im Haupterwerb
Mastverfahren	10x Stall- und 9x kombinierte Weide-/Stallmast				je 6 x Weide/Stall- und Stallmast
Lammzeiten	9x2; 6x1; 2x3; 2x kontinuierliche Lammung				6x2; 3x1; 2x3; 1x kontinuierliche Lammung
LN (ha)	580	75	2.246	Median 337	230
dav. Pachtfläche	546	73	1.985		226
Grünland (ha)	185	18	400		184,5
Ackerfläche (ha)	395	0	2.246	Median 54	45,5
Stallfläche m ²	1.586	450	3.750		1920
Anzahl Arbeitskräfte	2,5	1,0	5,0		2,65
Mutterschafe/AK	312	157	489		328

Material und Methode

In Sachsen-Anhalt beschäftigen sich insgesamt 440 Betriebe mit der Schafhaltung, davon ca. 150 im Haupterwerb, wobei die Milcherzeugung im Gegensatz zum Nachbarland Sachsen keine Rolle spielt. Einbezogen in die Betriebszweigauswertung waren 19 repräsentative Betriebe verschiedener Rechtsformen. Parameter zu deren Charakterisierung sind in Tabelle 1 dargestellt. Als Datenquelle dienten vorrangig die betriebswirtschaftlichen Jahresabschlüsse. Der Mutterschafbestand betrug im Jahresmittel 734 Tiere bei einer Variation zwischen den Herden von ca. 300 bis 1.500 Tieren. Das Rassenspektrum (Abb. 1) umfasst bei den Mutterschafen im wesentlichen Merinofleischschafe, Merinolandschafe sowie Deutsche Schwarzköpfige Fleischschafe. Im Mittel

wurden im Auswertungszeitraum etwas mehr als 300 Mutterschafe von einer Arbeitskraft betreut. Zur Sicherung einer hohen Vergleichbarkeit wurden in die ökonomischen Auswertungen nur Einzelunternehmen einbezogen, bei denen die Schafproduktion die Hauptproduktionsrichtung darstellt.

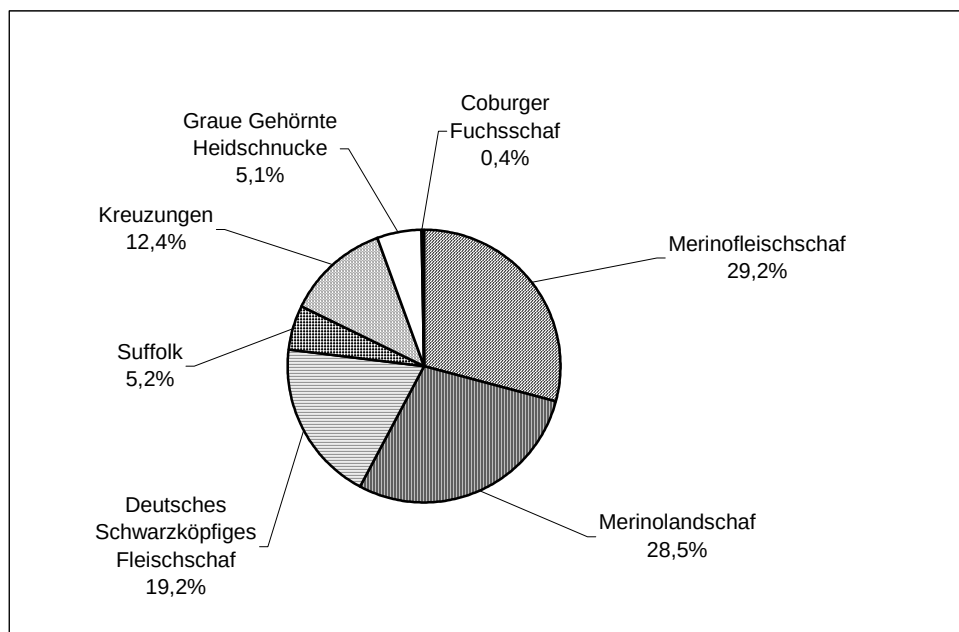


Abb. 1: Rassenstruktur der Mutterschafbestände

Tabelle 2

Kennzahlen zur Reproduktion

Merkmal	Gesamtmaterial	n = 12
Anzahl Mutterschafe JDB	734	823
Ablammrage	86,9 (51,5 – 113,7)	88,5 (51,5-113,7)
Lämmer je Ablammung	1,29 (1,0-1,79)	1,20 (1,0-1,49)
Verlustrate Lämmer	8,9	9,5
Verwertbare Lämmer je Mutterschaf und Jahr (Produktivitätszahl)	1,03 (0,61-1,43)	1,02 (0,61-1,32)
Reproduktionsrate	19,4	20,0
Vermarktete Lämmer/MS+J	0,84 (0,17-1,26)	0,81 (0,17-1,10)

Ergebnisse und Diskussion

Reproduktionsdaten

In Tabelle 2 sind die realisierten Ergebnisse in der Reproduktion dargestellt. Die Ablammrage liegt bis zu 5 Prozentpunkte unter den Ergebnissen der vorangegangenen Jahre, wo in den Haufterwerbsbetrieben 92,8 % erreicht wurden und auch in der gleichen Größenordnung niedriger als bei einer analogen Auswertung sächsischer Betriebe (KLEMM und DIENER, 1999). Unter den gegebenen Produktionsbedingungen gelingt es offensichtlich in vielen Betrieben nicht, das Fruchtbarkeitspotential der genutzten Rassen auszuschöpfen, wenn man sich an Zuchtzielforderungen für die eingesetzten Rassen sowie den Ablammergebnissen in Herdbuchzuchten orientiert. Da sich die Lämmerverluste in einem üblichen Rahmen bewegen, ist dies zugleich Ursache dafür, dass lediglich ein verwertbares Lamm je Mutterschaf im Jahr zur Verfügung steht.

Davon gehen ca. 20 % in die Bestandsreproduktion und werden nicht unmittelbar erlöswirksam. Für die Produktivitätszahl ergibt sich damit die gleiche Situation wie in Sachsen (KLEMM und DIENER, 1999) oder Mastlammproduktionsbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern (ZUPP und BÖTTCHER, 2004). Beachtlich ist die generell erhebliche Variation der Ergebnisse zwischen den Betrieben.

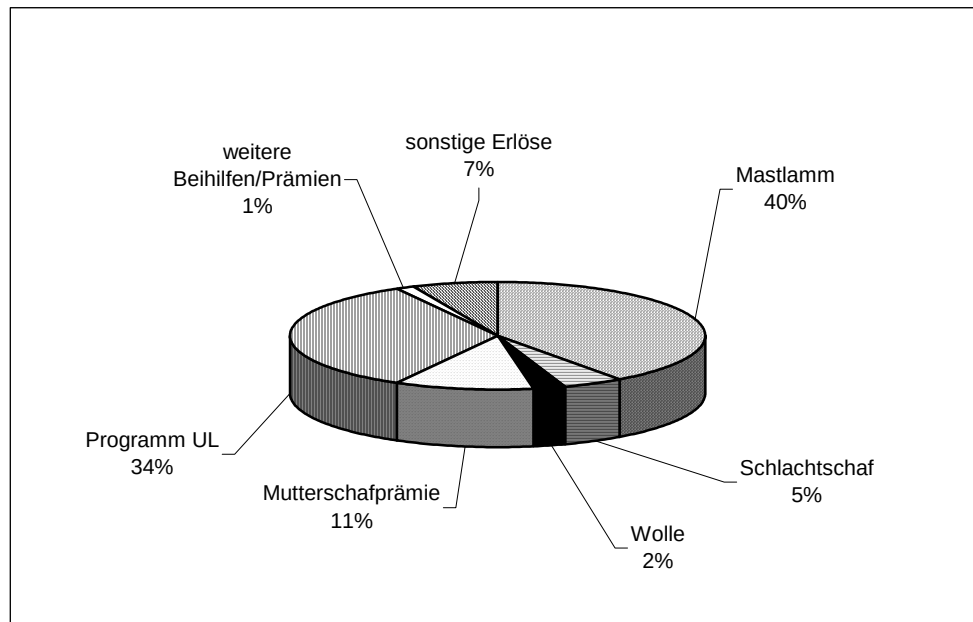


Abb. 2: Struktur der Betriebseinkommen in Einzelunternehmen Haupterwerb Schaf

Tabelle 3

Tierische Leistungen und Preise

Merkmal	Maßeinheit	Gesamtmaterial	Haupterwerbsbetriebe
Alter bei Mastende	Tage	125 (70-182)	129 (105-182)
Mastendgewicht	kg	34,2 (26-45)	36,3 (31-45)
Lebenstagszunahme	g/Tag	253,6	259,9
Preis je kg Lebendmasse	€	1,91 (1,62-2,50)	1,83 (1,62-2,14)
Schweißwollertrag	kg/a	4,45 (2,37-6,70)	4,48 (3,5-5,68)
Wollpreis	€/kg	0,73 (0,58-1,08)	0,74 (0,58-1,08)
Preis Altschafe	€/Stück	35,49 (0-67,81)	35,27 (0-59,70)

Betriebseinkommen

In Abbildung 2 ist die Strukturierung der Betriebseinkommen dargestellt. Die über den Verkauf der erzeugten Produkte erzielte Marktleistung hat nur einen Anteil von 54 %. Dabei sind Schlachtlämmer gegenwärtig die mit Abstand wichtigste Erlösquelle (74,4 % der Erlöse). Sie sind im Mittel bei der Vermarktung nur reichlich 4 Monate alt und weisen ein für die hiesigen Bedingungen typisches Mastendgewicht auf (Tab. 3). Die Produktions- und Preisangaben sind durch eine große Variation charakterisiert, die durch unterschiedliche Betriebsstrategien (Weide- bzw. Stallmast, leichte oder schwere Lämmer) und den sich daraus ableitenden Konsequenzen für die Vermarktung bedingt ist. Andere Marktleistungen sind fast zu vernachlässigen (Wolle 4,4 %, Verkauf von Altschafen 8,8 %). Aus öffentlichen Direktzahlungen erzielen die Schafhalter demgegenüber 46 % aller Einnahmen. Hier nimmt die Vergütung der Kulturland-

schaftspflege, deren Anteil 73% an den öffentlichen Direktzahlungen beträgt, eine herausragende Stellung ein.

Kosten

Die Kosten je Mutterschaf belaufen sich im Auswertungszeitraum im Mittel auf 104,49 € (Tab. 4). Davon sind etwas mehr als 50 % Direktkosten, die ganz wesentlich durch die Futterkosten bestimmt werden. Eine unterschiedliche betriebliche Bewertung von Grundfutter ist maßgebliche Ursache für die großen Unterschiede zwischen Betrieben. Negative Grundfutterkosten können sich methodisch bedingt ergeben, da in dieser Position die saldierten Kosten und Erlöse des Gesamtbereichs Ackerbau, der als Nebenzweig zur Lammproduktion angesehen wird, einfließen. Bei einem Betrieb mit negativen Grundfutterkosten wurden aus dem Verkauf von Marktfrüchten höhere Erlöse als im Bereich Schafhaltung erzielt. Die Höhe der Gesamtkosten hat sich im Vergleich zum vorangegangenen Untersuchungsjahr kaum geändert.

Tabelle 4
Analyse ausgewählter Kosten in Einzelunternehmen Haupterwerb Schaf (Angaben je Mutterschaf)

Kennzahl	Mittelwert	Min	Max
<i>Direktkosten</i>	57,49	13,04	99,97
Grundfutter	31,10	-11,50	67,77
Kraftfutter	12,30	1,01	28,01
Tierarzt	3,54	0,44	6,75
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	20,76	1,62	50,37
Fremdpersonal	15,23	0,34	44,27
<i>Gebäudekosten</i>	13,88	0,07	72,50
<i>Sonstige Kosten</i>	12,36	3,27	28,92
Lohnansatz	28,17	62,17	5,03
Gesamtkosten	104,49	34,46	158,13

Wirtschaftlichkeit

Für die Charakterisierung der Wirtschaftlichkeit des Betriebszweiges wird die Kennzahl „Gewinn mit Zinsen nach Lohnansatz“ genutzt. Betrachtet man den Einfluss des Mastverfahrens (Tab. 5), zeigt sich, dass im Mittel bei Stallmast kein Gewinn erzielt werden kann. Ursache ist sowohl eine deutlich geringere Marktleistung als auch geringere öffentliche Direktzahlungen. Die Unterschiede sind so gravierend, dass bei Saldierung selbst 22 % geringere Kosten nicht zur Kompensation ausreichen.

Tabelle 5
Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit vom Mastverfahren (Angaben je Mutterschaf)

Kennzahl	Kombinierte Weide-/Stallmast	Stallmast	Differenz
Anzahl Betriebe	6	6	
Anzahl Mutterschafe	965	680	285
Marktleistung €	93,28	56,34	36,94
Öffentl. Direktzahlungen €	71,74	62,15	9,59
Gesamtkosten €	117,77	91,20	26,67
Grünland ha	252	117	135
Ackerland ha	37	53	4
Mutterschafe/AK	360	296	64
Gewinn mit Zinsen nach Lohnansatz €	19,63	-1,41	21,04

Der Einfluss der üblicherweise in der Schlachtlammerzeugung maßgeblichen Kennzahl „verwertbare Lämmer je Mutterschaf und Jahr“ zeigt Effekte auf den Gewinn für

Betriebe im oberen Drittel in einer ähnlichen Größenordnung. Diese Betriebe erzeugen gegenüber den Betrieben im unteren Drittel 0,4 Lämmer mehr je Mutterschaf. Mit einem zwar 40 % höherem, aber insgesamt sinnvollen Kosteneinsatz werden 53 % höhere Marktleistungen bei gleichem Arbeitsmaß realisiert. Allerdings stehen den Betrieben im unteren Drittel auch nur 50 % der öffentlichen Direktzahlungen zur Verfügung.

Tabelle 6

Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von der Produktivitätszahl (Angaben je Mutterschaf)

Kennzahl	Betriebe oberes Drittel	Betriebe unteres Drittel	Differenz
Verwertbare Lämmer je Mutterschaf	1,20	0,81	0,39
Anzahl Mutterschafe JDB	918	680	238
Marktleistung €	88,29	40,32	47,97
Öffentliche Direktzahlungen €	66,75	32,05	34,70
Flächenausstattung ha	227	162	65
Anzahl Mutterschafe/AK	358	358	0
Gesamtkosten €	114,67	65,05	49,62
Gewinn des Betriebes mit Zinsen nach Lohnansatz	11,54	-24,36	35,90

Untersucht wurde schließlich die Frage, wie die wirtschaftlich erfolgreichsten Betriebe strukturiert sind (Tab. 7). Festzustellen ist zunächst, dass die Betriebe im oberen Drittel einen mehr als dreifach höheren Gewinn gegenüber der Sortierung nach der Produktivitätszahl realisieren. Grundsätzlich trifft auch hier zu, dass durch sinnvollen Kosteneinsatz doppelt so hohe Erlöse am Markt erzielt wurden. Auffällig ist aber vor allem, dass die rentabelsten Betriebe nicht nur deutlich mehr Mutterschafe halten sondern auch über eine doppelt so hohe Flächenausstattung verfügen und ihnen in der Folge gegenüber dem Durchschnitt aller Betriebe 8 %Punkte mehr Mittel aus öffentlichen Direktzahlungen zur Verfügung stehen (54 zu 46 % des Betriebseinkommens).

Tabelle 7

Struktur der rentabelsten Betriebe (Angaben je Mutterschaf)

Kennzahl	Betriebe oberes Drittel	Betriebe unteres Drittel	Differenz
Gewinn des Betriebes mit Zinsen nach Lohnansatz	44,74	-24,36	69,10
Verwertbare Lämmer je Mutterschaf	1,10	0,81	0,29
Anzahl Mutterschafe JDB	1.156	680	476
Flächenausstattung ha	340	162	178
Anzahl Mutterschafe/AK	319	358	39
Marktleistung €	88,22	40,32	47,90
Öffentliche Direktzahlungen €	104,11	32,05	72,06
Gesamtkosten	124,61	65,06	57,55

Zusammenfassung

Die Betriebszweiganalyse unterstreicht die große Bedeutung öffentlicher Direktzahlungen für die Wirtschaftlichkeit der Schafhaltung bei Kombination von Schlachtlammerzeugung und Landschaftspflege. Diese Direktzahlungen haben in den wirtschaftlich erfolgreichsten Betrieben einen Anteil von > 50 % des Betriebseinkommens und verschaffen den Schafhaltern den wirtschaftlichen Spielraum für eine effiziente Gestaltung des Produktionsprozesses.

Die anstehenden Reformen der Prämienzahlungen im Rahmen der GAP werden vor diesem Hintergrund starke Auswirkungen auf die Rentabilität der Schafhaltung haben.

In Deutschland wird die Entkopplung der Direktzahlungen im sogenannten Kombinationsmodell umgesetzt. Neben einer regionalen Grundprämie für Acker- und Grünland, die aus den Ackerkultur- und einem Teil der Tierprämien gespeist wird, wird die für die Schafhalter bedeutende Mutterschafprämie als Betriebsprämie (Top-up) zugeteilt. In der Regel erhalten die schafhaltenden Betriebe damit einen Prämienzugewinn. In einer Anpassungsphase sollen bis 2012/2013 die Grünland- und Ackerprämien mit ihren betrieblichen Top-ups zu einer einheitlichen Flächenprämie, die mit ca. 340 €/ha vorgeschätzt wird, umgewandelt werden. Aufgrund des geringen durchschnittlichen Mutterschafprämienbesatzes pro Flächeneinheit der untersuchten sachsen-anhaltinischen Betriebe im Haupterwerb kommt es zu einem weiteren Prämienzugewinn, eine gleichbleibende Flächen- und Mutterschafausstattung vorausgesetzt.

Demgegenüber wird von Experten eine Erhöhung der Pachtpreise für Grünland auf über 250 €/ha vorausgesagt. Dies bedeutet für die Schafhalter, die fast ausschließlich Pachtflächen bewirtschaften, eine Weitergabe des größten Teils des Fördermittelzugewinns an den Verpächter und zum anderen eine stärkere Pachtkonkurrenz mit anderen Grünlandnutzern. Entscheidend für die zukünftige Rentabilität der Schafhaltung ist deshalb:

- die Höhe der Vergütung der Landschaftspflegeleistungen und deren Relation zu anderen Grünlandpflegeverfahren und
- die erzielbaren Markterlöse aus der Lammfleischproduktion.

Die Entwicklung beider Kennziffern lässt sich derzeit noch nicht mit ausreichender Sicherheit prognostizieren.

Literatur

KLEMM, R.; DIENER, K.:

Ökonomische Analyse der Sächsischen Schafhaltung für den Zeitraum 1996-98. II. VDL-Fachtagung „Forschung im Schafsektor“, Halle 3./4.11.1999, Tagungsband 181-192

ZUPP, W.; BÖTTCHER, I.:

Produktivitätszahl ist Kriterium der Wahrheit. Schafe-aktuell M-V 2/2004, 25-30

Anschrift der Verfasser

Dr. REINHARD SÜß, KARSTEN SIERSLEBEN, Dr. HANS-JÖRG RÖSLER,

Dr. LOTHAR DÖRING

Landeskontrollverband Sachsen-Anhalt e.V.

Angerstraße 6

D-06118 Halle/Saale

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen¹, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Göttingen²
Verein zu Förderung der Schaf- und Ziegenhaltung e.V.¹, Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg², Landeskontrollverband Sachsen-Anhalt e.V.³

BRIGITTA SEIBERT¹, MATTHIAS GAULY² and GEORG ERHARDT¹

Productivity of different sheep breeds in extensive pasture management

Abstract

Within seven years (1997 – 2003) three German breeds of sheep were grazed in a Hessian low mountain region under extensive conditions. The chosen breeds were Merinolandschaf (German Merino, ML), Rhönschaf (Rhönsheep, RS) and Graue Gehörnte Heidschnucke (German Grey Heath, GGH). They represented different levels of grazing and environmental requirements. In order to stock the same metabolic life weight of each breed, the stocking rate was 7.5 ewes/ha for GGH, 5.7 for RS and 4.5 for ML. The grazing period lasted for 152 days. Performance and live weight changes of ewes and lambs and carcass characteristics of lambs were monitored and compared. With a productivity rate (percentage of lambs weaned per joined ewe) of 138 the Rhönschaf ewes ranked before the Merinolandschaf (130) and the Heidschnucke (119). Over the grazing period, the life weight of the lactating ewes declined by 8.1 % (GGH), 9.7 % (RS) and 13.4 % (ML), whereas the yearlings and dry ewes could keep up their body weight or even gained some weight (RS). The lambs achieved daily weight gains of 147.0 g (GGH), 136.1 g (RS) and 198.7 g (ML). Only a few lambs reached the necessary life weight for immediate slaughter during the grazing period, so most lambs had to be housed and finished indoor on concentrates. Life weight at slaughter, carcass weight, carcass conformation and fat score (1 being best, 5 worst) were 31.9 kg, 13.9 kg, 3.8 and 3.1 for GGH, 37.1 kg, 16.7 kg, 3.5 and 3.0 for RS and 41.7 kg, 18.5 kg, 3.4 and 2.9 for ML. Productivity per hectare grazing area was lowest in the Merinolandschaf ewes with only 109.7 kg of lamb carcass weight/hectare, whereas the Heidschnucke ewes produced 122.5 kg and the Rhönschaf ewes 126.5 kg of lamb carcass weight/hectare.

Key Words: Extensive production, landscape conservation, grazing, performance, sheep

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Produktivität verschiedener Schafrassen in der extensiven Grünlandbewirtschaftung

Ein extensiver Grünlandstandort im hessischen Lahn-Dill-Bergland wurde über sieben Jahre (1997 – 2003) mit drei verschiedenen Schafrassen in Koppelhaltung bewirtschaftet. Mit Merinolandschaf (ML), Rhönschaf (RS) und Grauer Gehörnter Heidschnucke (GGH) wurden Schafrassen aufgetrieben, die ein Spektrum unterschiedlicher Nahrungs- und Standortansprüche repräsentierten. Da die Weidefläche jeder Rasse mit dem gleichen metabolischen Körpergewicht besetzt wurde, betrug die Besatzdichte bei den Heidschnucken 7,5 Mutterschafe/ha, den Rhönschafen 5,7 und den Merinolandschafen 4,5 Mutterschafe/ha. Die Weideperiode erstreckte sich im Durchschnitt über 152 Tage. Die Produktionsleistungen und die Gewichtsentwicklung der Mutterschafe und Lämmer sowie die Schlachtleistung der Lämmer wurden erfasst und verglichen. Mit einer Produktivitätszahl von 138 (abgesetzte Lämmer pro dem Bock zugeführtes Mutterschaf x 100) rangierten die Rhönschafe vor den Merinolandschafen mit 130 und den Heidschnucken mit 119. Die Körpermasse der laktierenden Mutterschafe nahm durch die Weideperiode um 8,1 % (GGH), 9,7 % (RS) und 13,4 % (ML) ab, während die Jährlinge und nicht laktierenden Mutterschafe ihr Gewicht aufrechterhalten bzw. erhöhen konnten (RS). Die Lämmer erzielten tägliche Zunahmen von 147,0 g (GGH), 136,1 g (RS) und 198,7 g (ML). Nur wenige Lämmer erreichten während der Weidesaison die Schlachtreife, sodass eine anschließende Stallmast mit Kraftfutter nötig war. Die Lebendmasse, Schlachtkörpermasse, Fleischigkeit und Fettklasse (1 beste, 5 schlechteste Bewertung) waren 31,9 kg, 13,9 kg, 3,8 und 3,1 bei GGH, 37,1 kg, 16,7 kg, 3,5 und 3,0 bei RS und 41,7 kg, 18,5 kg, 3,4 und 2,9 bei ML. Bezogen auf die Futterfläche erbrachten die Merinolandschafe mit 109,7 kg Schlachtkörpermasse Lammfleisch/Hektar gegenüber den Heidschnucken mit 122,5 kg und den Rhönschafen mit 126,5 kg den niedrigsten Ertrag.

Schlüsselwörter: Extensive Produktion, Landschaftspflege, Rassevergleich, Produktionsleistung, Schaf

Introduction

According to the changes of the agro-political and socio-economic conditions the segregation tendencies in European agriculture increase evidently. While the land use

under favourable local conditions is intensified, agricultural production on remote or labour-intensive sites of low productivity is abandoned. Serious ecological changes are consequently connected with this development. The rising levels of agricultural intensity often lead to environmental problems and species depletion, whereas abandonment and afforestation reduce the aesthetic value of the cultural landscape and threaten the basis of life for a multiplicity of rare and endangered animal and plant species worthy of protection. Therefore the initiation of future-oriented sustainable land use concepts for peripheral and marginal regions is of interest in various kinds of regard.

Animal husbandry of domestic cattle, sheep and goats shaped the cultural landscape by the establishment and expansion of the grassland used as fodder source (FINCK et al., 2002). Compared to arable land use, permanent grassland is characterised by ecological advantages like removing erosion problems and maintaining the soil water regime (BORK and MUELLER, 2001) and under extensive management it forms a habitat of high biological diversity (BAUSCHMANN and SCHMIDT, 2001). The conservation of such pastoral locations as well as maintaining open landscapes is therefore a generally accepted demand. Although numerous studies have been conducted on that subject, the majority of them focused on the ecological effects of different land-use or management systems for the habitat (WATKINSON and ORMEROD, 2001), in particular its faunal and floral characteristics.

Grazing as a management tool in nature conservation is becoming increasingly popular, although until recently opponents fear negative effects like trampling and nutrient entry by urinating and defecation. The insight that a multiplicity of biotopes owes their characteristics to the traditional forms of animal husbandry, the high costs of mechanical landscape conservation and the possibility of creating a source of income in peripheral regions led to a change of attitude.

Grazing with large and small ruminants offers a lot of advantages, because it permits an optimal adjustment to the special conditions of the location and the production goal due to the wide spectrum of different species and breeds. The use of sheep is particularly suitable on such sites, where their ability to select sufficient maintenance rations even from inferior plants is required and where their low body weights avoid trampling and degradation.

For ethological, ecological and economic reasons and in order to optimise grazing results, breed differences in environmental requirements and performance traits should be taken into account. So appropriate investigations can provide answers to questions like: To what extent are different sheep breeds able to fulfil special requirements? Does intra-breed variation allow selection to improve adaptability? As a contribution to this topic, the results of a trial carried out over a seven year period (1997 - 2003) and aimed at assessing and comparing the productivity of three different sheep breeds on an extensively managed pasture site are presented.

Materials and methods

The project site is situated in an economically underdeveloped agrarian region, the Lahn Dill mountain country in the west of Hessen in Germany. The area is characterised by a hilly relief and nutrient-poor soils. It is located approximately 330 m above sea level with a mean annual temperature of 7.2° C and mean annual precipitation of 720 mm.

The breeds studied were Deutsches Merinolandschaf (German Merino, ML), Rhönschaf (Rhönsheep, RS) and Graue Gehörnte Heidschnucke (German Grey Heath, GGH). These breeds represent different levels of nutrient and environmental requirements and are in principle suitable for extensive sheep husbandry. The German Merinolandschaf is a strong, large framed sheep with fine wool. With an average body weight of the ewes between 85 and 100 kg they were the heaviest breed. Merinolandschaf ewes are prolific, they can breed all year round and also walk long distances. The lambs produce lean carcasses. The Rhönschaf is a hardy and frugal landrace and having developed in the Rhön, a mountainous area of high rainfall and strong winds in Hessen, it is well suited for the wet climates of rough highlands. This old local breed has a long breeding season and lambs easily. It is a medium-sized sheep and weighs 60 to 75 kg. The Heidschnucke originates from the heath areas of Northern Germany and excels by its pronounced ability to survive under poor conditions. Nevertheless the ewes are prolific. With 40 - 45 kg live weight at maturity it has the lowest body weight of the studied breeds.

The investigations were conducted on 10 hectares of an extensively managed ryegrass-pasture from 1997 – 2003. The pasture was divided into 6 fenced paddocks, with two of them being at the disposal of each sheep breed. One cut of hay was taken annually with a yield of approximately 15 t DM from paddocks with easy access. The animals were passed on the cut paddocks after there was enough re-growth and the first paddocks were grazed off. In order to allow for enough re-growth of grass and also to avoid early housing of animals, supplementary feeding was offered in approximately three weeks in August/September. The exact nutrient dosage during supplementation was provided through a concentrate containing 11.5 MJ ME and 16 % crude protein. The ration covered the maintenance needs of the animals to 70%. The water supply was guaranteed by means of float watering places and the mineral need by licks.

Ewes and lambs were turned out after lambing according to the climatic conditions and the availability of sufficient early grass between 18 April and 6 May. Housing dates varied between 10 September and 5 November. The stocking rate, which aimed at stocking the same metabolic body weight of each breed per hectare for the available 3.3 hectares experimental plot per breed was 25 Heidschnucke ewes (stocking rate = 7.5 ewes/ha), 19 Rhönschaf ewes (5.7 ewes/ha) and 15 Merinolandschaf ewes (4.5 ewes/ha). The groups were balanced regarding age, number of lambings and genetic origin. In the first year of the trial (1997) the animals were turned out as yearlings, in the subsequent years they were stocked together with their lambs. Ewes remained with their group and were culled if they missed two consecutive lambings or had any serious unsoundness that impaired performance (i.e. lameness, bad udders, prolapse). Culled and death ewes were replaced with younger ewes. Ewes were exposed to mating after housing in late autumn to ensure that the lambs of all breeds were comparable in age at turn out in spring. The ewes of each breed were mated in pure breeding to four different rams in order to avoid genetic effects of the ram on the development of the lambs. At lambing, number of lambs born (live and dead), lamb sex, and individual lamb weights were recorded and reproduction performances characterised according to WASSMUTH (1973). Other data collected were body weight of ewes and lambs during the grazing period and carcass characteristics of the lambs after slaughter.

Male lambs were marketed with 40 – 45 kg live weight (ML), 38 – 40 kg (RS) and 35 – 38 kg (GGH). Marketed female lambs were up to five kilogram lighter. Lambs reaching an adequate weight and condition in the grazing period were drafted off pasture and conferred directly to slaughtering. The remaining lambs were weaned after return off pasture in autumn and finished indoor. They were offered a ration consisting of concentrates (10,8 MJ ME, 18 % crude protein) and hay ad lib.. The classification of the carcasses was carried out at the abattoir. The conformation and fatness were evaluated according to the European Union standards EUROP (ANONYMOUS, 1992). The system consists of a 5-point conformation scale (denoted by E, U, R, O, P; E = best to P = worst) and a 5-point fat scale (1, 2, 3, 4, 5; 1 = least fat). Conformation classes were re-coded as 1 to 5 (1 = P to 5 = E) and fat classes were coded as above. Data from all years (1997 to 2003) were pooled together and used in the analysis.

Results

Flock performance

The results of some aspects of flock performance over seven years are given in Figure 1. With a lambing rate (lambs born per lambing ewe x 100) of 171 % the Heidschnucke had the best result in comparison with the Rhönschaf (163 %) and Merinolandschaf (170 %). The rearing rate (lambs weaned per lambing ewe x 100) however declined from the Merinolandschaf with 146 % to the Rhönschaf with 143 % and the Heidschnucke with 137 %. The breeds achieved productivity numbers (lambs weaned per ewe joined x 100) of 119 (GGH), 138 (RS) and 130 (ML). With a replacement rate (percentage of lost and culled ewes per year) of 14.4 % the average service life of Heidschnucke was 6.9 years. The corresponding values for Rhönschaf were 23.2 % and 4.3 years and for Merinolandschaf 20.9 % and 4.8 years.

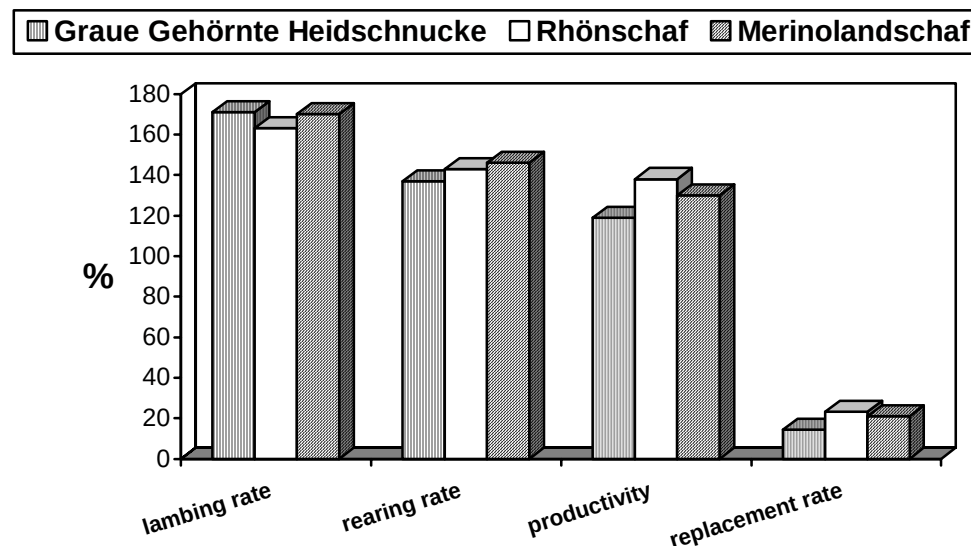


Fig. 1: Fertility and replacement rate of ewes of different breeds under extensive paddock grazing (Fruchtbarkeit und Remontierungsrate von Mutterschafen verschiedener Rassen in extensiver Koppelhaltung)

Body weight changes of the ewes during the grazing period

The average grazing period lasted for 152 days. The development of the ewes' body weight during that period is shown in Figure 2. It was characterized by a strong loss of

body weight during the first half of the grazing period and a slow rise in the following half.

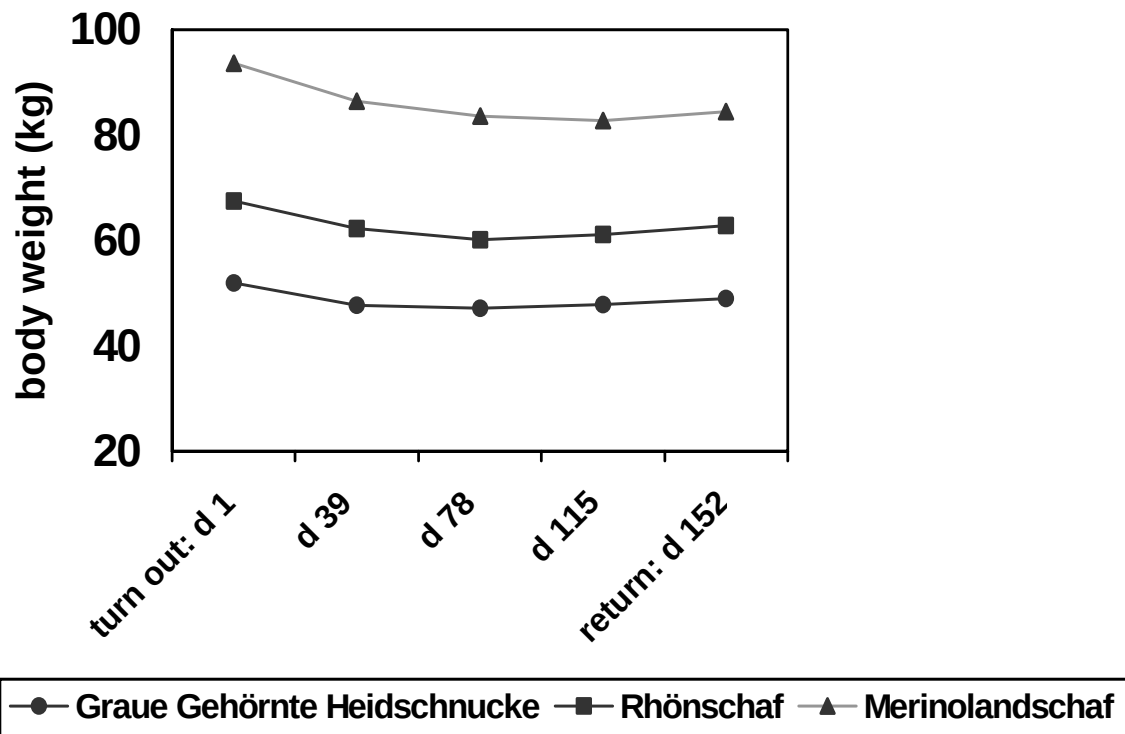


Fig. 2: Body weight changes of ewes of different breeds during the grazing period (Gewichtsveränderungen der Mutterschafe verschiedener Rassen während der Weideperiode)

The Merinolandschaf ewes had an average weight loss of 9.3 kg from turn out to housing, the Rhönschaf ewes lost 4.7 kg and the Heidschnucke ewes 3.0 kg. The influence of age and stage of lactation on body weight gain or loss was very pronounced: while the yearlings and non lactating ewes succeeded in keeping up their body weight or even gained some weight (RS), the lactating ewes lost between 8.1 % (GGH) and 13.4 % (ML) of their body mass (Table 1). The greatest losses, about 1.5 fold of these values, were however reached in the middle of the grazing period.

Table 1

Bodyweight changes of ewes during the grazing period according to production stage (Gewichtsveränderungen von Mutterschafen während der Weideperiode in Abhängigkeit vom Leistungsstadium)

Breed		Stage of production			
		Yearling/non lactating ewes		Lactating ewes	
		Bodyweight in kg ($\bar{x} \pm \text{SD}$)	In % of weight at turn out ($\bar{x} \pm \text{SD}$)	Bodyweight in kg ($\bar{x} \pm \text{SD}$)	In % of weight at turn out ($\bar{x} \pm \text{SD}$)
Graue Gehörnte Heidschnucke	Turn out	48.3 (± 7.4)		53.5 (± 5.8)	
	Return	48.4 (± 5.0)	100.2 (± 6.8)	49.2 (± 4.8)	91.9 (± 9.4)
Rhönschaf	Turn out	64.6 (± 7.8)		68.1 (± 9.2)	
	Return	68.2 (± 5.7)	105.5 (± 8.5)	61.5 (± 7.9)	90.3 (± 11.8)
Merinolandschaf	Turn out	88.9 (± 12.9)		96.1 (± 13.1)	
	Return	87.4 (± 10.4)	99.4 (± 7.4)	83.2 (± 10.6)	86.6 (± 9.6)

Lamb growth rates

Until turn out, lambs had a daily weight gain of 207 g (GGH), 252 g (RS) and 307 g (ML). Lamb growth during the grazing period was characterized by a rapid increase in bodyweight in the first three months followed by a gradual increase for the rest of the period (Fig. 3).

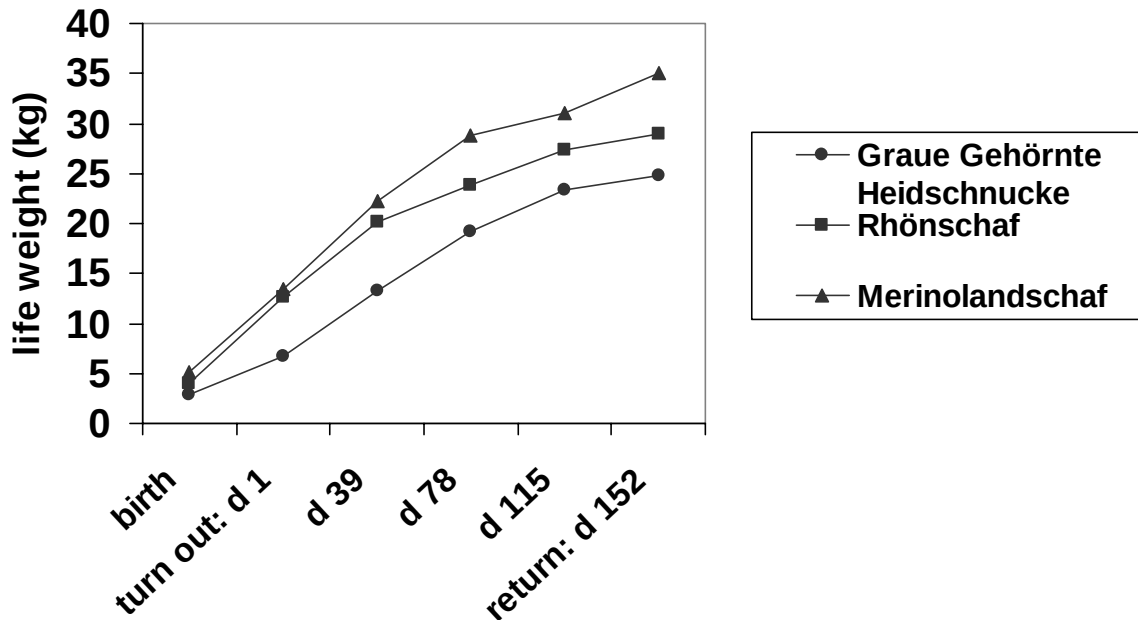


Fig. 3: Life weight changes of lambs of different breeds during the grazing period (Gewichtsveränderungen von Lämmern verschiedener Rassen während der Weideperiode)

Daily weight gain averaged 147.0 g (GGH), 136.1 g (RS) and 198.7 g (ML) during the grazing period (Table 2). Due to the higher growth rates in the indoor period before and after the grazing season, daily weight gain from birth to slaughter rose to 155.9 g (GGH), 179.3 g (RS) and 229.5 g (ML). Due to their higher weight gain ML-lambs were about 23 days younger at slaughter than lambs of the two other breeds.

Table 2

Growth rate of lambs of different breeds under extensive paddock grazing, $\bar{x} \pm \text{SD}$ (Entwicklung der Lämmer verschiedener Rassen in extensiver Koppelhaltung)

	Graue Gehörnte Heidschnucke	Rhönschaf	Merinolandschaf
Birth weight (kg)	2.9 (± 0.6)	4.0 (± 0.8)	5.1 (± 0.9)
Daily weight gain until turn out (g)	207.3 (± 78.9)	252.2 (± 97.5)	307.6 (± 82.9)
Life weight at turn out to pasture (kg)	6.8 (± 2.3)	12.6 (± 4.7)	13.5 (± 4.8)
Life weight at return from pasture (kg)	24.8 (± 5.9)	29.0 (± 6.2)	35.1 (± 6.1)
Daily weight gain on pasture (g)	147.0 (± 45.9)	136.1 (± 53.3)	198.7 (± 69.5)
Daily weight gain from birth to slaughter (g)	155.9 (± 34.1)	179.3 (± 43.0)	229.5 (± 64.5)
Age at slaughter (days)	191 (± 29)	191 (± 35)	168 (± 36)

Carcass characteristics of the lambs

Only a small number of lambs gained enough life weight to be drafted and slaughtered during the grazing period. Most of them had to be housed and finished on concentrates. According to the differences in frame, growth potential and fattening ability, the life weight of the ML- lambs at slaughter was about 10 kg higher than that of the GGH-lambs. With 37.1 kg the RS-lambs had an intermediate position (Table 3). The differences between the breeds in dressing percentage were minor. Average fat scores were from 2.9 to 3.1 and conformation from 3.4 to 3.8. The ML- and RS-lambs however showed a slight superiority over GGH-lambs in these values. All breeds reached an average conformation score between R and O and a fat score close to the intermediate value of three.

Table 3

Carcass characteristics of lambs of different breeds after extensive grazing, $\bar{x} \pm \text{SD}$ (Schlachtleistung der Lämmer verschiedener Rassen nach extensiver Weidehaltung)

	Graue Gehörnte Heidschnucke	Rhönschaf	Merinolandschaf
Life weight (kg)	31.9 (± 4.2)	37.1 (± 4.7)	41.7 (± 5.1)
Carcass weight (kg)	13.9 (± 2.4)	16.7 (± 2.2)	18.5 (± 2.5)
Dressing percentage (%)	43.0 (± 5.6)	44.7 (± 5.9)	44.8 (± 3.4)
Carcass conformation (EUROP; E=1 P=5)	3.8 (± 0.7)	3.5 (± 0.6)	3.4 (± 0.5)
Fat score (1 – 5)	3.1 (± 0.7)	3.0 (± 0.6)	2.9 (± 0.5)

Productivity of the breeds

Overall productivity of the breeds measured as ewes' prolificacy and lambs life and carcass weight is presented in Table 4. Although Merinolandschaf produced the highest lamb weight per ewe (54.2 kg), they nevertheless produced the least kg (243.9) of lamb weight per hectare or kg (109.7) of carcass weight/ha. However, the necessity to further finish lambs indoor was less. Only 39.1 kg or 16 % of the produced lamb weight/ha resulted from fattening after housing. On the basis of the available grazing area differences between the other two breeds were minimal. Including the life weight gain of approximately 22 % in the finishing period of the lambs the Heidschnucke produced 285 kg of lamb/ha or 122.5 kg/ha of carcass weight and the Rhönschaf 283.3 kg and 126.5 kg.

Table 4

Productivity of different sheep breeds under extensive grazing conditions, $\bar{x} \pm \text{SD}$ (Produktivität verschiedener Schafrassen in extensiver Weidehaltung)

	Graue Gehörnte Heidschnucke	Rhönschaf	Merinolandschaf
Produced lamb life weight/ewe (kg)	38.0	49.7	54.2
Produced lamb life weight/ha (kg)	285.0	283.3	243.9
Necessary finishing indoor (kg/ha)	63.5	61.5	39.1
- in % of life weight/ha	22.3	21.7	16.0
Produced lamb carcass weight/ha (kg)	122.5	126.5	109.7

Discussion

“Extensive” management of grassland even by grazing animals does not necessarily implicate low levels of input. According to HAMPICKE (2001) it is particularly the time necessary for looking after the animals, which cannot be reduced below a certain threshold and provokes substantial labour costs. So sheep husbandry on oligotrophic grassland causes an economical deficit of 325 – 500 €/ha/year. Performance of the grazing animals is usually lowered, because the available forage is of poor quality and animals have to stay on the site until it is completely grazed off with respect to ecological goals (QUANZ et al., 2004). This makes high demands on the regulatory elements of the animal’s metabolism.

The results of the investigation presented here confirm to a large extent the tendencies already observed in the first two trial years (MATHIAK et al., 1999). The available nutrient supply on the extensive location was not sufficient to cover the high-energy demands of the lactating ewes of all the breeds. Accompanied by the high milk production, the dams showed clear decreases in body weight particularly in the first half of the grazing period. At the same time the lambs developed more rapidly when compared to the second half of the pasture season. With declining milk production and increasing basic fodder intake of the lambs, the ewes succeeded in partially compensating the loss. The weight losses were particularly high with the Merinolandschaf and Rhönschaf ewes (Table 1). While this fact is comprehensible for the Merinolandschaf as a large framed breed with high milk production, the Rhönschaf ewes were expected to show a different kind of reaction as they belong to a breed of local origin and adaptation. Beyond that the Rhönschaf lambs exhibited the lowest daily weight gains during the pasture period. The possible causes of the observed trend could be the result of a loss of genetic material involved in hardiness and frugality or the nowadays larger body size of the animals, leading to higher nutrient demands. After the breed had almost become extinct, the population size increased considerably during the recent years. For this reason the premiums granted for the preservation of the breed were stopped. BEIER (1984) investigated the history of the breed and found out that 70 years of breeding did not increase the average body weight of about 58 kg for ewes. He considered an increase in size and body weight as very precarious in respect to adaptability to difficult environmental conditions. This is in accordance with the findings of CONINGTON et al. (2004). They found out that the costs of increasing mature life weight of hill sheep outweighed the benefits in harsh environments. Even increasing litter size beyond defined production limits resulted in diminishing marginal returns. However KRAUSS et al. (1998) stated that in the recent years both the fertility and body weight of Rhönschaf rose and that variations in these traits may cause differences in ability to adapt to different levels of intensity. FALGE et al. (1999) estimated an average degree of heterozygosity of 0.84 for Rhönschaf (0.81 in Graue Gehörnte Heidschnucke, 0.72 in Merinolandschaf), which they considered quite positive. Nevertheless the present trend could be due to the restriction in the range of variation when crossing the genetic bottle neck or lack of attention paid to the characteristics of hardiness and resistance in the breeding goals or the influence of other breeds which were used to improve frame and fertility.

The physiological impact of marked changes in body mass during lifetime could be involved in the lower service life and the higher culling rate of the Rhönschaf and Merinolandschaf ewes in comparison to the Heidschnucke ewes. There were no

differences in the culling reasons. In all breeds, considerable variation occurred with some ewes nearly succeeding in keeping up their body weight despite the burden of suckling twins. The compensation of the body mass losses during the housing period by increased nutrient supply will usually not substantially affect profitability, since sheep in the early stage of gestation are fed cheap feedstuffs with low nutrient density. A negative effect on longevity, which causes a higher proportion of replacement ewes would however represent a weightier economic factor. As in the short time evaluation (MATHIAK et al., 1999) the Heidschnucke ewes exhibited the lowest losses in body weight in combination with high daily weight gains of the lambs. This may be caused by the intake of higher quantities of dry matter, longer grazing times, efficient nutrient utilization and/or the uptake of plants, which the two other two breeds disdained. Since this breed was developed in regions of low productivity, selection in favour of those traits is probable. Additional work needs to be conducted on lifetime production and longevity for ewes differing in their ability to maintain body condition.

Considering the growth characteristics, the Merinolandschaf lambs were evidently superior to the other two breeds. As expected this was clearly shown by the development during the indoor periods. In addition, the daily gains were approximately 35 % and 46 % higher than those of the Heidschnucken and Rhönschaf lambs during the pasture season. Thus, this breed, which is nowadays rather predestined for areas of higher productivity performed satisfactorily even under extensive conditions. Under intensive fattening schemes however, the daily weight gain of ML-lambs exceeds 350 – 400 g. The findings of the whole trial period of seven years confirmed the observation of the first two years (MATHIAK et al., 1999), that Rhönschaf lambs could only exceed Heidschnucke lambs in the daily weight gain from birth to slaughter by their higher growth rate in the housing period. The daily weight gain of 179 g is somewhat different from the values of KRAUSS et al. (1998) (210 g) and QUANZ (1995) (215 g in a semi-intensive feeding scheme, 291 g under intensive, 142 g under extensive conditions). During the pasture period, available nutrient supply consisting of the dams' milk (despite their stronger mobilisation of body reserves) and grass was probably not sufficient to cover the needs of their higher growth potential.

Regarding the carcass characteristics, expected ranking of Merinolandschaf over Rhönschaf to Heidschnucke could be observed. Due to breed differences in frame, growth potential and fattening ability the Merinolandschaf lambs were approximately 10 kg heavier at slaughter than the Heidschnucke lambs and exhibited the best carcass quality. In the latter trait the Heidschnucke lambs fared surprisingly well, probably due to the intensive finishing. With their low carcass weight and poor conformation they usually are classified between O and P.

The overall productivity of the ewes, calculated from the performance data of the dams and lambs, showed that the more demanding Merinolandschaf ewes despite their superiority in several single traits (e.g. development of the lambs, carcass characteristics) produced the lowest quantity of lamb carcass weight per hectare (109.7 kg). This could be attributed to the lower stocking rate per hectare. It has also to be taken into account, that the once lambing per year imposed on the breed could have reduced its lambing rate by approximately 50 %. Rhönschaf showed the best performance with 126.5 kg lamb carcass weight per hectare closely followed by Heidschnucke with 122.5 kg. To which extent these differences may result to an economic advantage depends on the individual marketing conditions and possible

breed specific subsidies. Variations in farmer-to-farmer production costs also affect ranking, e.g. as a function of the feed costs, personnel etc. So economic evaluation as a function of the input and output is necessary in individual cases.

The hitherto existing results of the trial show that the qualification of a breed for marginal local conditions can not be deduced from the short term performances but should be based on longer term evaluations of all relevant parameters of fertility, growth and carcass quality. However, rare and locally adapted breeds are not always superior under extensive management systems, because their populations experienced genetic bottlenecks or the originally valuable and unusual qualities were weakened due to crossing with breeds with economical advantages. Supporting measures to save rare breeds, whose population sizes dropped by changed economic conditions or which are even in danger of extinction, must be implemented early enough to prevent the reduction of valuable genetic pools. In order not to only effect a simple multiplication, selection must be based on unique breed characteristics to ensure survival beyond external traits, and subsidies have to be granted continuously to compensate commercial disadvantages.

In order to improve the economics of sheep husbandry under marginal conditions, the traditional stratification system upon which the major part of the British sheep industry is based could be examined for its usefulness for local conditions. It consists of breeding hardy, resistant and prolific ewe lines, which are mated to appropriate rams for the improvement of fattening capacity and carcass quality in the progeny.

Acknowledgements

The authors thank the German Research Foundation (DFG – SFB 299) for financial support, Stefan Mandler for technical assistance and Eveline Ibeagha-Awemu for valuable comments.

References

ANONYMOUS:

Community scale for the classification of carcasses of ovine animals. Council Regulation No. 2137/92. Official Publications of the European Communities. (1992)

BAUSCHMANN, G.; SCHMIDT, A. (eds):

„Wenn der Bock zum Gärtner wird...“ - Ergebnisse naturschutzorientierter Untersuchungen zum Thema Landschaftspflege durch Beweidung - NZH Akademie-Berichte 2, Wetzlar: NZH-Verlag (2001), 1–283

BEHRENS, H.; DOEHNER, H.; SCHEELJE, R.; WASSMUTH, R.:

Lehrbuch der Schafzucht. Berlin, Hamburg: Parey (1973)

BEIER, H.:

Untersuchungen über 70 Jahre organisierter Rhönschafzucht und die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Zukunft dieser Rasse. Justus-Liebig-University, Gießen, PhD Thesis (1984)

BORK, H.R.; MÜLLER, K.:

Landschaftswandel von 500 bis 2500 n. Chr. In: BÖCKER, R. (2002), 11-26

BÖCKER, R. (ed):

Offenhaltung der Landschaft / Hohenheimer Umwelttagung 33, Stuttgart: Heimbach (2002), 1-168

CONINGTON, J.; BISHOP, S.C.; WATERHOUSE, A.; SIMM, G.:

A bioeconomic approach to derive economic values for pasture-based sheep genetic improvement programs. *Journal of Animal Science* **82** (2004), 1290-1304

FALGE, R.; TERLETSKI, V.; MENDEL, C.; GRUMBACH, S.; GERDES, K.; CARNWATH, I.; NIEMANN, H.:

Schätzung des mittleren Heterozygotiegrades aus DNA-Fingerprints bei einheimischen Landschaftsrassen des norddeutschen und süddeutschen Raums. *Züchtungskunde* **71** (1999), 147-157

FINCK, P.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E.:

- Pasture landscapes and nature conservation – new strategies for the preservation of open landscapes in Europe. In: REDECKER et al. (2002), 1-13
- HAMPICKE, U.:
Die Kosten der Offenhaltung von Landschaften. In: BÖCKER, R. (2002), 45–64
- KRAUS, M.; BEUING, R.; GAULY, M.; ERHARDT, G.:
Zum Zuchtziel beim Rhönschaf im Hinblick auf Mutterschafgewicht und Fruchtbarkeit unter dem Aspekt extensiver und intensiver Haltung. Arch. Tierz., Dummerstorf **41** (1998), 99-109
- MATHIAK, H.; GAULY, M.; HOFFMANN, K.; ERHARDT, G.:
Züchterische Aspekte bei der Haltung von Wiederkäuern in peripheren Regionen – Rasse und Standort. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung **40** (1999), 263–268
- QUANZ, G.; RITTER, A.; NEFF, R.:
Alles nur eine Rassefrage? Deutsche Schafzucht **7** (2004), 4-7
- QUANZ, G.:
Einfluss von Rasse und Fütterung: Lammfleisch ist (k)eine Geschmacksfrage. Deutsche Schafzucht **26** (1995), 640-643
- REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDITLE, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (eds.):
Pasture landscapes and nature conservation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer (2002)
- WASSMUTH, R.:
Zuchtleistungen. In: BEHRENS et al. (1973), 65
- WATKINSON, A. R.; ORMEROD, S. J.:
Grassland, grazing and biodiversity: editors' introduction. Journal of Applied Ecology **38** (2001), 233-237

Author's addresses

Dr. BRIGITTA SEIBERT, Prof. Dr. GEORG ERHARDT
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Ludwigstraße 21 B
D-35390 Gießen

E-Mail: Georg.Erhardt@agrar.uni-giessen.de

Prof. Dr. Dr. MATTHIAS GAULY
Produktionssysteme für Nutztiere, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Universität Göttingen
Albrecht-Thaer-Weg 3
D-37075 Göttingen

JAROSŁAW GROBEREK¹, ROMAN NIŻNIKOWSKI¹, ERNST PFEFFER², JAN RAWA¹
and MICHAŁ MARCINIEC¹

The estimation of nutritive value of pasture grass on wasteland used in sheep production

Abstract

The research was conducted on the farm, sized about 50 ha, located in the north-western part of Wielkopolskie voivodenship in Poland. This area was unagricultural wasteland for at least 8 years. The only agricultural activity was grazing by Polish Heath Sheep, ewes with lambs, kept in a group of 100 – 200 animals. From that local pasture grass samples were collected in 2001-2002 from June to August, in monthly intervals, by cutting from 7 representative areas, each measuring about 1m² for the following analyses: chemical, botanical and metabolizable energy content. There was also the collection, from June to October in 2003, samples of grass for chemical analyses from researched quarter sized 100 m², which was prepared on the wasteland. The 5 wether-lambs were kept there each month for 3 days (3x24 hours). The results of present study showed decreasing tendency of nutritive values of feeding base on a wasteland during successive months of vegetative period.

Key Words: sheep, wastelands, botanical composition, metabolizable energy, pasture yield, feed intake

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Die Beurteilung des Ernährungswertes eines Brachlandes für die Schafweidehaltung**

Die Untersuchungen wurden auf einer Fläche vom 50 ha Brachland, das seit 8 Jahren landwirtschaftlich nicht genutzt wurde, im nord-westlichen Teil der Wojewodschaft Wielkopolska durchgeführt. Die Fläche wurde mit einer Heidschnuckenherde, 100 bis 200 Mutterschafe mit Lämmern, beweidet. In den Jahren 2001 - 2002, während der Vegetationsperiode von Juni bis August, wurden monatlich Grünfutterproben von 7 Repräsentativstellen entnommen. Die Proben wurden chemisch und botanisch analysiert, es wurde auch das metabolische Energieniveau des Futters geschätzt. Im Jahr 2003, von Juni bis September, wurden monatlich Futterproben für Weidegrasanalysen aus einer Versuchskoppel (100 m²) entnommen, auf welcher die Jährlingshammel (n=5) über einen Zeitraum von 3 Tagen gehalten wurden. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen Änderungstendenzen des Ernährungswertes des Brachlandes. Es verringerte sich im Laufe der Vegetationsperiode.

Schlüsselwörter: Schafe, Brachland, botanische Zusammensetzung, metabolische Energie, Weideproduktivität, Futteraufnahme

Introduction

The large areas of lands in Poland these days are excluding of farm production because of extensification and limiting costs in agriculture. Such policy creating many hectares of unagriculture wastelands which in a long term become useless for any plants production. The most convenient way of managing such lands could be using it as a feeding base in animal production, which could also improved its aesthetic values. The nutritive evaluation researches of pasture grass on wastelands in Poland were carried out lately by GROBEREK et al. (2003abc) and GROBEREK and NIŻNIKOWSKI (2003). The managing of sheep production in such conditions was also examined only in a few studies (ANTCZAK et al., 2002; NIŻNIKOWSKI et al., 2002abcde). Therefore the aim of present research is to evaluate botanical composition and nutritive values of plants from wasteland which was not used for any agricultural purposes for at least 8 years. The only agricultural activity was grazing by Polish Heath Sheep. The study included also elaborating changes in body weight at the

beginning and at the end of plants vegetative period of ewe-lambs and ewes which were grazed on a wasteland.

Materials and Methods

The research was conducted on the farm, sized about 50 ha, located in the north-western part of Wielkopolskie voivodenship in Poland. This area was unagricultural wasteland for at least 8 years. The only agricultural activity was grazing by Polish Heath Sheep, ewes with lambs, kept in a group of 100 – 200 animals. From that local pasture grass samples were collected in 2001-2002 from June to August, in monthly intervals, by cutting from 7 representative areas, each measuring about 1m² for the standard chemical analyses. At the same time, botanical composition analyses were also carried out using the botanical – weighing method of Stebler-Schröter (MORACZEWSKI, 1996). The estimation of metabolizable energy content was determined using Hohenheim Gas Test (STEINGASS and MENKE, 1986). The results of chemical analyses and energy content were statistically evaluated by analysis of variance in which the season of sample collection was the factor considered (SPSS 11.5 for Windows, 2003). Occurrence of individual groups of plants on the pasture was analysed using the F-test (RUSZCZYC, 1981) and the data were elaborated for the effect of the following factors: plants group, month and place of sampling and each two-factors interactions. In case of significant F-test the data were further analysed using the Duncan Test (RUSZCZYC, 1981) to separate the means. There was also the collection, from June to October in 2003, samples of grass for chemical analyses from researched quarter sized 100 m², which was prepared on the wasteland. The 5 wether-lambs were kept there each month for 3 days (3x24 hours). The total intake of feed and nutrients by sheep was carried out using methods described by BRENNER and NIESS (1999). Evaluation of pasture yield was carried out with the Kostuch method (1994), botanical composition analyses using Stebler-Schröter method (MORACZEWSKI, 1996) and digestibility of feed nutrients using conventional balance method calculating digestibility coefficients. In the present study were evaluated also changes in body weight, at the beginning and at the end of plants vegetative period, of 77 ewes (age: 2-6 years) and 20 ewe-lambs, which were grazed all the season on a wasteland. The results of feed and nutrients intake and pasture yield were statistically elaborated using SPSS software for Windows (2003), in which the season of sample collection was the factor considered. According to results of body weight, factors considered was: the date of weighing (the beginning and the end of vegetative period) and the age of ewes. The climatic data analyses in 2001-2003 were prepared using information from the Meteorological Station IMiGW in Pila.

Results and Discussion

The results of climatic conditions in the successive years of research are shown in Table 1. The average temperature in each year during vegetative season was similar. On the other hand the total monthly rainfall in researched period was the lowest in 2003. The results of botanical composition of pasture grass in 2001-2002 are shown in Table 2. Dominative plant's group were grasses (*Poaceae*) and at the lowest estimate were such plant groups like: horsetails (*Equisetaceae*) and sedges and rushes (*Cyperaceae*, *Juncaceae*), which could influenced on decreasing nutritive value of

feed (GROBEREK et al., 2003ac; GROBEREK and NIŻNIKOWSKI, 2003). The other groups of plants were at the average level according to plant's extreme values.

Table 1

Climatic data characteristic based on Meteorological Station Pila (Klimacharakteristik, basierend auf Daten aus der Meteorologischen Station Schneidemühl – Pila)

	2001		2002		2003	
	Average temperature (°C)	Monthly rainfall (mm)	Average temperature (°C)	Monthly rainfall (mm)	Average temperature (°C)	Monthly rainfall (mm)
May	14,0	25	16,3	73	14,8	33
June	14,7	66	17,1	45	18,1	44
July	19,9	56	19,8	32	19,0	64
August	18,9	66	20,6	111	18,8	15
September	12,0	121	13,6	44	13,7	25
October	11,3	20	6,9	115	4,8	38

Table 2

Botanical composition of pasture grass in 2001-2002 in % (Botanische Weidegraszusammensetzung, 2001-2002 in %)

Plant's group:	N	LSM	SE
Grasses (A)	30	60,43 ^{BCDEF}	1,31
Legumes (B)	27	13,09 ^{ADEF}	1,31
Complex (C)	30	13,25 ^{AEF}	1,31
Other species of <i>Dicotyledoneae</i> (D)	30	10,60 ^{AEF}	1,31
Horsetails (E)	30	0,61 ^{ABCD}	1,31
Sedges and Rushes (F)	21	1,35 ^{ABCD}	1,31

A,....,F – $P \leq 0,01$; a,....,f – $P \leq 0,05$

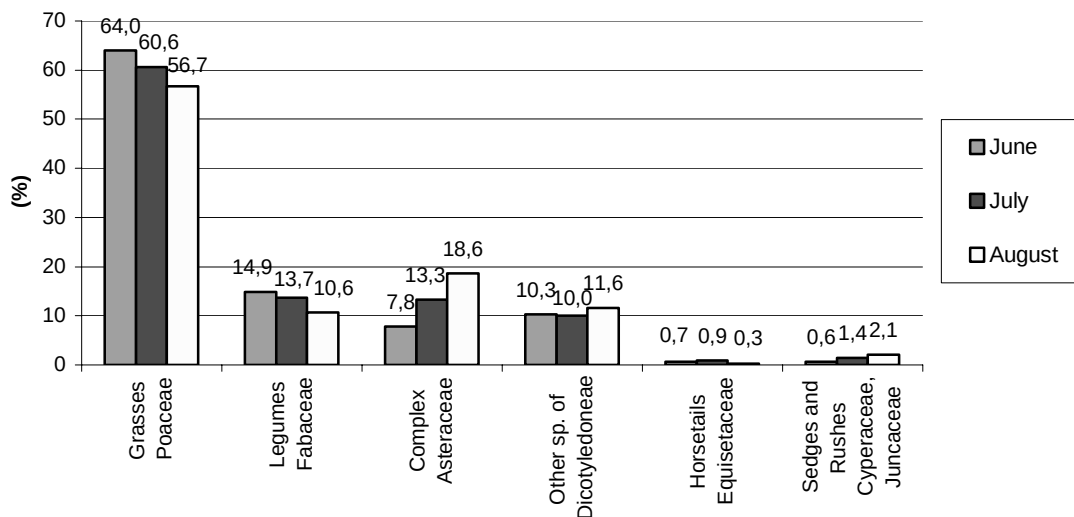


Fig. 1: Changes in botanical composition during vegetation period in 2001-2002 in %, ($P \leq 0,05$, $n=14$) (Änderungen der botanischen Weidegraszusammensetzung während der Vegetationsperiode 2001-2002 in %)

The changes of botanical composition during vegetative period are shown in Figure 1. Decreasing occurrence of grasses (*Poaceae*) and legumes (*Fabaceae*) was observed during experimental period and increasing tendency in every month in such groups of plants like: complex (*Asteraceae*), other species of *Dicotyledoneae* and unfortunately in sedges and rushes (*Cyperaceae*, *Juncaceae*). The occurrence of horsetails

(*Equisetaceae*) in analyzed period was at the similar level. The observed tendencies in occurrence of group of plants shown continuous changes in feeding values during vegetative period. The results of chemical composition analyses of pasture grass during vegetative period are shown in Table 3, and results of metabolizable energy content in Figure 2.

Table 3

Means of chemical composition analysis for pasture grass in vegetative period in 2001-2002, % (Durchschnittswerte der chemischen Analyse des Weidegrases während der Vegetationsperiode 2001-2002 in %)

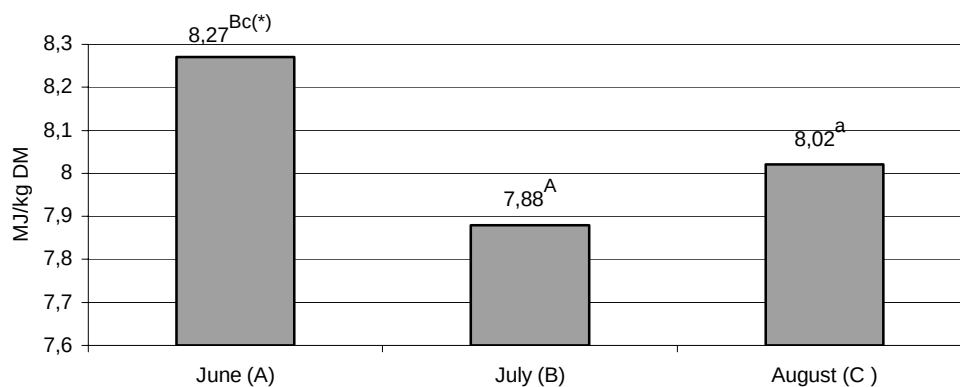
Nutrient:	n		Dry matter	Crude ash	Crude protein	Ether extract	Crude fibre	N-free extracts
June (A)	14	LSM	95,29 ^{BC}	5,78 ^c	8,90 ^b	1,52 ^C	28,44	50,67
		SE	0,06	0,23	0,38	0,07	0,60	0,50
July (B)	14	LSM	94,71 ^A	6,22	7,79 ^a	1,41 ^C	29,66 ^c	49,72
		SE	0,06	0,23	0,38	0,07	0,60	0,50
August (C)	14	LSM	94,71 ^A	6,46 ^a	8,67	1,90 ^{AB}	27,77 ^b	49,91
		SE	0,06	0,23	0,38	0,07	0,60	0,50

A, ..., C – $P \leq 0,01$; a, ..., c – $P \leq 0,05$

Table 4

Pasture yield in t/ha during vegetative period and pasture grass intake by sheep in g/day/sheep (Weideproduktivität in t/ha während der Vegetationsperiode und die Futteraufnahme in g/Tag/Schaf)

Month	Pasture yield (t/ha)		Pasture grass intake (g/day/sheep)	
	Fresh grass	Dry matter	Fresh grass	Dry matter
June	8,93	2,78	1333	415
July	7,60	2,68	1056	372
August	8,70	3,39	1167	455
September	6,30	3,52	1555	868
Average	7,90	3,10	1278	527



A, ..., C – $P \leq 0,01$; a, ..., c – $P \leq 0,05$

Fig. 2: Average values of metabolizable energy in pasture grass during vegetative period in 2001-2002 in MJ/kg DM (Durchschnittlicher Ernährungswert des Weidegrases während der Vegetationsperiode 2001-2002)

Tendencies in chemical composition analyses (Table 3) indicated great variability. The study showed the highest values of dry matter in feed in June in comparison to July

and August, lowest level of crude ash and ether extract in June in comparison to August. The research also indicated decreasing crude protein level in July in comparison to June, and highest values of crude fibre in July in comparison to August. Changes between values of N-free extracts were not statistically significant during vegetative period. According to metabolizable energy content in pasture grass during researched period (Fig. 2), experiment indicated decreasing trend of this factor during successive months and the highest values were noticed in June. Such tendencies of changes in botanical composition, chemical composition and metabolizable energy content lead to changes in nutritive values of pasture grass during months of pasture grazing, which was implied in recent studies of GROBEREK et al. (2003ac) and GROBEREK and NIŻNIKOWSKI (2003). The results of pasture yield and feed intake are shown in Table 4. Productivity of pasture on the wasteland was in close correlation with climatic conditions during experimental period, which was showed in Table 1. According to these values of pasture yield in successive months of vegetative period experiment indicated decreasing trend, and the lowest values were noticed in September. The level of feed intake was the lowest in July and August. The results of digestibility of feed nutrients are presented in Table 5. The digestibility coefficients of crude fibre and N-free extracts in June-August were at the similar level, and the highest values were noticed in September. On the other hand digestibility coefficients of crude ash, crude protein, ether extract and dry matter were the highest in June and September, and the lowest in July and August. According to ether extract this values were even negative, which indicated great excretion of this nutrient as an endogenic lipids. The similar explanation could be in case of crude ash and crude protein and such tendency required additional research to explain that problem in more extended way. The animal response on feeding conditions during vegetative period is shown in Table 6. There were no changes in body weight of adult animals at the beginning and at the end of experimental period. However growing animals – ewe-lambs were significantly heavier at the end of vegetative period, which indicated convenient feeding conditions on the wasteland. The body weight distribution of ewes and ewe-lambs at the beginning and at the end of pasture period are shown in Figure 3. The results fully confirmed data presented in Table 6. Generally speaking wasteland could be used as a feeding base in sheep nutrition, and its nutritive values are appropriate not only for adult sheep but also for growing animals, which was implied in recent studies of ANTČZAK et al. (2002) and NIŻNIKOWSKI et al. (2002abcde). Such conclusion could be also the result of appropriate stocking rate on a pasture connected with changes in sheep grazing rate (GROBEREK et al., 2003b) during vegetative period.

Table 5
Digestibility of pasture grass nutrients (%) during vegetative period (Verdaulichkeitswert des Weidegrases während der Vegetationsperiode)

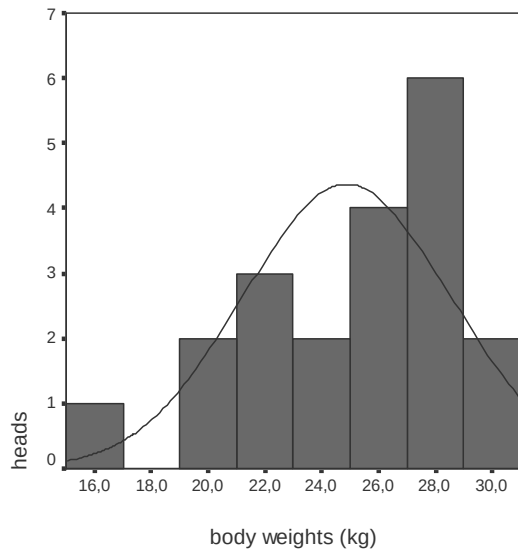
Month	Digestibility of pasture grass nutrients (%)					
	Crude Ash	Crude Protein	Ether Extract	Crude Fibre	N-free extracts	Dry matter
June	44,95	61,30	35,07	73,91	76,98	70,60
July	23,60	37,49	8,18	72,31	75,05	63,98
August	15,87	50,01	5,60	75,89	72,83	62,86
September	44,96	59,25	46,40	84,74	80,00	75,37
Average	32,35	52,01	21,01	76,71	76,22	68,20

Table 6

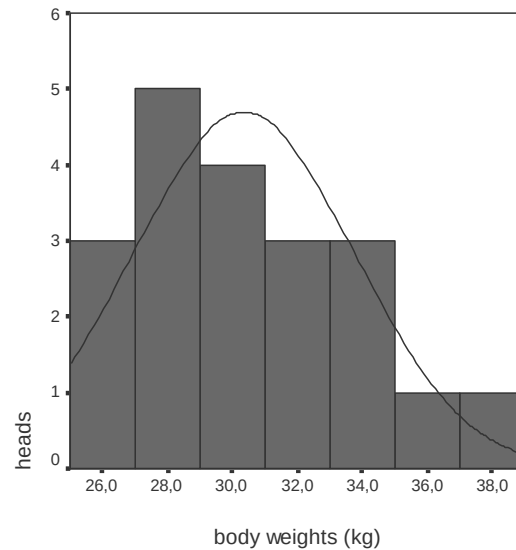
Means of body weight of ewe lambs and ewes at the beginning and at the end of pasture vegetative period in kg
(Durchschnittliche Gewichte der Mutterschafe und Zibbenlämmer am Anfang und am Ende der Vegetationsperiode in kg)

Sheep	Heads	Body weight at the beginning		Body weight at the end		Average body weight	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Ewe lambs	20	24,87*	0,56	30,40*	0,56	27,63	0,56
Ewes	77	38,13 ^{NS}	0,43	39,14 ^{NS}	0,43	38,64	0,43

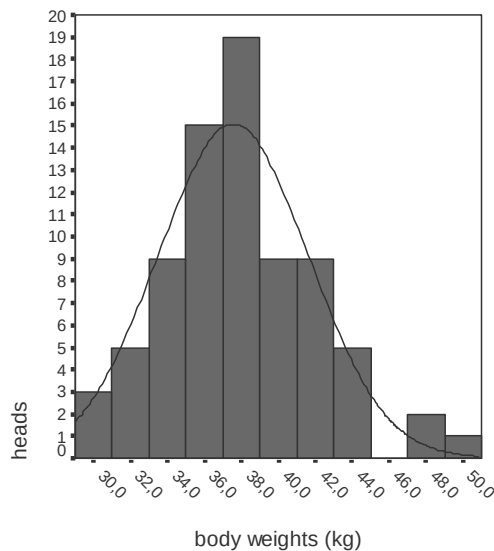
Differences: (*) statistically significant ($P \leq 0,05$) or NS - not significant



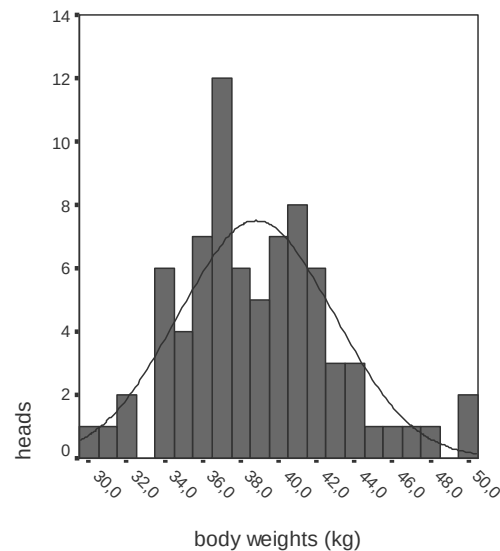
Body weight distribution of ewe lambs
a) The beginning of the season



b) The end of the season



Body weight distribution of ewes
a) The beginning of the season



b) The end of the season

Fig. 3: Body weight distribution of ewe-lambs and adult ewes at the beginning and at the end of pasture vegetative period (Körpergewichte der Zibbenlämmer und Mutterschafe am Anfang und am Ende der Weidevegetationsperiode)

References

- ANTCZAK, A.; ANTCZAK, M.; NIŻNIKOWSKI, R.:
Poziom cech rozrodu owiec rasy wrzosówka utrzymywanych całorocznie bez pomieszczeń. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Seccio EE*, XX, **16**, (2002), 105-110
- BRENNER, S.; NIESS, E.:
Quantifizierung horizontaler Nährstoffbewegungen durch angepasste Weidewirtschaft mit Schafen in Naturschutzgebieten, *Forschung im Schaftsektor*, Halle, (1999), 90-96
- GROBEREK, J.; NIŻNIKOWSKI, R.:
Wykorzystanie odlogów jako bazy paszowej w chowie owiec. *Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW, Anim. Sci.* **40**, (2003), 33-44
- GROBEREK, J.; NIŻNIKOWSKI, R.; MARCINIEC, M.; PFEFFER, E.:
Nutritive evaluation of pasture grass on a wasteland in free ranching environment. *Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW, Anim. Sci.* **41**, (2003c), 25-29
- GROBEREK, J.; NIŻNIKOWSKI, R.; SOSIŃSKA, K.A.; MARCINIEC, M.:
Żerowanie polskich wrzosówek wypasanych na terenach odlogowanych w trakcie sezonu wegetacyjnego. *Acta Agrophysica*, 1 (3), **88**, (2003b), 441-446
- GROBEREK, J.; WRÓBLEWSKA, L.; JAWORSKI, B.; NIŻNIKOWSKI, R.; PFEFFER, E.:
Charakterystyka składu botanicznego porostu na gruncie odlogowanym, poddanym ekstensywnemu wypasowi owiec. *Rocz. Nauk Zoot.*, **30** (2003a) 1, 105-112
- KOSTUCH, R.:
New method of the yield estimation before grassland cutting. In: *Characterization of Meadows In Mountainous Areas*, FAO of the United Nations, Rome, (1994), 103-107
- MORACZEWSKI, R.:
Łąki i pastwiska w gospodarstwie rolnym, Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, (1996).
- NIŻNIKOWSKI, R.; ANTCZAK, A.; ANTCZAK, M.; WOŹNIAKOWSKA, A.:
Ocena wskaźników plenności matek i odchovu jagniąt różnych ras utrzymywanych bez pomieszczeń na pastwisku w trakcie okresu wegetacyjnego. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, **63**, (2002c), 37-42
- NIŻNIKOWSKI, R.; ANTCZAK, A.; ANTCZAK, M.; WOŹNIAKOWSKA, A.:
Influence of genotype, sex, and birth type on body weight and daily gains in lamb kept outdoor throughout vegetation period. *Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW, Anim. Sci.* **39**, (2002e), 35-40
- NIŻNIKOWSKI, R.; ANTCZAK, M.; ANTCZAK, A.:
Level of body weight and daily gains of Polish Heat sheep kept outside a sheep house through the year. *Ann. of Anim. Sc. Supl.*, 1, (2002a), 113-116
- NIŻNIKOWSKI, R.; ANTCZAK, M.; ANTCZAK, A.:
Level of body weight and daily gains of different breed and crossbred sheep kept outside a sheep house through the vegetation period. *Ann. of Anim. Sc. Supl.*, 1, (2002b), 125-128
- NIŻNIKOWSKI, R.; MARCINIEC, M.; WOŹNIAKOWSKA, A.:
Comparison of level of reproduction traits and body weight at birth of Polish Heat kept indoors and in free ranching environment. *Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW, Anim. Sci.* **39**, (2002d), 29-33
- RUSZCZYC, Z.:
Metodyka badań zootechnicznych, PWRiL, Warszawa, (1981).
- SPSS FOR WINDOWS:
Software program, version 11.5 PL, (2003).
- STEINGASS, H.; MENKE, H.:
Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. *Tierernährung*, **14**, (1986), 251-270

Authors' addresses

MSc. JAROSŁAW GROBEREK, Prof. Dr. habil. ROMAN NIŻNIKOWSKI,
MSc. JAN RAWA, MICHAŁ MARCINIEC
Department of Animal Breeding
Sheep and Goat Division
SGGW-Warsaw Agriculture University
02-876 Warszawa, ul. Ciszewskiego 8
POLAND

Prof. Dr. habil. ERNST PFEFFER
Institut für Tierernährung, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität
Endenicher Allee 15
D-53115 Bonn / Germany

Ganzjährige Lämmerproduktion im Alpenraum mit Bergschafen

Abstract

Title of the paper: **The all-year lamb production in Alpen region using white mountain sheep**

The experiment was carried out with 294 white mountain sheep ewes and their 2324 progeny over a time of 20 years. Parameters for fertility like litter size, lambing interval, rearing results and parameters for body development were analyzed. With the white mountain sheep a continue production of lambs all over the year is possible. In summer the results of fertility are not so high than in rest of the year. The analysis of first lambing age, lambing interval and body development of lambs showed a significant effect of month of birth.

It can be shown, that for a continue production of lambs all over the year it is very important to adapt the environmental conditions in the different months to use the whole genetic potentiality of animals.

Therefore further investigations with white mountain sheep about environmental effects, reducing first lambing age and decrease of lambing interval should be carried out in future.

Key Words: White mountain sheep, fertility, lambing interval, body development

Zusammenfassung

Die Untersuchungen wurden an 294 Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf und deren 2324 Nachkommen über einen Zeitraum von 20 Jahren durchgeführt. Es wurden die Fruchtbarkeitsmerkmale Wurfgröße, Zwischenlammzeit, Aufzuchtergebnis und Merkmale der Körperentwicklung untersucht. Mit dem Weißen Bergschaf ist die Möglichkeit zur kontinuierlichen Lämmerproduktion in Laufe des ganzen Jahres gegeben. In den Sommermonaten sind die Ergebnisse der Fruchtbarkeit jedoch schlechter als in den übrigen Monaten. Die Analyse des Alters bei der ersten Ablammung, der Zwischenlammzeiten sowie der Körperentwicklungsmerkmale zeigte, dass der Geburtsmonat einen wesentlichen Einfluss auf die Fruchtbarkeitsergebnisse hat.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass bei der kontinuierlichen Lämmerproduktion das ganze Jahr über die Anpassung der Umweltbedingungen in den verschiedenen Jahreszeiten zur Ausschöpfung der genetischen Möglichkeiten der Tiere sehr wichtig ist.

Darum sollen weitere Versuche in Richtung Umwelteinflüsse in den verschiedenen Jahreszeiten sowie züchterische Arbeiten in Richtung Verringerung des Alters bei der ersten Ablammung sowie Verkürzung der Zwischenlammzeiten beim Weißen Bergschaf durchgeführt werden.

Schlüsselwörter: Weißes Bergschaf, Fruchtbarkeit, Zwischenlammzeit, Körperentwicklung

Einleitung und Zielstellung

Im Alpenraum gibt es viele Schafrassen mit langer Zuchtsaison und asaisonaler Brunst (WEISHEIT, 1975; ROTTMANN et al., 1982). Das ist eine gute Voraussetzung für eine ganzjährige Lämmerproduktion, unabhängig von der Jahreszeit. Diese Möglichkeit ist aber auch sehr wichtig für Gebiete in den Niederungen, worüber bereits Arbeiten sehr intensiv durchgeführt wurden (NIŻNIKOWSKI, 2003). In den Berggebieten hat das Bergschaf die größte Bedeutung. Mit dieser Rasse ist es möglich, eine große Anzahl von Lämmern für die Mast, verteilt über das ganze Jahr, zu bekommen (WEISHEIT, 1975; MENDEL et al., 1989; RINGDORFER, 1992, 1997; RINGDORFER und NIŻNIKOWSKI, 1994). Aus diesem Grunde spielt die Asaisonalität und Verkürzung der Zwischenlammzeiten, unter Berücksichtigung der hohen Anzahl der geborenen Lämmer je Wurf, eine sehr große Rolle. In mehreren Ländern wird diese Tatsache in den Untersuchungen auch sehr stark berücksichtigt. Im Karpatenraum

wurden bereits Untersuchungen über die Ausnutzung von Bergschafen aus dem Alpenraum für die Lämmerproduktion durchgeführt (ROBORZYŃSKI u.a., 2000; PARAPONIAK und ROBORZYŃSKI, 2001; KAWĘCKA und PARAPONIAK, 2004). Das bedeutet, dass die Arbeiten in Richtung der züchterischen Verbesserung der Bergschafe bezüglich der hohen Anzahl der geborenen Lämmer, der Verkürzung der Zwischenlammzeiten sowie der kontinuierlichen Geburten im Laufe des Jahres sehr notwendig und wichtig sind. Natürlich braucht dieser Prozess eine entsprechend lange Zeit zur vollen Realisierung.

In der Herde der Weißen Bergschafe der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft in Gumpenstein wurden Untersuchungen im Hinblick auf Fruchtbarkeit und Körperentwicklung der Lämmer im Jahresverlauf über einen mehrjährigen Zeitraum durchgeführt und ausgewertet.

Material und Methoden

Tiermaterial

Die Untersuchungen wurden in einer Herde des Österreichischen Weißen Bergschafes durchgeführt. Insgesamt wurden Daten von 294 Schafen, die unter den gleichen Bedingungen ernährt und gehalten wurden (in der Sommerperiode Weidehaltung; in der Winterzeit Stallhaltung), über einen Zeitraum von 20 Jahren erhoben. Das ganze Jahr hindurch war ein Bock bei den Mutterschafen. Die Böcke wurden regelmäßig ausgetauscht. Grundsätzlich wurden Zuchtböcke der Rasse Weißes Bergschaf (57,5% Ablammungen) eingesetzt, aber auch Böcke anderer Rassen wie Schwarzköpfiges Fleischschaf (27,7% Ablammungen), Suffolk (3,3% Ablammungen), Texel (2,4% Ablammungen), Merinolandschaf (8,3% Ablammungen) und Milchschaaf (0,8% Ablammungen) wurden zur Paarung eingesetzt. Die Ablammungen erfolgten das ganze Jahr hindurch und die Wurfgrößen lagen bei 1 bis 5 Lämmer je Wurf. Nach drei Monaten wurden die Lämmer abgesetzt und mit Kraftfutter und Heu bis zum Erreichen des Schlachtgewichtes gemästet. Während der Sägezeit hatten die Lämmer die Möglichkeit, in einem Lämmerschlopf Kraftfutter zur freien Aufnahme aufzunehmen.

Methoden

Alle Informationen über Fruchtbarkeit und Körperentwicklung sind im Stallbuch aufgezeichnet. Konkret sind das das Datum der Ablammung, die Anzahl der geborenen und aufgezogenen Lämmer, das Geschlecht und das Geburtsgewicht der Lämmer, das Gewicht der Lämmer 2 bzw. 4 Wochen nach der Ablammung. Weiter wurde noch das Lebendgewicht der Mutterschafe nach der Ablammung erhoben.

Auf dieser Basis sind bei den Mutterschafen folgende Einflussfaktoren entstanden: Geburtstyp der Mutter, Jahr und Monat der Ablammungen. Bei den Lämmern wurden die Faktoren Vatterasse, Jahr, Monat, Geburtstyp und Geschlecht berücksichtigt.

Merkmale der Fruchtbarkeit bei Mutterschafen sind das Alter der Tiere bei der 1. Ablammung, die Zwischenlammzeiten und die Anzahl der in Laufe des Lebens geborenen und aufgezogenen Lämmer. Außerdem ist auch die Frequenz der Ablammungen je Monat in % gerechnet worden.

Für die Lämmer wurde noch das Alter bis zur Geburtsgewichtsverdoppelung berechnet, weil dies ein Maß für die Milchleistung der Mutter sein kann.

Statistische Auswertung

Alle Daten für Mutterschafe, außer der Frequenz der Ablammungen in Laufe der Jahre, sind statistisch mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate LSMLMW nach HARVEY (1987) ausgewertet. Die zur Analyse genommenen Daten wurden auf die Einflüsse des Jahres, Monates und des Geburtstyps der Mutter korrigiert. Die Daten für die Lämmer sind mit Hilfe der gleichen Methode unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren Vatterasse, Jahr, Monat, Geburtstyp und Geschlecht korrigiert. Die statistische Signifikanz der Einflussfaktoren wurde mit Hilfe der t-Testes beurteilt. Bei statistisch signifikantem Einfluss des Monats wurden die Differenzen zwischen den Monaten mit Hilfe des Duncan-Testes (RUSZCZYC, 1981) nachgewiesen.

Ergebnisse und Diskussion

Charakteristik der Mutterschafe

In der Tabelle 1 sind die allgemeinen Daten über die Mutterschafe dargestellt. Es wird nachgewiesen, dass der Geburtstyp und der Monat keinen signifikanten Einfluss auf alle Merkmale haben. Der Einfluss des Jahres ist deutlich signifikant, was durch eine Differenzierung der Klimabedingungen erklärt werden kann. Die Ergebnisse zeigen ein für Weiße Bergschafe typisches Niveau der Leistungsfaktoren der Schafe aus dem Alpenraum und sind mit den Ergebnissen von WEISHEIT (1975) vergleichbar.

Tabelle 1

Einfluss von Geburtstyp, Jahr und Monat auf ausgewählte Merkmale bei Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf (n=294) (Effect of litter size, year and month on selected parameters in white mountain sheep ewes (n=294))

Merkmale	Geburtstyp	Jahr	Monat	x	s
Alter der Mutterschafe (Jahre)	ns	xx	ns	4,76	2,00
Anzahl Geburten je Mutterschaf (Stück)	ns	xx	ns	6,18	3,19
Anzahl geborene Lämmer je Mutter-schaf (Stück)	ns	xx	ns	9,95	5,77
Anzahl aufgezogene Lämmer je Mutterschaf (Stück)	ns	xx	ns	8,16	4,91
Körpergewicht der Mutterschafe (kg)	ns	xx	ns	62,15	6,03

ns = Einfluss nicht wesentlich; xx = $P \leq 0,01$; x = $P \leq 0,05$
 ns = not significant effect

Fruchtbarkeitsergebnisse - Analyse der Einflussfaktoren

Die beurteilten Ergebnisse sind in den Tabellen 2, 3 und 4 dargestellt worden. Das Alter bei der ersten Ablammung sowie die kommenden Zwischenlammzeiten sind in der Tabelle 2 aufgezeigt. Der Geburtstyp hat nur auf die 4. Zwischenlammzeit einen signifikanten Einfluss gezeigt. Sehr interessant sind die signifikanten und hochsignifikanten Einflüsse des Monats auf das Alter bei der ersten Ablammung und auf die Zwischenlammzeiten 1, 2, 3, und 5. Es ist auch festzustellen, dass die Zwischenlammzeiten 1 und 2 mit 247 bzw. 249 Tagen relativ länger sind als die anderen, die zwischen 228 und 239 Tagen liegen. Damit ist die Möglichkeit von 3 Ablammungen in zwei Jahren gegeben. Diese Feststellung begründet die Möglichkeit der Ausnutzung des Bergschafes zur kontinuierlichen Lämmererzeugung in Systemen, wie sie von WEISHEIT (1975), MENDEL u.a. (1989), RINGDORFER (1992, 1997) und RINGDORFER und NIŻNIKOWSKI (1994) beschrieben werden.

Die Anzahl der geborenen Lämmer je Ablammung ist in der Tabelle 3 dargestellt. Interessant ist der signifikante Einfluss des Jahresmonates in der 2. und 3. Ablammung. Dies könnte mit dem Alter der Schafe zusammenhängen.

Tabelle 2

Einfluss von Geburtstyp, Jahr und Monat auf das Erstablammalter und die Zwischenlammzeit (Tage) bei Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf (Effect of litter size, year and month on first lambing age and lambing interval (days) in white mountain sheep ewes)

Merkmale	Geburtstyp	Jahr	Monat	n	x	s
Erstablammalter	ns	xx	x	294	484,61	87,56
1 Zwischenlammzeit	ns	x	x	275	248,85	67,31
2 Zwischenlammzeit	ns	xx	xx	249	246,78	64,12
3 Zwischenlammzeit	ns	xx	xx	232	239,38	59,06
4 Zwischenlammzeit	x	xx	ns	198	235,14	66,64
5 Zwischenlammzeit	ns	ns	x	168	227,67	44,61
6 Zwischenlammzeit	ns	xx	ns	141	238,52	58,31
7 Zwischenlammzeit	ns	xx	ns	104	238,22	57,02
8 Zwischenlammzeit	ns	x	ns	77	234,23	57,38
9 Zwischenlammzeit	ns	ns	ns	46	232,02	39,02

ns = Einfluss nicht wesentlich; xx = $P \leq 0,01$; x = $P \leq 0,05$; ns = not significant effect

Tabelle 3

Einfluss von Geburtstyp, Jahr und Monat auf die Anzahl geborener Lämmer je Ablammung bei Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf (Effect of litter size, year and month on number of born lambs per lambing in white mountain sheep ewes)

Merkmale	Geburtstyp	Jahr	Monat	n	x	s
1 Ablammung	ns	ns	ns	294	1,38	0,52
2 Ablammung	ns	x	x	275	1,45	0,59
3 Ablammung	ns	x	x	249	1,61	0,68
4 Ablammung	ns	ns	ns	232	1,71	0,70
5 Ablammung	ns	ns	ns	198	1,39	0,73
6 Ablammung	ns	ns	ns	168	1,77	0,68
7 Ablammung	ns	ns	ns	141	1,67	0,69
8 Ablammung	ns	ns	ns	104	1,80	0,74
9 Ablammung	ns	ns	ns	77	1,64	0,67
10 Ablammung	ns	ns	ns	46	1,57	0,62

ns = Einfluss nicht wesentlich; xx = $P \leq 0,01$; x = $P \leq 0,05$; ns = not significant effect

Tabelle 4

Einfluss von Geburtstyp, Jahr und Monat auf die Anzahl aufgezogener Lämmer je Ablammung bei Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf (Effect of litter size, year and month on number of reared lambs per lambing in white mountain sheep ewes)

Merkmale	Geburtstyp	Jahr	Monat	n	x	s
1 Ablammung	x	ns	ns	294	1,14	0,55
2 Ablammung	ns	x	ns	275	1,27	0,59
3 Ablammung	ns	x	ns	249	1,40	0,56
4 Ablammung	ns	ns	ns	232	1,43	0,65
5 Ablammung	ns	ns	ns	198	1,39	0,73
6 Ablammung	ns	ns	ns	168	1,38	0,74
7 Ablammung	ns	ns	ns	141	1,33	0,69
8 Ablammung	ns	ns	x	104	1,38	0,67
9 Ablammung	ns	ns	ns	77	1,21	0,69
10 Ablammung	x	ns	ns	46	1,04	0,66

ns = Einfluss nicht wesentlich; xx = $P \leq 0,01$; x = $P \leq 0,05$; ns = not significant effect

In der Tabelle 4 ist die Anzahl der abgesetzten Lämmer je Wurf aufgezeigt. Der Einfluss der Wurfgröße ist in der 1. und 10. Ablammung nachgewiesen. Das Jahr hat in der 2. und 3. Ablammung einen signifikanten Einfluss gezeigt und der Monat nur in

der 8. Ablammung. Interessant ist auch die Beobachtung bei der 5. Ablammung, wo die Anzahl geborener und aufgezogener Lämmer gleich groß ist. Ein Grund für das gute Aufzuchtergebnis könnte die geringe Anzahl geborener Lämmer in der 5. Ablammung sein. Bis zur 8. Ablammung wurden sehr gute Aufzuchtergebnisse erzielt, danach geht die Leistung zurück. Daher sollten ältere Schafe nicht mehr für die Lämmererzeugung benutzt werden, was auch in den Ergebnissen von WEISHEIT (1975) beschrieben wird.

Einfluss der Geburtenfrequenz auf die Fruchtbarkeitsergebnisse

Die Frequenz der Geburten in den einzelnen Monaten ist in der Tabelle 5 dargestellt. Die Verteilung ist ganz interessant, weil die Geburtenfrequenz nur in den Monaten Juni, Juli und August auf einem niedrigen Niveau liegt. In den anderen Monaten liegt die Frequenz auf einem Niveau zwischen 7,07% im März und 12,33% im Jänner. Die gesamte Verteilung zeigt, dass die Ablammungen grundsätzlich durch das ganze Jahr hindurch möglich sind und somit eine Produktion von Lämmern unabhängig von den Jahreszeiten ist. Diese Schlussfolgerung deckt sich mit den Ergebnissen von WEISHEIT (1975), MENDEL et al. (1989), RINGDORFER (1992, 1997) und RINGDORFER und NIŻNIKOWSKI (1994).

Tabelle 5

Einfluss des Monats auf ausgewählte Fruchtbarkeitsmerkmale bei Mutterschafen der Rasse Weißes Bergschaf (Effect of month on selected parameters of fertility in white mountain sheep ewes)

Merkmale		Monat											
		I (A)	II (B)	III (C)	IV (D)	V (E)	VI (F)	VII (G)	VIII (H)	IX (I)	X (J)	XI (K)	XII (L)
Frequenz der Geburten (%)		12,33	7,29	7,07	11,66	9,03	5,83	5,77	4,88	10,03	8,85	7,51	9,75
Geborene Lämmer bei der 2. Ablammung (Stück)	N	220	130	126	208	161	104	103	87	179	158	134	174
	LSM	1,58	1,46	1,33	1,68	1,70	1,69	1,46	1,19	1,58	1,55	1,90	1,32
	SE	0,15	0,17	0,21	0,18	0,15	0,21	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,15
	*	h	k	HI	H	H	H	k	aCD Efi K	h		bgH L	cK
Geborene Lämmer bei der 3. Ablammung (Stück)	N	25	16	16	28	27	19	14	11	32	19	18	24
	LSM	1,96	2,34	1,91	1,63	1,48	1,66	1,68	1,38	1,60	1,32	1,57	1,67
	SE	0,19	0,22	0,21	0,18	0,17	0,20	0,22	0,25	0,18	0,20	0,20	0,18
	*	BdE HiJk	ACD EFG HIJ KL	BEH iJk	aBj	ABC	Bj	Bj	ABC	aBc	ABC dfgl	aBc	Bj
Aufgezogene Lämmer bei der 8. Ablammung (Stück)	N	14	6	11	11	2	6	6	10	12	9	8	9
	LSM	1,17	1,47	1,34	1,38	1,29	1,39	0,59	1,56	1,98	1,70	1,64	1,08
	SE	0,30	0,31	0,30	0,31	0,56	0,35	0,39	0,30	0,29	0,32	0,34	0,33
	*	i	g	g	g	g	g	bcd fHIJ K	G	aGl	G	G	i

A,...,L = $P \leq 0,01$; a,...,l = $P \leq 0,05$

Wichtig ist auch die Verteilung der Fruchtbarkeitsergebnisse, d. h. wie sich die Anzahl der geborenen sowie aufgezogenen Lämmer auf die einzelnen Monate verteilt. Bei der 2. Ablammung wurde die niedrigste Wurfgröße im August festgestellt. Die gleiche Tendenz besteht auch bei der 3. Ablammung, nur das hier auch noch im Oktober ein

sehr niedriger Wert festgestellt wurde. Der höchste Wert wurde im Februar festgestellt. Das bedeutet, dass die Belegung im September die meisten Lämmer bringt. Die Anzahl der aufgezogenen Lämmer bei der 8. Ablammung war in den Monaten August bis November am höchsten.

Aus der Tabelle 6 ist zu sehen, dass das Alter bei der ersten Ablammung deutlich höher ist bei Ablammungen, die zwischen August und Dezember erfolgten. Die Belegung für diese Ablammungen ist zwischen März und Juli erfolgt. Es ist möglich, dass in dieser Periode die Brunstaktivität bei Jährlingen nicht so ausgeprägt ist und somit die Fruchtbarkeitsleistungen negativ beeinflusst werden. Gleiche Tendenzen sind in der Arbeit mit der Polnischen Heideschnucke (NIŻNIKOWSKI 2003) nachgewiesen worden. Der Einfluss des Monats auf die Zwischenlammzeiten zeigte verschiedene Tendenzen. Die 1. Zwischenlammzeit zeigte die kürzesten Ergebnisse in den Monaten von April bis Juli. Bei der 2. Zwischenlammzeit war die kürzeste Zeit in den Monaten von März bis August, mit Ausnahme des Juni. Die kürzesten Zeiten wurden bei der 5. Zwischenlammzeit erzielt. Im Mai lag der Wert unter 200 Tage. Aber auch in den Monaten März, April, Juni und November wurden Werte um 200 Tage erreicht. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass mit zunehmender Anzahl von Ablammungen die Zwischenlammzeit kürzer wird. Auf jeden Fall ist eine züchterische Verkürzung der Zwischenlammzeiten möglich, weil der Heritabilitätskoeffizient für dieses Merkmal relativ hoch ist, was in Versuchen von NIŻNIKOWSKI u.a. (2002) nachgewiesen werden konnte.

Körperentwicklung der Lämmer

Die Einflussfaktoren auf die Merkmale der Körperentwicklung werden in der Tabelle 7 dargestellt. Alle Faktoren zeigten einen hochsignifikanten Einfluss auf die untersuchten Lebendgewichte. Auf das Alter bei Gewichtsverdoppelung zeigten die Rasse und das Geschlecht keinen Einfluss, wohl aber die anderen Faktoren. Der Einfluss des Geburtsmonats auf die Körperentwicklung ist in der Tabelle 8 dargestellt. Die Ablammungen in den Monaten Juli und September hatten mit 3,9 kg bzw. 3,8 kg die höchsten Geburtsgewichte. Dies könnte mit einer besseren Versorgung der hochträchtigen Schafe auf der Weide zusammenhängen. Das höchste 2-Wochengewicht wurde in den Monaten Juni, Juli und September festgestellt. Das höchste Körpergewicht im Alter von 4 Wochen hatten die Lämmer, die in den Monaten vom April bis September geboren wurden. Ein Maß für die Milchleistung der Mutter kann die Verdoppelung des Geburtsgewichtes sein. Die Verdoppelung des Geburtsgewichtes liegt in einem Bereich zwischen 15 und 18 Tagen, wobei für die Geburtsmonate Mai und August die niedrigsten Werte erzielt wurden.

Alle vorgelegten Ergebnisse zeigen, dass der Geburtsmonat einen wesentlichen Einfluss auf die Merkmale der Körperentwicklung hat. Das bedeutet, dass die Umweltbedingungen für die Lämmeraufzucht eine sehr große Rolle spielen (MENDEL u.a., 1989; RINGDORFER, 1997; RINGDORFER und NIŻNIKOWSKI, 1994; ROBORZYŃSKI u.a., 2000; PARAPONIAK und ROBORZYŃSKI, 2001). Aus diesem Grund ist es sinnvoll, weitere Untersuchungen im Rahmen der Lämmeraufzucht durchzuführen, die aufzeigen, wie diese Monatseinflüsse möglichst gering gehalten werden können.

Tabelle 6

Einfluss des Monates auf das Alter bei der ersten Ablammung und die Zwischenlammzeiten (Tage) (Effect of month on the age at first lambing and on lambing interval (days))

Merkmale		Monat											
		I (A)	II (B)	III (C)	IV (D)	V (E)	VI (F)	VII (G)	VIII (H)	IX (I)	X (J)	XI (K)	XII (L)
Alter bei der ersten Ablammung	N	48	15	24	55	30	18	11	2	8	33	21	29
	LSM	498,68	452,60	497,61	478,08	467,57	471,12	560,77	628,89	526,02	506,52	502,14	539,79
	SE	20,16	26,45	21,12	19,21	22,36	24,94	29,59	60,39	33,10	20,46	23,84	21,63
	*	gH	GHIjL	gH	GHI	GHiJ	GHiJ	aBcDE FHjk	ABCDE FGIJKL	BefH	bgH	gH	BdEFH
1. Zwischenlammzeit	N	34	20	10	17	34	10	11	10	41	24	31	33
	LSM	256,77	299,92	301,03	226,77	233,13	245,38	235,29	249,07	247,82	263,96	248,77	274,75
	SE	18,86	18,09	21,68	19,60	15,73	22,89	22,06	23,10	15,65	16,33	15,92	15,88
	*	bc	aDEFGHIK	aDEFGHIK	BCI	BCI	BC	BC	BC	BC		BC	de
2. Zwischenlammzeit	N	25	16	16	28	27	19	14	11	32	19	18	24
	LSM	284,53	263,07	215,83	216,78	222,69	263,04	227,58	238,56	251,57	277,45	281,93	256,67
	SE	17,63	20,07	19,40	16,89	15,92	18,69	20,47	22,73	16,22	18,07	18,59	16,92
	*	CDEGh	cd	AbfJK	AbfJK	AJK	cd	AjK	ak		CDEg	CDEGh	
3. Zwischenlammzeit	N	25	24	18	25	16	13	16	15	21	22	17	20
	LSM	254,20	264,04	251,86	215,77	232,46	230,80	230,83	271,14	271,95	247,23	295,11	250,48
	SE	15,94	14,99	17,38	15,45	18,28	19,07	18,43	18,20	15,33	16,67	17,15	17,43
	*	k	d	k	bHIK	K	hiK	hiK	Dfg	Dfg	k	acDEFGjl	k
5. Zwischenlammzeit	N	18	15	10	19	17	8	8	14	16	17	9	17
	LSM	241,80	226,10	204,37	202,18	197,71	200,37	218,10	214,05	249,93	214,59	209,91	239,26
	SE	13,62	13,99	16,45	13,55	12,66	17,48	17,63	14,49	14,44	12,71	16,73	14,37
	*	cdef		ai	all	all	all		i	cDEFhjk	i	i	def

A,...,L = $P \leq 0,01$; a,...,l = $P \leq 0,05$

Tabelle 7

Einfluss von Rasse, Geburtstyp, Jahr, Monat und Geschlecht auf Merkmale der Körpergewichtsentwicklung bei Lämmern (Effect of breed, type of birth, year, month and sex on parameters of body weight in lambs)

Merkmale	Rasse	Geburstyp	Geburtsjahr	Monat	Geschlecht	n	x	s
Geburtsgewicht (kg)	xx	xx	xx	xx	xx	2324	4,42	0,98
2-Wochengewicht (kg)	xx	xx	xx	xx	xx	1040	7,75	1,70
4-Wochengewicht (kg)	xx	xx	xx	xx	xx	2324	11,41	2,64
Alter bei Geburtsgewichts-Verdopplung (Tage)	ns	xx	xx	xx	ns	2324	18,01	6,43

ns = Einfluss nicht wesentlich; xx = $P \leq 0,01$; x = $P \leq 0,05$

ns = not significant effect

Tabelle 8

Einfluss des Geburtsmonats auf Merkmale der Körpergewichtsentwicklung bei Lämmern (Effect of month of birth on parameters of body weight in lambs)

Merkmale		Monat											
		I (A)	II (B)	III (C)	IV (D)	V (E)	VI (F)	VII(G)	VIII(H)	IX (I)	X (J)	XI (K)	XII (L)
Geburts- gewicht (kg)	N	305	192	181	254	202	136	118	109	239	189	181	218
	LSM	3,65	3,69	3,64	3,74	3,59	3,73	3,86	3,73	3,82	3,61	3,65	3,54
	SE	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11
	*	g		gi	l	Gi	l	acEJ	l	cejL	Gi	g	dfG
2-Wochen- gewicht (kg)	N	125	86	70	126	105	52	43	44	137	66	66	120
	LSM	7,36	7,42	7,45	7,68	7,40	8,25	8,01	7,53	7,94	7,40	7,17	7,17
	SE	0,30	0,30	0,30	0,28	0,30	0,32	0,34	0,33	0,29	0,31	0,31	0,28
	*	FGI	FGi	FGi	Fkl	FGi	ABCD	ABCE	Fgi	Abce	FGi	dFGI	dFGI
4-Wochen- gewicht (kg)	N	305	192	181	254	202	136	118	109	239	189	181	218
	LSM	9,61	9,56	9,58	10,03	10,33	10,20	10,47	10,46	10,40	7,62	9,47	9,94
	SE	0,27	0,27	0,28	0,27	0,28	0,30	0,31	0,30	0,28	0,29	0,29	0,28
	*	dEFG	dEFG	dEFG	abcj	ABCJ	ABCJ	ABCJ	ABCJ	ABCJ	dEFG	dEFG	dEFG
Alter bei Geburtsge- wichtsver- doppelung (Tage)	LSM	17,59	17,66	17,10	17,02	15,36	16,84	16,64	15,78	16,65	16,62	18,02	17,55
	SE	0,80	0,82	0,84	0,82	0,85	0,91	0,93	0,92	0,83	0,86	0,86	0,83
	*	EH	EH	e	e	Abcd	e		ABKI			EH	Eh
						fKL							

A, ..., L = $P \leq 0,01$; a, ..., l = $P \leq 0,05$

Schlussfolgerungen

Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Das Weiße Bergschaf zeigt die Möglichkeit zur kontinuierlichen Lämmerproduktion im Laufe des ganzen Jahres
- In den Sommermonaten sind die Ergebnisse der Fruchtbarkeit im Vergleich zum übrigen Jahr niedriger
- Die Analyse des Erstablammalters und der Zwischenlammzeiten sowie der Körperentwicklungsmerkmale zeigte, dass der Geburtsmonat einen wesentlichen Einfluss hat
- Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass bei der kontinuierlichen Lämmerproduktion durch das ganze Jahr die Anpassung der Umweltbedingungen in den verschiedenen Jahreszeiten zur Ausschöpfung der genetischen Möglichkeiten der Tiere sehr wichtig ist.

Aus diesem Grund sollen weitere Versuche in Richtung Umweltregulationen in den verschiedenen Jahreszeiten sowie züchterische Arbeiten in Richtung der Verringerung des Erstablammalters sowie Verkürzung der Zwischenlammzeiten bei Weißen Bergschafen durchgeführt werden.

Literatur

- HARVEY, W.R.:
User's Guide for LSMLMW Mixed Model Least Square Maximum Likelihood Computer Prog.
Monogr., Ohio State Univ., (1987).
- KAWĘCKA, A. ; PARAPONIAK, P.:
Effect of pasture-based sheep management system on sheep product quality. *Ann. Anim. Sci. Suppl.*
1 (2004), 327-330
- MENDEL, C.; SCHOLAUT, W.; PIRCHNER, F.:
Performance of Merinolanschaf and Bergschaf under an Accelerated Lambing System. *Livest. Prod.*
Sci. (1989) 21, 131-141
- NIŻNIKOWSKI, R., RANT, W., ZALIŃSKA, M., ŻABICKA, A., STACHOWIAK, J.:
Breeding effects of reproduction traits improvement program in Polish Heath Sheep. *Rocz. Nauk.*
Zoot., (2002) 29, 1, 89-103
- NIŻNIKOWSKI, R.:
Lambing distribution, prolificacy and reproduction performance of Polish Wrzosówka sheep
throughout the year with a ram kept permanently in the flock (in Polish). *Zesz. Nauk Przegl. Hod.*,
(2003), 68, 3, 47-52
- PARAPONIAK, P.; ROBORZYŃSKI, M.:
The use of Tiroler Bergschaf and Weißes Alpenschaf for the production of slaughter lambs in Polish
mountainous areas. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **44** (2001), Special issue, 391-397
- RINGDORFER, F.:
Zwischenlammzeit beim Bergschaf. *Schafe Aktuell.* (1992), 4, 8
- RINGDORFER, F.; NIŻNIKOWSKI, R.:
Lammfleischproduktion im Alpenraum mit Bergschafen und deren Kreuzungen mit Merino und
Schwarzköpfigem Fleischschaf. *Züchtungskunde* **66** (1994), 73-81
- RINGDORFER, F.:
Das Österreichische Bergschaf und seine wirtschaftliche Bedeutung, International conference "The
role of mountain sheep farming in Polish sheep breeding programmes" IZ Balice, 14 Nov. 1997,
(1997), 53-60
- ROBORZYŃSKI, M.; PIECZONKA, W.; PARAPONIAK, P.; KAWĘCKA, A.:
Effect of some factors on the milking ability of Bergschaf. *Roczn. Nauk. Zoot.*, **27**, (2000) 4, 55-63
- ROTTMANN, O.; KLUPAK, K.; WILLEKE, H.; PIRCHNER, F.:
Fruchtbarkeitsvergleich zwischen Berg- und Texelschafen und deren Kreuzungen. *Züchtungskunde*,
54 (1982), 229-234
- RUSZCZYC, Z.:
Methods of zootechnic research works (in Polish). PWRiL Warszawa, (1981).
- WEISHEIT, H.:
Lämmeraufzucht und -mast. L. Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, (1975).

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. habil. ROMAN NIŻNIKOWSKI
Landwirtschaftliche Universität in Warszawa
Abteilung für Schaf- und Ziegenzucht
Ciszewskiego 8
PL-02-786 Warszawa
Polen

Dr. FERDINAND RINGDORFER
BAL Gumpenstein, Abteilung für kleine Wiederkäuer
A-8952 Irdning
Österreich

PIOTR ŚLÓSZARZ ¹, MAREK STANISZ ¹, MARIAN PIETRZAK ², ADAM GUT ¹,
ANDRZEJ ŁYCZYŃSKI ² and RYSZARD STEPPA ¹

The use of computer image analysis for evaluation of selected meat quality indices in lambs

Abstract

Using the MultiScan computer software the brightness and colour components (red, green, blue) of the *musculus longissimus dorsi* cross-section scans were analysed in 92 meat lambs of both sexes, slaughtered in three age groups (100 ± 5 , 120 ± 5 and 140 ± 5 days). Colour components a^* , b^* and L^* of samples of the *l.d.* muscle were also analysed using a Minolta CM-500 spectrophotometer. Moreover, the pH value 45 minutes and 24 hours after slaughter, and the percentage of dry matter and extractable fat were determined in muscle samples. Medium but significant correlations were found between meat colour saturation (green component and b^* parameter) and the pH value and dry matter content in meat samples. The percentage of bright pixels in the total area of the *m.l.d.* muscle cross-section turned out to be the best indicator of extractable fat content ($r=0.742$), which may indicate the suitability of computer image analysis methods to estimate selected meat quality indices in lambs.

Key Words: sheep, image analysis, intramuscular fat

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Ausnutzung der Bildcomputeranalyse zur Schätzung von einigen Indizes der Lammfleischqualität**

Mit Hilfe der MultiScan-Software wurden Helligkeit und die Farbkomponenten (rot, grün, blau) der Bilder des Querschnittes von *m.l.d.* von 92 Fleischlämmern beiderlei Geschlechtes untersucht. Sie wurden in 3 Altersklassen (100 ± 5 , 120 ± 5 und 140 ± 5 Tage) geschlachtet. Die Farbkomponenten a^* , b^* und L^* der *l.d.* der Muskelproben wurden auch mittels Spektrometer Minolta CM-500 analysiert. In den Muskelproben wurde ebenfalls der pH-Wert nach 45 Min. und nach 24 Stunden *post mortem* bestimmt sowie der Anteil an Trockenmasse und Extraktionsfett.

Es wurden mittelgroße, aber signifikante Korrelationen, zwischen der Fleischfarbesättigung (Komponente grün und Parameter b^*) und dem pH-Wert sowie dem Trockenmasseanteil, festgestellt. Die beste Kennzahl für den Extraktionsfettanteil war der Anteil der hellen Punkte in der Gesamtfläche des Muskelquerschnittes ($r=0,742$), was auf die Eignung der Computerbildanalyse zur Schätzung einiger Parametern der Fleischqualität hinweisen kann.

Schlüsselwörter: Schaf, Bilderanalyse, intramuskuläres Fett

Introduction

Progress in computer image analysis methods has facilitated – among other things - prompt and objective assessment of slaughter value of lambs (HORGAN et al., 1995; STANFORD et al., 1998). This method is also applied in the evaluation of selected meat quality indexes, primarily for beef (GERRARD et al., 1996; DASIEWICZ et al., 2003). However, there are few studies concerning the application of this method to estimate the quality of lamb meat, including intramuscular fat, which is an important index of meat culinary quality (BEERMANN et al., 1995; WOOD et al., 1999).

The aim of this study is to evaluate the suitability of computer image analysis of the colour and brightness of the longissimus dorsi muscle cross-section to estimate primary quality indexes of meat.

Material and Methods

The investigations were conducted in the years 2001-2003 on 92 lambs of both sexes, coming from two groups: the Whiteheaded Mutton Sheep and crosses of rams from this breed with ewes of maternal domestic breeds (GUT et al., 2000). Lambs were weaned at the age of approx. 60 days and fattened in the intensive regime on balanced feed containing in 1 kg: 860 g dry matter, 147 g crude protein and 6.2 MJ energy. In order to increase the variability of meat quality traits, mainly intramuscular fat content, lambs were slaughtered at random in three age groups: 100 ± 5 , 120 ± 5 and 140 ± 5 days. After a 24-hour cooling period of lamb carcasses, the longissimus dorsi muscle (*m.l.d.*) cross-section was made behind the last rib on the right side of the spine, and the image of the *m.l.d.* cross-section was scanned to the computer with the definition of 300 ppi, with a 32-bit colour depth using a UMAX Astra 2100U scanner. With the use of the MULTISCAN ver. 12.07 software (Computer Scanning Systems Ltd.), the following parameters were analysed in the images: average brightness of image points in the *l.d.* muscle contour and the saturation of the red, green and blue colour components. Moreover, meat marbling was also determined as the percentage of pixels with brightness ≥ 96 (in the 0-255 scale) in the total area of the muscle cross-section. The threshold value (96) was determined during the preliminary analysis of the images as the minimal brightness of the intramuscular fat particles after prior balancing of the background in the analysed images.

The pH value of meat was measured on the carcass, in the lumbar part of the longissimus dorsi muscle with a glass-calomel electrode 45 minutes (pH_1) and 24 hours (pH_2) after slaughter. The qualitative assessment of meat was conducted on samples taken from the longissimus dorsi muscle, from which fat along with the epimysium had been removed. Samples were collected after a 24-hour cooling of the carcass from the region of the 1st–3rd lumbar vertebrae. The dry matter content was determined by drying meat samples at the temperature of 105°C until solid mass was obtained, whereas extractable fat content was measured using the Soxhlet method. Moreover, colour components of meat samples were determined (a^* , b^* and L^*) using a Minolta CM-500 spectrophotometer.

The SAS ver. 6.12 software package was used for the statistical analysis of the obtained data. Gaussian distribution of the investigated parameters was tested on the basis of the analysis of skewness and kurtosis coefficients. Due to the non-orthogonal data design to estimate the influence of fixed effects (age group, sex, breed, type and year of birth) on the investigated traits, the method of the least square multivariate analysis of variance was applied. Moreover, Pearson linear correlations were estimated between image parameters and meat quality indexes.

Results and Discussion

Table 1 contains basic data characterizing the investigated group of lambs. The mean live weight of over 32 kg at the age of approx. 117 days indicates a good growth rate and is typical for the investigated genetic groups (STANISZ et al., 2002). Moreover, primary meat quality indexes do not diverge from the results obtained earlier for lambs of the Whiteheaded Mutton Sheep and its crosses (PIETRZAK et al., 2001), which proves the appropriate selection of animals for the experiment. The graduation of data is confirmed by low coefficients of variability for most investigated traits ($\leq 13\%$). Only in case of extractable fat content and meat marbling they were approx. 40%.

Table 1

Descriptive statistics of investigated traits in whole group of lambs, n=92 (Beschreibung der untersuchten Merkmale)

Trait	Mean	Min.	Max.	V%
Slaughter age of lambs [days]	117.30	96.00	138.00	11.97
Live weight before slaughter [kg]	32.17	23.10	40.30	13.03
Analysis of <i>musculus longissimus dorsi</i> samples:				
pH ₁	6.36	5.70	6.81	3.56
pH ₂	5.64	5.44	5.99	2.62
Dry matter content [%]	23.96	21.42	26.20	3.66
Extractable fat content [%]	3.17	1.27	6.15	38.54
Minolta colour parameters of <i>m.l.d.</i> samples:				
L*	45.89	41.07	52.11	4.87
a*	13.45	7.88	16.18	11.95
b*	10.20	6.93	12.47	10.66
Image parameters of <i>m.l.d.</i> cross-section scans:				
Marbling [%]	1.23	0.22	8.68	42.21
Brightness (0-255 scale)	75.24	59.00	104.00	10.97
Red (0-255 scale)	128.13	106.00	157.00	9.08
Green (0-255 scale)	51.41	37.00	81.00	12.26
Blue (0-255 scale)	60.26	45.00	90.00	11.12

In consistence with the assumption, the average ages and weights of lambs in individual age groups differed significantly ($P<0.01$; Table 2). Also ewes were slightly lighter in comparison to ram lambs ($P<0.05$). However, no effect of the breed group or the year and type of birth was found on the age of lambs and their body weight at slaughter. In relation to most investigated traits, except for age and body weight, also the interactions between fixed effects turned out to be non-significant, which confirms high homogeneity of the investigated group of lambs.

Table 2

Meat quality indices (Fleischqualitätsindexe)

Factor	n	Slaughter age of lambs [days]	Weight before slaughter [kg]	Analysis of <i>musculus longissimus dorsi</i> samples:			
		LSM±SE	LSM±SE	pH ₁	pH ₂	Dry matter content [%]	Extractable fat content [%]
				LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE
Age group (A)		**	**	ns	ns	*	**
100	32	99.01±0.18AB	29.07±0.46AB	6.42±0.03	5.67±0.02	23.53±0.12a	2.29±0.14A
120	32	119.05±0.82AC	32.74±0.77AC	6.23±0.05	5.59±0.01	23.66±0.19	2.84±0.18
140	28	136.51±0.06BC	35.06±0.93BC	6.43±0.06	5.65±0.02	24.83±0.28a	4.55±0.26A
Sex (S)		ns	*	ns	ns	ns	ns
♂	51	115.61±1.69	33.37±0.34	6.40±0.04	5.64±0.02	23.74±0.15	3.13±0.20
♀	41	119.52±2.12	30.68±0.55	6.33±0.06	5.64±0.03	24.22±0.24	3.23±0.32
Breed group (B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1	28	116.31±2.86	32.11±0.50	6.36±0.05	5.62±0.02	23.67±0.22	3.23±0.29
2	64	117.82±1.37	32.77±0.30	6.37±0.04	5.65±0.01	24.08±0.13	3.14±0.17
Type of birth (T)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1	39	115.31±1.58	32.89±0.67	6.41±0.04	5.68±0.03	24.07±0.14	3.30±0.22
2	53	118.82±1.98	31.65±0.46	6.33±0.03	5.61±0.02	23.87±0.12	3.08±0.18
Year of birth (Y)		ns	ns	*	*	ns	*
Interactions		B x T*	B x T*	ns	ns	ns	ns
		S x T*					

A, B, C (a) – means designated with the same capital (small) letters differ significantly at $P<0.01$ ($P<0.05$)

** – $P<0.01$, * – $P<0.05$, ns – non significant difference

Breed group: 1 – Whiteheaded Mutton Sheep;

2 – hybrids of Whiteheaded Mutton Sheep with ewes of local maternal line

The primary meat quality indexes were similar in the investigated groups of lambs, apart from the effect of the year of birth on the pH level and the extractable fat content

in meat ($P<0.05$; Table 2). A certain trend towards an increase in the dry matter and extractable fat content was found in older and heavier lambs, whereas the differences between extreme age groups of lambs turned out to be statistically significant.

There were no effect of lambs' age at slaughter on muscle brightness and colour analysed with the Minolta spectrophotometer (Table 3). However, that effect turned out to be significant ($P<0.05$) in relation to meat marbling and brightness parameters measured with the computer image analysis method. This result may indicate a dependency between the above mentioned parameters and the content of intramuscular fat.

Table 3

Image parameters of *longissimus dorsi* muscle (Bildparameter des *longissimus dorsi* Muskel)

Factor	n	Minolta colour parameters of <i>m.l.d.</i> samples:			Image parameters of <i>m.l.d.</i> cross-section scans:				
		L*	a*	b*	Marbling [%]	Brightness [0-255 scale]	Red [0-255 scale]	Green [0-255 scale]	Blue [0-255 scale]
		LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE
Age group (A)		ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
100	32	45.98 $\pm$ 0.29	12.72 $\pm$ 0.22	9.81 $\pm$ 0.17	1.02 $\pm$ 0.22a	73.62 $\pm$ 1.15a	127.02 $\pm$ 1.37	50.69 $\pm$ 1.00	60.09 $\pm$ 0.93
120	32	45.79 $\pm$ 0.48	13.78 $\pm$ 0.20	10.40 $\pm$ 0.18	1.17 $\pm$ 0.21	75.14 $\pm$ 1.22	128.01 $\pm$ 1.71	50.77 $\pm$ 0.91	61.06 $\pm$ 0.81
140	28	45.78 $\pm$ 0.65	13.96 $\pm$ 0.46	10.49 $\pm$ 0.19	1.55 $\pm$ 0.29a	77.23 $\pm$ 1.71a	129.52 $\pm$ 1.97	52.97 $\pm$ 1.65	59.57 $\pm$ 1.33
Sex (S)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
♂	51	46.31 $\pm$ 0.41	13.31 $\pm$ 0.29	10.40 $\pm$ 0.16	1.08 $\pm$ 0.26	75.76 $\pm$ 0.75	128.38 $\pm$ 1.19	52.02 $\pm$ 0.65	61.00 $\pm$ 0.69
♀	41	45.37 $\pm$ 0.65	13.64 $\pm$ 0.46	9.93 $\pm$ 0.26	1.41 $\pm$ 0.41	74.59 $\pm$ 1.21	127.82 $\pm$ 1.89	50.64 $\pm$ 1.05	59.34 $\pm$ 1.12
Breed group (B)		ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
1	28	45.51 $\pm$ 0.60	14.18 $\pm$ 0.43	10.33 $\pm$ 0.24	1.04 $\pm$ 0.32	71.30 $\pm$ 1.11	123.08 $\pm$ 1.73	48.41 $\pm$ 0.97	57.33 $\pm$ 1.02
2	64	46.06 $\pm$ 0.35	13.19 $\pm$ 0.24	10.15 $\pm$ 0.14	1.31 $\pm$ 0.22	76.96 $\pm$ 0.68	130.34 $\pm$ 1.02	52.44 $\pm$ 0.58	61.37 $\pm$ 0.61
Type of birth (T)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1	39	45.69 $\pm$ 0.31	13.29 $\pm$ 0.27	9.95 $\pm$ 0.22	1.28 $\pm$ 0.26	76.60 $\pm$ 1.19	128.04 $\pm$ 1.77	52.46 $\pm$ 1.23	61.07 $\pm$ 1.21
2	53	46.04 $\pm$ 0.34	13.59 $\pm$ 0.22	10.40 $\pm$ 0.16	1.19 $\pm$ 0.19	74.23 $\pm$ 1.07	128.20 $\pm$ 1.41	50.63 $\pm$ 0.94	59.66 $\pm$ 0.84
Year of birth (Y)		ns	ns	*	ns	ns	*	*	*
Interactions		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Most indexes of meat brightness and colour were similar for lambs of both sexes and breed groups (Table 3). Only higher brightness and saturation of the red colour in the longissimus dorsi muscle were found in crossbred lambs in comparison to purebred sheep ($P<0.05$). Also the interactions between the investigated fixed effects turned out to be non-significant, which in combination with the slight variability of lambs in terms of meat quality indexes shown in Table 2, justifies the estimation of linear correlations for the whole group of lambs jointly.

Both the brightness of meat samples (L^*) and the parameters of the images for the *m.l.d.* cross-section were positively correlated with the extractable fat content (Table 4). It should be stressed that apart from the saturation of the blue colour these correlations were statistically significant. It confirms the above mentioned trend for the brightness of image points and the saturation of colour to increase along with the increase of intramuscular fat content in the samples of the longissimus dorsi muscle. Among the investigated indexes, the best index of the extractable fat content was the percentage of bright pixels in the total area of the muscle cross-section ($r=0.742$). This result is very similar to the analogous correlation calculated for several beef cattle

breeds (DASIEWICZ et al., 2003). A slightly bigger value of this correlation was estimated in previous studies (ŚLÓSZARZ et al., 2001); however, they were performed on a considerably less numerous material. On the other hand, considerably bigger dependencies in comparison to the studies cited above, were found between the average brightness of image pixels and fat content ($r=0.549$). Correlations between the saturation of the red and green colours and fat content were smaller, but significant ($r=0.366$ and $r=0.326$, Table 4). However, they were lower from those reported by DASIEWICZ et al. (2003) for Limousine bulls. On the other hand, no significant correlations were found between the blue colour and the investigated meat quality indexes, which is consistent with the results given for various cattle breeds by DASIEWICZ et al. (2003), and with the investigations conducted by GERRARD et al. (1996).

Table 4

The correlation coefficients between image parameters and meat quality indices (Korrelationen zwischen Bildparametern und Fleischqualitätsindizes)

Image parameters \ Meat indices	pH ₁	pH ₂	Dry matter	Extractable fat
L*	-0.120	-0.050	-0.204	0.483**
a*	-0.242	-0.308	-0.088	-0.098
b*	-0.348*	-0.558**	-0.472**	-0.267
Marbling	-0.042	0.171	0.253	0.742**
Brightness	0.101	0.275	0.131	0.549**
Red	0.334*	-0.146	0.188	0.366*
Green	0.382*	0.456**	0.252	0.326*
Blue	0.067	0.121	0.198	0.246

The measurement of brightness of meat samples (L*) using the Minolta spectrophotometer also turned out to be a relatively good index of fat content. However, in this range better results were obtained with the computer image analysis of the *m.l.d.* cross-section. The spectrophotometric method (colour component b*) on the other hand turned out to be suitable for the estimation of dry matter content ($r = -0.472$) and the pH value of meat ($r = -0.558$).

The obtained results generally confirm the suitability of the computer image analysis method, especially the analysis of image pixel brightness, for assessing extractable fat content. It is also advisable to conduct further studies on the application of the muscle colour analysis to estimate other meat quality indices, including the detection of muscle defects.

Acknowledgment

The experiment was supported by the Polish State Committee for Scientific Research, grant No. 3 PO6Z 065 22.

References

- BEERMANN, D.H.; ROBINSON, T.F.; HOGUE, D.E.:
Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *J. Anim. Sci.*, **73** (1995), 2493-2502
- DASIEWICZ, K.; SŁOWIŃSKI, M.; SAKOWSKI, T.; OPRZĄDEK, J.; WIŚNIOCH, A.; DYMICKI, E.; SŁONIEWSKI, K.:

- The attempt of video image analysis use for estimation of meat quality of beef breeds bulls. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Ser. Food Sci. Tech., **6** (2003)
- GERRARD, D.E.; GAO, X.; TAN, J.:
Beef marbling and color score determination by image processing. J. Food Sci., **61** (1996), 145-148
- GUT, A.; WÓJTOWSKI, J.; ŚLÓSZARZ, P.:
Synthetic lines of sheep with the Texel breed genotype in Poland. 51st Meeting EAAP, The Hague, Book of Abstr. S. 284, Poster S1.8, (2000)
- HORGAN, G.W.; MURPHY, S.V.; SIMM, G.:
Automatic assessment of sheep carcasses by image analysis. Anim. Sci., **60** (1995), 197-202
- MULTISCAN:
MultiscanBase v.12.07. User's guide. Computer Scanning Systems, Ltd. Warsaw, PL. (2002)
- PIETRZAK, M.; STANISZ, M.; ŚLÓSZARZ, P.:
Interdependencies between selected meat quality traits of slaughter lambs. Pol. J. Food Nutr. Sci., **10/51**, No 3(S) (2001), 222-224
- SAS: SAS User's Guide Release 6.12 (1996), Statistics. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA
- STANFORD, K.; RICHMOND, R.J.; JONES, S.D.M.; ROBERTSON, W.M.; PRICE, M.A.:
Video image analysis for classification of lamb carcasses. Anim. Sci., **67** (1998), 311-316
- STANISZ, M.; ŚLÓSZARZ, P.; GUT, A.:
Live testing of meat performance of lambs coming from the crossing of the prolific Wielkopolska ewes with rams of mutton breeds. Pr. Kom. Nauk Roln. Leśn., PTPN, **93** (2002), 207-212
- ŚLÓSZARZ, P.; STANISZ, M.; GUT, A.:
Application of real-time (B-mode) ultrasonography for assessing the *longissimus dorsi* intramuscular fat content in live lambs. Anim. Sci. Pap. Rep., **19** (2001), 51-56
- WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; SHEARD, P.R.:
Manipulating meat quality and composition. Proceedings of the Nutrition Society, **58** (1999), 363-370

Author's addresses

Dr. PIOTR ŚLÓSZARZ¹, Dr. MAREK STANISZ¹, Dr. MARIAN PIETRZAK²,

Prof. Dr. habil. ADAM GUT¹

Prof. Dr. habil. ANDRZEJ ŁYCZYŃSKI²

RYSZARD STEPPA¹

Agricultural University of Poznań

¹ Department of Sheep and Goat Breeding

² Department of Animal Origin Materials

Złotniki, ul. Słoneczna 1

PL-62-002 SUCHY LAS

POLAND

Indexes of nutritive value of meat obtained from Pomeranian lambs and crossbreeds of Pomeranian ewes with meat breed rams

Abstract

Selected indexes of nutritive value of meat obtained from 50 days old Pomeranian lambs (P) and crossbreeds of Pomeranian ewes with Ile de France (PIF) and Suffolk (PS) rams have been evaluated in the present study. The basic chemical content, energy value, cholesterol, collagen, aminoacids as well as W/B index (by means of water and protein content) were estimated in samples of quadriceps muscle of the thigh (*m. quadriceps femoris*). Evaluation of the nutritive value of meat proteins was made by means of nitrogen balance in Wistar rats. Apparent (AD) and true (TD) digestibility as well as biological value (BV) and net protein utilization (NPU) indexes were estimated. Results of the study show that meat from PIF lambs contained more proteins, exogenous amino acids: lysine, methionine, leucine and tryptophan and fat and less endogenous amino acids cholesterol and collagen than the meat obtained from P lambs. Samples of PIF meat had also higher caloric value, better W/B ratio and higher values of tenderness and juiciness. Meat from PS lambs had also higher protein (treonine, lysine and tryptophan) content, lower endogenous amino acids cholesterol and collagen content, better W/B ratio and higher apparent and true digestibility than P meat. Because of low energy value, intramuscular fat, cholesterol and collagen content as well as high biological value of proteins, the meat of studied lambs may be used in dietetic nourishment.

Key Words: crossbreeding, lambs meat, amino acids, cholesterol, collagen, digestibility, biological value

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Ernährungswert-Indizes des Lammfleisches des Pommernschafes und seiner Kreuzungen mit Fleischschafböcken

Es wurden die Ernährungswerte des Lammfleisches beurteilt. Das Tiermaterial waren 50-Tage-alte Schlachtlämmer des Pommernschafes (P) und Kreuzungslämmer des Pommernschafes mit Ile de France- (PIF) und Suffolk-Böcken (PS). In den Fleischproben, die aus dem vierköpfigen Kniegelenksstrecker (*m. quadriceps femoris*) entnommen waren, wurden die allgemeine chemische Zusammensetzung der Gewebe, energetischer Wert sowie der Cholesterin- und Kollagengehalt und die Aminosäuren-Zusammensetzung des Eiweißes bestimmt. Aufgrund des Wasser- und Eiweißgehaltes wurde auch der W/B-Index berechnet. Der Ernährungswert des Fleischeiweißes wurde mittels der Methode der organischen Stickstoff-Bilanz in den Körpern der Wistar-Ratten bestimmt. Es wurden: der Schein- (AD) und der wahre Verdaulichkeitskoeffizient (TD) des Eiweißes, Koeffizient des biologischen Wertes (BV) und Nettokoeffizient der Eiweißverwertung (NPU), berechnet. Es ist festgestellt worden, dass das Fleisch der PIF-Lämmer, im Vergleich mit dem Fleisch der P-Lämmer, mehr Eiweiß, exogene Aminosäuren (Lysin, Methionin, Leucin, Tryptophan) und Fett enthält, bei gleichzeitig niedrigerem Gehalt von endogenen Aminosäuren, Cholesterin und Kollagen. Dieses Fleisch zeichnet sich auch durch höheren Kaloriengehalt und besseren W/B-Index aus. In der sensorischen Analyse hatte es auch höhere Noten für die Zartheit und Saftigkeit bekommen. Im Fleisch der PS-Lämmern war ein höherer Eiweißgehalt als im Fleisch der P-Lämmer und der Prozentanteil des Treonins, Lysins und Tryptophans in den untersuchten Fleischproben war höher als in P-Lammfleischproben. Das Fleisch der PS-Lämmer enthielt weniger endogene Aminosäuren, Cholesterin und Kollagen und der W/B-Index, AD und TD waren besser als in den P-Lammfleischproben. Es wurde festgestellt, das Fleisch der untersuchten Lämmern wegen seines niedrigeren intramuskulären Fett-, Cholesterin- und Kollagengehaltes sowie niedrigeren energetischen Wertes bei gleichzeitig hohem Koeffizient des biologischen Wertes als eine wertvolle Diät-Kost empfohlen werden kann.

Schlüsselwörter: Kreuzung, Lammfleisch, Aminosäuren, Cholesterin, Kollagen, Verdaulichkeit, biologischer Wert

Introduction

One of the main targets of the Polish sheep breeding, leading to progressive restoration of sheep stock, is production of high quality mutton which can cope higher and higher

demands of the European Union market. Light, low caloric and fulfilling needs of modern dietetics and medical prophylaxis mutton is the most desired in EU countries. High nutritive value of meat proteins, low fat, collagen and cholesterol content, optimal fatty acids profile as well as high taste value will decide about mutton acceptance and interest increase of consumers (HOFFMAN et al., 2003; KŁOBUKOWSKI et al., 2003).

Only mutton obtained from the light milk lambs (13-30kg), well muscled, poor in fat with high culinary and dietetic value can comply with higher and higher requirements of the Union market (BRZOSTOWSKI et al., 2001). Improvement of mutton quality, with the present breed structure of Polish sheep stock, may result mainly from crossbreeding of local breeds and kinds of sheep, characterized by low meat quality and high resistance on the environmental conditions, with remarkable meat breed rams. The phenomenon of heterosis, what means exuberance of crossbreeds mainly in musculature and meat quality, is generally expected after crossbreeding. Results of crossbreeding depend mainly on the proper choice of breed components (GRUSZECKI, 1998; LIPECKA et al., 2001; BORYS et al., 2003).

Therefore the goal of the present study was to evaluate the quality and sensory value of mutton obtained from 50 days old Pomeranian lambs and crossbreeds F₁ with Ile de France and Suffolk rams as well as amino acids profile in proteins and nutritive value.

Material and Methods

The present study was carried on 50 days old ram-lambs singles of Pomeranian breed (P) and crossbreeds F₁ of Pomeranian ewes with Ile de France (PIF) and Suffolk (PS) rams (12 animals in each group). All lambs were subjected to similar feeding conditions. Except of mothers' milk, they were traditionally fed hay, concentrate mixture for calves and lambs CJ and corn ensilage. The feeding level was established according to Polish standards for breeding lambs (RYS, 1998).

Samples of quadriceps thigh muscle (*m. quadriceps femoris*) for the meat quality evaluation were collected just after slaughtering and cooling carcasses. In the collected samples, the following indices were determined: dry matter by drying the tissues at 105°C; protein using Kjeldahl's method; crude ether extract using the Soxhlet method; crude ash after furnacing at 550°C, gross energy using an adiabatic calorimeter KL-10 bomb; and pH, 24 hours after slaughter, using a Radiometr PHM 22 pH-meter.

Composition of amino acids in the mutton proteins were studied by automatic AAA-T-339M analyzer (MIKROTECHNA). Sulphuric amino acids, cysteine and methionine were estimated as cysteinic acid and methionine sulphone. Cholesterol was measured by EPOLL 20 colorimeter according to KOMPRADA et al. (2000) method while collagen, based on the hydroxyproline level measured by means of BLOMFIELD and FARRARA (1964) method. The nutritive value evaluation of meat proteins was made in experiment based on nitrogen balance in the body of Wistar rats. Index of apparent (AD) and true (TD) digestibility as well as biological value (BV) were estimated. Relationships estimated by KŁOBUKOWSKI et al. (2002) were used for evaluation of metabolic nitrogen in feces and endogenous nitrogen in urine. Net protein utilization indexes (NPU) were calculated using the following equation: $NPU = TD \times BV / 100$ (JAMROZ and PODKAŃSKI, 2001).

Meat samples after thermal processing according to BARYŁKO-PIKIELNA (1975) method were evaluated for the following quality indices: tenderness, juiciness, aroma (intensity and desirability), taste (intensity and desirability).

The results of the present study were statistically evaluated using variance analysis in mono-index orthogonal system.

Results

The analysis of quality characteristics of mutton (Table 1) has shown that genotype of animals differentiated some indices under study. Meat of PIF crossbreeds had higher protein and fat content ($P \leq 0.01$), lower cholesterol content ($P \leq 0.01$), higher caloric value and better W/B index than the meat from P ram-lambs, proclaiming better physiological maturity ($P \leq 0.01$). Also meat from PS ram-lambs had higher protein content ($P \leq 0.05$), better W/B index and lower cholesterol content ($P \leq 0.01$) than the meat from pure breed animals. Genotype of lambs influenced also the content of some amino acids in mutton proteins (Table 2). Meat from PIF ram-lambs had more serine, leucine, lysine and tryptophan and less arginine ($P \leq 0.01$; ($P \leq 0.05$) than meat from P ram-lambs. Therefore participation of egzo- and endogenous amino acids in meat of PIF ram-lambs was more profitable than in pure breed animals ($P \leq 0.05$). Moreover, meat from PS ram-lambs was richer in treonine ($P \leq 0.01$), lysine and tryptophan ($P \leq 0.05$) and poorer in arginine ($P \leq 0.05$). This fact did not damage sum proportion of egzo- and endogenous amino acids.

Table 1

The quality properties of lamb meat (Qualitätseigenschaften des Lammfleisches)

Specification		Groups					
		P		PIF		PS	
		$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
Dry matter	(%)	21,20	4,28	22,68	4,03	22,36	1,52
Crude protein	(%)	18,12 ^{Bb}	4,42	18,91 ^A	1,98	18,86 ^a	2,41
Fat	(%)	1,59 ^B	28,41	1,99 ^{Aa}	41,89	1,76 ^b	21,84
Ash	(%)	1,11	2,80	1,13	4,10	1,14	2,79
Index W/B Water/Protein		4,36 ^A	5,29	4,09 ^B	2,29	4,12 ^B	2,12
GE/100g		106,21 ^B	5,19	113,02 ^{Aa}	6,09	107,16 ^b	3,57
Cholesterol	mg/100 g	52,43 ^A	6,87	44,87 ^B	6,30	41,57 ^B	12,90
pH ₂₄		5,48	1,81	5,49	0,53	5,48	0,71

a, b, - $P \leq 0,05$; A, B - $P \leq 0,01$

The meat from different groups of lambs had different protein digestibility (Table 3). The highest values of AD and TD indexes were found in PS lambs while the lowest were observed in P lambs ($P \leq 0.05$). The nutritive value of meat proteins represented by BV and NPU indexes was high, irrespectively from genotype of lambs. Slightly lower BV (statistically insignificant) had meat obtained from pure breed ram-lambs while higher BV was found in PS animals. Differences in digestibility of proteins from different groups of animals may result from different collagen content, the main component of connective tissue. The highest collagen content was observed in meat obtained from pure breed ram-lambs while the lowest from PS ram-lambs. Meat from PS animals had the best digestibility and biological value of meat proteins.

Table 2

Amino acid content in meat protein obtained from studied lambs (%) (Aminosäuren-Zusammensetzung des Lammfleischeiweißes)

Amino acid	Groups					
	P		PIF		PS	
	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
Threonine	4,48 ^B	1,56	4,56 ^b	0,44	4,66 ^{Aa}	2,98
Valine	5,16	1,55	5,08	0,79	5,17	6,16
Methionine	2,95 ^b	0,34	3,03 ^a	0,34	2,94 ^b	0,34
Isoleucine	4,53	2,87	4,68	2,14	4,72	6,56
Leucine	7,84 ^B	1,79	8,23 ^A	1,94	8,03	4,01
Phenylalanine	3,88	2,84	3,99	1,85	3,95	5,79
Histidine	3,69	10,03	4,04	2,97	3,64	5,08
Lysine	8,48 ^b	4,13	8,83 ^a	3,40	8,74 ^a	7,35
Tryptophan	1,16 ^b	0,86	1,18 ^a	0,85	1,19 ^a	0,84
Total essential (ESAA)	42,17^b	1,73	43,62^a	1,11	42,99	4,14
Aspartic acid	9,59	1,46	9,55	4,50	9,68	7,84
Serine	3,90 ^B	0,77	4,04 ^{Aa}	0,74	3,93 ^b	4,33
Glutamic acid	15,09	1,92	15,13	1,78	14,89	6,32
Proline	3,79	6,33	3,82	6,54	3,89	5,29
Cystine	1,14	0,88	1,18 ^a	1,69	1,12 ^b	0,89
Glycine	4,15	1,45	4,13	1,94	4,03	0,99
Alanine	5,57	1,26	5,60	1,07	5,66	3,73
Tyrosine	4,12	10,19	4,08	14,71	4,06	17,24
Arginine	6,79 ^{Aa}	2,42	6,12 ^B	0,82	6,43 ^b	13,53
Total non- essential	54,14^a	0,95	53,65^b	2,76	53,69^b	4,97
ESAA/NEAA	0,78	2,07	0,81	1,77	0,80	2,05

a, b, - $P \leq 0,05$; A, B - $P \leq 0,01$

Table 3

Biological indices of nutritive value of lamb meat protein (Biologische Indices des Ernährungswertes des Fleischeiweißes)

Specification		Groups					
		P		PIF		PS	
		$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
Apparent digestibility	AD %	90,39 ^b	0,44	90,84	0,68	91,44 ^a	0,67
True digestibility	TD %	95,56 ^b	1,03	96,10	0,73	96,27 ^a	0,90
Biological value	BV %	74,80	2,55	75,47	3,87	75,83	3,51
Net protein utilization	NPU %	71,50	3,38	72,04	4,28	72,98	3,21
Kalogen mg/100g mięsa		236,57 ^A	7,78	223,47 ^B	7,22	212,56 ^B	4,55

a, b, - $P \leq 0,05$; A, B - $P \leq 0,01$

Results of the sensory examination (Table 4) proclaim the high quality of meat, irrespectively of genotype of animals. Crossbreeding influenced only some of the studied parameters. PIF meat had significantly higher tenderness and juiciness than the meat obtained from P ram-lambs. Higher rating of these parameters could be explained by different intramuscular fat content in particular group of animals.

Table 4
Sensory evaluation of lamb meat, scores (Sensorische Beurteilung des Lammfleisches (Noten))

Specification	Groups					
	P		PIF		PS	
	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
Aroma intensity	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00
Aroma desirability	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00
Tenderness	4,54 ^b	17,22	4,79 ^a	9,91	4,72	13,06
Juiciness	4,42 ^b	13,51	4,69 ^a	9,47	4,59	12,29
Taste intensity	4,83	6,74	4,74	8,12	4,74	8,05
Taste desirability	4,83	6,74	4,74	8,12	4,74	8,05
General svaluation	4,75	5,03	4,85	2,72	4,81	3,40

a, b, - $P \leq 0,05$;

Discussion

In many countries the quality of mutton, especially culinary, taste, nutritive and health values, are the consumption limit factors. Therefore the mutton production should be focused on increase of valuable protein content, decrease of undesirable fat and cholesterol. Results of BRZOSTOWSKI et al. (2000), HOFFMAN et al. (2003) and KŁOBUKOWSKI et al. (2003) show some genetic relationships between breed of lambs and meat quality. Breed of lambs used for crossbreeding influences mainly fat content and infrequently water and protein content. Ile de France and Suffolk rams used for crossbreeding with Pomeranian breed ewes significantly increased in crossbreeds F₁ the protein and fat content as well as energy value of meat. Increase of fat content in meat obtained from crossbreeds after Ile de France rams was found also in the previous studies (KORZENIOWSKI et al., 1986; KĘDZIOR, 1991; BRZOSTOWSKI et al., 2000). This influence was not confirmed by results of PIENIAK-LENDZION et al. (1998) and KACZOR et al. (2000) studies. Higher participation of fat in mutton obtained from PS ram lambs was previously reported in studies of DROŻDŻ and CIURUŚ (1996) and NIEDZIÓŁKA et al. (2000), while those relationships were not observed in KACZOR et al. (2000) studies. Higher fat accumulation between muscle fibres than in the other parts of carcasses may result unfastening of muscle tissue and improve tastiness (DANKOWSKI and ZIELIŃSKA, 1999). In the present study meat obtained from crossbreeds, especially PIF with higher fat content, showed better tenderness and juiciness. Higher protein content in PIF and PS ram-lambs is significant because the protein is the basic and irreplaceable component of the human diet. Higher protein content in mutton of crossbreeds was reported also in the previous studies (HOFFMAN et al., 2003).

Usefulness of meat in human diet is also related to the cholesterol content, considered to be a risk factor in coronary heart disease. The meat of the studied lambs had lower cholesterol content (P- 52.43; PIF- 44.87; PS-41.57 mg/100g) than the meat of other species (HASIK et al., 1999). The present results show that the proper selection of breed components for crossbreeding may influence the level of cholesterol in meat. Genotype of sheep in CIURYK and KACZOR (1999) studies did not decide about the cholesterol level in meat while in ARSENOW et al. (2000) study in turn, differentiated its level.

Nutritive value of meat is characterized not only by quantity of proteins but also by a composition of amino acids. Amino acids consumed with meat are used for protein

biosynthesis and are involved in synthesis of the other biologically active substances (GAWEŃCKI and HRYNIEWIECKI, 2004). Between 18 amino acids present in meat, the human organism is able to synthesize only some of them, called endogenous. Rest of them, called exogenous, necessary for the normal physiological functions of organism should be supplied with food. As reported in the previous studies (ELGASIM and ALKANHAL, 1992; JANDALSKA et al., 2003) also the present results show that BV of proteins depends on the concentration of exogenous amino acids such as lysine, necessary for lactation and nucleotide synthesis, leucine, isoleucine and valine, metabolized extrahepatically (HASIK et al., 1999). Better exogenous and endogenous amino acids ratio was found in PIF (0.81) and PS (0.8) lambs than in P (0.78) lambs. Similar ratio of amino acids in mutton (0.83) was found in the study of ELGASIM and ALKANHAL (1992).

The quality of meat proteins is also determined by the level of enzymatic dissolution during digestion. The most valuable protein will not be used by organism unless will be completely digested and released amino acids will not be absorbed in small intestine (HASIK et al., 1999). From the dietetic point of view, the main criterion in evaluation of meat quality is digestibility that means the level of protein digestion. The studied samples of mutton, irrespectively of genotype, showed very similar protein digestibility. AD and TD indexes (90.39-91.44% and 95.56-96.27% respectively) revealed high digestibility of mutton examined in the present study. Important but very low differences of digestibility may be related to different collagen concentration in the studied meat samples (P-236.57; PIF-223.47 and PS-212.56 mg/100g of mutton).

Nutritive value of the studied mutton represented by BV and NPU indexes was high, irrespectively of the experimental group of lambs. NPU varied from 71.50% in P lambs to 72.98% in PS lambs and was similar to results found by KŁOBUKOWSKI et al. (2003). Biological value of proteins depends also on collagen content. Proteins of connective tissue did not contain tryptophan and are significantly poorer in some exogenous amino acids for instance lysine and methionine (GAWEŃDZKI and HRYNIEWIECKI, 2004). BV and NPU values reported in the present study may be related to the utilization of exogenous amino acids by rats, especially methionine and cysteine because rats are very sensitive on those amino acids (RAKOWSKA et al., 1978).

High protein content in the studied mutton (18.20-18.91%), profitable W/B index (4.09-4.36), low intramuscular fat content (1.59-1.99%), cholesterol and collagen, low energy value (106.21-113.02 kcal/100g) as well as high values of biological indexes (AD, TD, BV, NPU) and high sensory evaluation results show that mutton of pure breed lambs and especially crossbreeds, may be used in dietetic nourishment of human.

References

- ARSENOS, G.; ZYGOYJANNIS D.; KUFIDIS, D.; KATSAOUNIS, N.; STAMATARIS, C.:
The effect of breed, slaughter weight and nutritional management of cholesterol content of lamb carcasses. *Small Rum. Res.*, **36** (2000), 275 - 283
- BARYŁKO-PIKIELNA, N.:
Zarys analizy sensorycznej żywności. PWN, Warszawa (1975)
- BLOMFIELD, L.J.; FARRAR, F.:
Factors affecting the determination of hydroxyproline. *Anal. Chem.* **20** (1964), 950 – 953
- BORYS, B.; JARZYNOWSKA, A.; BORYS, A.:

- Jakość zdrowotna mięsa lekkich jagniąt rzeźnych w zależności od wieku i genotypu Zesz. Nauk.Przeg. Hod. **68** (2003), 63 – 71
- BRZOSTOWSKI, H.; TAŃSKI, Z.; SOWIŃSKA, J.:
Wartość rzeźna i jakość mięsa jagniąt owcy pomorskiej, ile de france i ich mieszańców. Zesz. Nauk. AR Wrocław. **399** (2000), 101 - 108
- BRZOSTOWSKI, H.; SOWIŃSKA, J.; TAŃSKI, Z.:
The slaughter value and the quality of meat obtained from Pomeranian Sheep lambs and crossbreeds of Pomeranian ewes with rams. Pol. J. Food Nutr. Sci. Vol. **3** (2001), 97 – 99
- CIURYK, S.; KACZOR, U.:
Zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięsie tryczków polskiej owcy długowłosej i mieszańców po trykach rasy charolaise tuczonych średniointensywnie. Zesz. Nauk Przeg. Hod., **43** (1999), 369 -370
- DANKOWSKI, A.; ZIELIŃSKA, M.:
Problem otluszczenia jagniąt rzeźnych Cz. I. Zagadnienia ogólne. Przeg. Hod., **12** (1999), 19 - 22
- DROŻDŻ, A.; CIURUŚ, S.:
Wartość rzeźna jagniąt mlecznych owiec górskich i ich mieszańców. Roczn. Nauk. Zoot., **23**, (1996), 2, 43 -55
- ELGASIM, E. A.; ALKANHAL M. A.:
Proximate composition, amino acids and inorganic mineral content of Arabian Camel meat: comparative study. Food Chem., **45** (1992), 1 - 4
- GAWĘCKI, J.; HRYNIEWIECKI, L.:
Żywnienie człowieka. Podstawy Nauki o Żywnieniu. PWN, Tom I (2004)
- GIELECINŚKA, J.; OKOLSKA, G.; RUTKOWSKA, U.:
Jakość zdrowotna krajowych racji pokarmowych, badania analityczne i ocena teoretyczna. Cz. III. Zawartość cholesterolu. Prac. Oryg. Żyw. Człow. i Metab., XXVII, (2000), 1, 3 - 4
- GRAU, R.; HAMM R.:
Über das Wasserbindevermögen des toten Säugetiermuskels. 1. Mitteilung: Der Einfluss des pH - Wertes auf das Wasserbindevermögen von zerkleinertem Rindermuskel. Biochem. I (1953), 325 – 328
- GRUSZECKI, T.:
Wartość rzeźna jagniąt mieszańców pochodzących z jednostopniowego krzyżowania polskich owiec nizinnych z trykami ras mięsnych. An. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin, XVI, (1998), **20**, 147 – 154
- HASIK, J.; HRYNIEWIECKI, L.; GRZYMISŁAWSKI, M.:
Dietetyka. Wyd. Lek. PZWL (1999)
- HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, S. W. P.; SCHMIDT, D.:
Composition of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. Meat Sci. **65** (2003), 1265 – 1274
- JAMROZ, D.; POTKAŃSKI, A.:
Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. II. Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Żywnienie szczurów laboratoryjnych. PWN Warszawa (2001)
- JANDÁSEK, J.; KOMAR, M.; MINERSKI, M.; INGR, I.:
Comparison of the contents of intramuscular amino acids different lamb hybrids. Czech J. Anim. Sci., **48** (2003), 7, 301 – 306
- KACZOR, U.; CIURUŚ, S.; PUSTKOWIA, H.:
Parametry jakości mięsa tryczków polskiej owcy długowłosej oraz jej mieszańców z trykami ras mięsnych. Roczn. Nauk. Zoot., **8**, (2000), 82 -87
- KĘDZIOR, W.:
Wpływ jednostopniowego krzyżowania owiec pogórza na jakość mięsa jagniąt. Roczn. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., **28** (1991), 121 – 131
- KŁOBUKOWSKI, J.; BRZOSTOWSKI, H.; TAŃSKI, Z.; WIŚNIEWSKA-PANTAK, D.; SOWIŃSKA, J.:
The quality and nutritive value of the meat protein of various lambs genotypes. Pol. J. Food Nutr. Sci., **11** (2002), 4, 53 -57
- KŁOBUKOWSKI, J.; BRZOSTOWSKI, H.; TAŃSKI, Z.:
Composition and nutritional value of the meat protein of lamb. Pol. J. Natur. Sc., **13** (2003), 185 – 194
- KOMPRDA, T.; ZELENKA, J.; TIEFFOVÁ, P.; ŠTOHANDLOVÁ, M.; FOLTYN, J.; FAJMONOVÁ, E.:
Effect of age on total lipid, cholesterol and fatty acids content in tissues of and growing chickens”. Arch. Geflügelk. **64** (2000), 121 – 128
- KORZENIOWSKI, W.; BOJARSKA, U.; OSTOJA, H.:
Skład chemiczny oraz niektóre właściwości technologiczne mięsa jagniąt polskich owiec długowłosych i nizinnych oraz ich krzyżówek z trykami ras mięsnych. Roczn. Nauk Rol., **103** (1986), 2, 77 - 89
- LIPECKA, Cz.; GRUSZECKI, T.; KAMIŃSKA, A.; JANKUSZEW, A.:

- Growth and slaughter value of hybrid lambs with suffolk and charolaise share in genotype. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **3** (2001), 132 – 135
- NIEDZIÓŁKA, R.; PIENIAK-LENDZION, K.; SZELIGA, W.:
Niektóre cechy jakościowe mięsa jagniąt. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **5**, (2000), 168 - 172
- MORE, S.; STEIN, W. G.:
Dyskusja o klasycznym sposobie hydrolizy kwaśnej. *Methods Enzymol* **6**, (1963), 819
- PIENIAK-LENDZION, K.; NIEDZIÓŁKA, R.; SZELĄGA, W.:
Przydatność do tuczu i wartość rzeźna jagniąt polskiej owcy nizinnej oraz jej mieszańców z trykami ras mięsnych. *Zesz. Nauk. Przeg. Hod.*, **37** (1998), 109 - 115
- POŚPIECH, E.; BORZUTA, K.:
Cechy surowcowe a jakość mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz.*, XXXV, (1998), 1, 7- 12
- RAKOWSKA, M.; SZKIŁĄDZIOWA, W.; KUNACHOWICZ, H.:
Biologiczna wartość białka żywności. *Wyd. Nauk. Tech.*, Warszawa (1978)
- RYŚ, S.:
Normy żywienia bydła i owiec systemem tradycyjnym. *Inst. Zoot.*, Kraków (1998)
- STANISZ, M.; GUT, A.; ŚLUSARZ, P; PIETRZAK,:
Jakość tuszy jagniąt z towarowego krzyżowania maciorek plennych linii 09. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **11**, (2001), 201 – 207

Author's address

Prof. Dr. habil. HENRYK BRZOSTOWSKI, Prof. Dr. habil. JAN TYWOŃCZUK,
Dr. ZENON TAŃSKI
University of Warmia and Mazury, Faculty of Animal Bioengineering,
ul. Oczapowskiego 5
10-718 Olsztyn
Poland

TOMASZ M. GRUSZECKI., ANDRZEJ JUNKUSZEW, CZESŁAWA LIPECKA,
AGNIESZKA KAMIŃSKA, ANNA SZYMANOWSKA and KRZYSZTOF PATKOWSKI

Fatty acids composition in sheep milk and muscle tissue of lamb fed with protective fat-supplemented fodder

Abstract

The experimental material was two groups of berrichone du Cher sheep-mothers and their progeny. The lambs were raised with their mothers up to 90 days of age, then 24 ewes (6 per group per year) were slaughtered. Starting from the 5th month of their pregnancy till weaning, the animals were fed with the concentrate supplemented with 10% fodder fat (Megalac). The concentrate for lambs in the experimental group was also enriched with 10% fodder fat. Feeding lambs was started when they were 14 days old. The basic chemical composition and the profile of fatty acids were determined in the samples of milk and longissimus muscle of back (*M. longissimus dorsi*). The received results showed that the 10% addition of protective fat to the concentrate given to sheep-mothers in the last month of their pregnancy and at lactation significantly increased the content of linoleic acid (C_{18:2}) and the decrease in eicosanoic acid (C_{20:1}). In muscle tissue, significantly higher content of linoleic acid (C_{18:2}), lower palmitic acid (C_{16:0}) as well as higher content of monosaturated fatty acids were observed.

Key Words: sheep, milk, lamb, fatty acids

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Fettsäureprofile in Schafmilch und Muskelgewebe bei Lämmern, die mit einer mit Futterfett angereicherten Ration gefüttert wurden**

Das Untersuchungsmaterial bildeten zwei Gruppen von Mutterschafen der Rasse Berrichone du Cher und ihre Nachzucht. Die Lämmer wurden bei den Müttern bis zum Alter von 90 Tagen aufgezogen und dann 24 Zibbenlämmer (jährlich 6 Stück aus einer Gruppe) geschlachtet. Vom 5. Monat der Trächtigkeit bis zum Absetzen der Lämmer erhielten die Mutterschafe aus der Untersuchungsgruppe in der Kraftfütterration eine 10% -Zugabe von Futterfett (Megalac). Das Kraftfutter für die Beifütterung der Lämmer aus der Untersuchungsgruppe wurde auch mit einer 10%-Zugabe von Futterfett angereichert. Die Beifütterung der Lämmer wurde im Alter von 14 Tagen begonnen. In den Proben (Milch und *l.d.*-Muskel) wurden die chemische Zusammensetzung und das Profil der Fettsäuren bestimmt. Die Ergebnisse beweisen, dass eine 10%-Zugabe des pflanzlichen Schutzfettes während der letzten Trächtigkeitsmonate und der Laktation, einen bedeutenden Einfluss auf die Gehaltserhöhung der Linolsäure (C_{18:2}) und auf die Herabsetzung der Eicosensäure (C_{20:2}) in der Milch hatte. Im Muskelgewebe wurden dagegen ein bedeutend höherer Gehalt an Linolsäure (C_{18:2}), ein niedrigerer Gehalt an Palmitinsäure (C_{16:0}) und eine größere Menge von ungesättigten Monoensäuren, beobachtet.

Schlüsselwörter: Schaf, Milch, Lamm, Fettsäuren

Introduction

The direct dependence between the quality of food and health of man, confirmed by BAVELAAR and BEYNEN (2003), PATKOWSKA-SOKOŁA and BODKOWSKI (2003), NEY (1991), induces looking for methods aiming at the improvement of the quality of food products. The compounds of salubrious, especially anti-atherosclerotic performance are polyunsaturated fatty acids belonging to the Indispensable Unsaturated Fatty Acids (IUFA). The deficiency in IUFA in the diet may result in serious metabolic disorders as well as numerous diseases; the diet in which 1 – 2% of the day energetic demand is covered by exogenous fatty acids prevents from the mentioned above consequences (BARTNIKOWSKA and KULASEK, 1994).

The objective of the study was an attempt at modifying chemical composition of sheep-mothers milk as well as muscle tissue of lambs by using protective vegetable fats supplements in their diet.

Material and methods

The experiment was performed in two replicas (2002 – 2003) at the Experimental Station Uhrusk of the Agricultural University in Lublin. The experimental material were two groups (I – experimental, 24 heads; II- control – 24 heads) of berrichone di cher sheep-mothers and their progeny. Both groups were fed according to Ryś nutrition standards (1993), using the same fodder from the 5th month of pregnancy to weening, however, the mothers of the experimental group were given feeds supplemented with 10% of fodder fat (Megalac). The lambs were raised with their mothers up to 90 days of age, then 24 ewes (6 per group per year) were slaughtered. When rearing, the milk diet of lambs was supplemented by concentrate in the *ad libitum* system. The concentrate for feeding lambs of the control group was also enriched by 10% supplement of fodder fat. The source of the fat in Megalac, according to the manufacturer's information, was palm oil. Fatty acids giving protection against ruminal hydrogenation in the preparation had the form of soaps.

The analysis of the basic chemical composition of milk was performed in the samples taken in the second month of lactation, using the milkoscan apparatus.

Received carcasses were chilled at 4 °C for 24 hours. After having chilled them, they were divided into basic joints, using IZ techniques (NAWARA et al., 1963). In the samples of milk and longissimus muscle of back (*M. longissimus dorsi*), the profile of fatty acids were observed. The basic analysis of chemical composition of muscle tissue involved the determination of dry matter – (dryer – weight method) , ashes – (burning the sample at 550 °C) , total protein – (Kjeldahl method using Kjeltac 1030 analyser and DS-20 mineralising block), fat – (extraction – weight method in SOXTEC HT-6 apparatus). The analysis of fatty acid content was performed extracting fat from the tested tissue by the technique presented by FOLCH et al., (1951), and further stages of the analyses were carried out by AOAC-969.33 procedure, i.e. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1990). The division and quantitative determination of received methyl esters of fatty acids were conducted using Unicam (model 610) chromatograph, under the following conditions: DB-23 (J&W Scientific) capillary column, length - 30 m, ID – 0.32 mm, film thickness – 0.25 µm, temperature of column – 160 °C, carrier gas – hydrogen in the flow of 30 cm/sec (500 °C), injector:divider 1:50, 250 °C, FID detector 250 °C, carrier gas – nitrogen, flow 30 ml/min.

The received results were statistically worked out, using two-factor variance analysis, considering the effect of year and feeding group in the mathematical model.

Results

The analysis of basic chemical composition of milk showed significant effect of both the year of studies and feeding group only for the content of fat. Higher values were noted in the milk of mothers fed with the addition of fodder fat (9.03%) comparing with the control group (7.06%). The content of protein and lactose stayed at the same level in both observed feeding groups, and in that case no significant influence of

analysed factors was noted (tab.1). After having completed the tests it was noted that the supplement of Megalac lowered the level of palmitic acid ($C_{16:0}$) in the milk of sheep by 4.6 proportional unit, and also that of eicosanoic acid ($C_{20:1}$) by 0.34 units. In both cases the differences between the groups were statistically significant ($P \leq 0.05$). A diverse situation was seen concerning linoleic acid ($C_{18:2}$), as in the milk of the ewes from the experimental group the level of the acid (3.07%) was statistically significantly higher ($P \leq 0.01$), comparing with the control (2.3%). The result of the described differences was statistically confirmed higher ($P \leq 0.01$) content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the milk of control sheep (2.94%). The PUFA/MUFA relation was also better in the group fed with the addition of Megalac (0.10), comparing with control ewes (0.08), and the difference was statistically relevant ($P \leq 0.01$).

Table 1

Chemical composition and content of fatty acids in sheep-mother's milk (%) (Chemische Zusammensetzung und Fettsäuregehalt in der Milch der Mutterschafe - %)

Specification	Group				Effect		Interaction y x g
	Experimental		Control		Year (y)	Group (g)	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S			
Fat	7,06	0,67	9,03	1,91	*	**	**
Protein	5,15	0,51	5,14	0,67			
Lactose	4,99	0,59	4,92	0,38			
C _{14:0}	13,78	2,68	12,12	3,03			
C _{14:1}	1,99	1,31	1,78	1,09			
C _{16:0}	31,53	2,89	36,13	4,98		*	
C _{16:1}	1,94	0,79	1,79	0,94			
C _{18:0}	13,11	1,64	13,04	2,45			
C _{18:1}	33,31	4,14	31,27	5,24			
C _{18:2}	3,07	0,76	2,30	0,47		**	*
C _{18:3}	0,35	0,15	0,33	0,07			
C _{20:0}	0,22	0,11	0,26	0,12	**		
C _{20:1}	0,32	0,2	0,66	0,54		*	
C _{20:4}	0,39	0,14	0,32	0,09			
SFA	58,64	4,41	61,55	5,01			
UFA	41,36	4,41	38,45	5,01			
MUFA	37,55	3,9	35,51	4,79			
PUFA	3,81	0,88	2,94	0,43		**	*
UFA/SFA	0,71	0,13	0,63	0,14			
PUFA/MUFA	0,10	0,02	0,08	0,01		**	*

** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$

SFA -saturated fatty acids

UFA -unsaturated fatty acids

MUFA- monounsaturated fatty acids

PUFA -polyunsaturated fatty acids

The analysis of muscle tissue of lamb (Table 2) showed that the content of four tested agents was very similar in both studied groups. It was only observed that the year of studies affected statistically significantly the content of dry weight and ashes in muscle tissue.

Table 2

Chemical composition and content of fatty acids in *musculus longissimus dorsi* (%) (Chemische Zusammensetzung und Fettsäuregehalt im breiten Rückenmuskel - %)

Specification	Group				Effect		Interaction y x g
	Experimental		Control		Year (y)	Group (g)	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S			
Dry matter	25,23	1,14	25,22	1,15	**		
Ash	1,16	0,08	1,18	0,1	**		
Protein	20,24	0,73	20,37	0,54			
Fat	2,15	0,51	2,1	0,46			
C _{14:0}	6,13	2,65	7,96	2,88	**		
C _{14:1}	0,81	0,29	0,95	0,32	**		
C _{16:0}	30,31	2,78	33,73	3,55	**	**	
C _{16:1}	2,43	1,54	2,91	1,18			
C _{18:0}	14,86	1,92	14,71	1,55			
C _{18:1}	35,26	3,13	29,77	6,96		**	
C _{18:2}	5,18	0,83	3,37	1,27	**	**	**
C _{18:3}	0,3	0,22	0,24	0,24			
C _{20:0}	0,69	0,48	0,42	0,17			
C _{20:1}	3,05	0,9	3,49	0,95			
C _{20:4}	1,09	0,45	2,44	1,72	*	**	*
SFA	51,99	4,95	56,62	6,49	**	**	
UFA	48,12	5,02	43,36	6,45	**	**	
MUFA	40,45	5,74	33,98	9,89	**	**	*
PUFA	7,66	1,41	9,39	4,24	**		*
UFA/SFA	0,94	0,18	0,79	0,2	**	**	
PUFA/MUFA	0,20	0,06	0,34	0,26	**	*	*

** P≤0,01; * P≤0,05

Table 2 presents the data characterising the content of fatty acids of lipid fraction of longissimus muscle of back. Statistically significant differences between the groups were noted for palmitic (C_{16:0}), oleic (C_{18:1}), linolenic (C_{18:2}) and arachidonic (C_{20:4}) acids. In the case of the first three, exactly the same tendencies were observed as the ones in the milk of sheep-mothers. Muscle tissue of experimental lamb contained less C_{16:0} acid (30.31%) compared with control (33.73%) and also more C_{18:1} acid, 35.26% and 29.77%, respectively, and C_{18:2} – 5.18% and 3.3%, respectively. Diverse situation was observed in the case of C_{20:4} acid, the amount of which was twice higher in the muscles of the animals not fed with fodder additives (control group), 2.44% compared with 1.09% of the control. Total analysis of tested compounds revealed that higher content of saturated acids was characteristic of the muscles of the control (56.62%) compared with the experimental group (51.99%). The consequence was a higher level of unsaturated acids in the tissue of animals receiving Megalac – 48.12% and 43.36%, respectively, in the control and experimental group. In both cases the differences were statistically confirmed (P≤0.01).

Evaluating the content of monounsaturated fatty acids within UFA, significantly higher (P≤0.01) content in muscle tissue of experimental lamb (40.45%) compared with the control (33.98%) was noted.

The influence of feeding factor was not so explicit when analysing the content of polyunsaturated acids, in that case the control group revealed higher content, however, the difference was not statistically confirmed.

Discussion

First feeds that lamb receive is the milk of their mother, which is the basic element of nutrition in the whole period of rearing, significantly affecting the quality of the meat. Therefore, and also because of the role of linoleic acid ($C_{18:2}$) in metabolic processes of organisms, specially relevant is its content in fodder and nutritional products (BRZÓSKA et al., 2000). The heightened content of the acid in the milk of control mothers of the experiment confirms a significant effect of nutritional factor on its content in the milk of sheep, which corresponds the studies of other authors, PATKOWSKA-SOKOŁA et al., (1999), BAS and MORHAND, (2000). It is worth noting that the content of all determined polyunsaturated acids was higher in the milk of mothers fed with fodder with Megalac. The result was significantly higher content of polyunsaturated acids in tested milk. To obtain high quality lamb, it is significant to adapt its chemical composition to the requirements of dietiticians. In the conducted studies no significant effect of used feeds mixtures on basic chemical composition of muscle tissue of lamb. The content of dry weight, ashes, protein as well as fat was similar with all animals, considering the values similar to the received by other authors (MAHGOUB et al., 1998).

Modification of the profile of fatty acids in the milk of mothers and feeding lamb with the concentrate plus 10% fodder fat increased the content of linoleic acid ($C_{18:2}$) in muscle tissue of lamb and heightened the quantity of monounsaturated fatty acids. A significant factor which affects the change of the profile of fatty acids is the duration of the influence of feeding factor (BODKOWSKI, 2000; BORYS, 2001). The results of the conducted experiment allow for shortening the time necessary for modifying the profile of lamb fatty acids even up to 90 days, which is significant because of the period of sale preferred by producers in central-east Poland. The received results show the possibility of modifying the content of fatty acids in the milk of sheep and lamb muscle tissue, however, statistically relevant interactions point out to the need to carry out further studies. Vegetable supplement of protective fat at 10% into concentrate for sheep-mothers at the final month of pregnancy and lactation significantly affected the increase of the content of linoleic acid ($C_{18:2}$) in milk and decrease of palmitic ($C_{16:0}$) and eicosanoic ($C_{20:1}$) acid. In lamb fed with concentrate plus 10% fodder fat as well as milk of the mothers, significantly higher content of linoleic ($C_{18:2}$) and monounsaturated acids was observed in muscle tissue.

References

- BARTNIKOWSKA, E.; KULASEK, G.:
Significance of unsaturated fatty acids in human and animal nutrition. *Med.Wet.* **3** (1994), 34-38
- BAS, P.; MORAND-FEHR, P.:
Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livestock Production Science* **64** (2000), 61-79
- BAVELAAR, F.J.; BEYNEN, A.C.:
Relationships between dietary fatty acid composition and either melting point or fatty acid profile of adipose tissue in broilers. *Meat Science* **64** (2003), 133-140
- BODKOWSKI, R.:
Attempt at modification of fatty acids composition in lamb fat by supplementing the diet with protective seeds of oily plants (rape, sunflower). *Zesz. Nauk. AR Wrocław* (2000), nr 334, 35-54
- BORYS, B.:
A new view on salubrity value of lamb and goat meat. *V Sheep Spring School. Conference Materials.* (2001), 176-192
- BRISSEON G.J.:

- Dietary fat and human health. *Rec. Adv. in Anim. Nutr.*, (1986), 3-23
- BRZOSTOWSKI, H.; TAŃSKI, Z.; SOWIŃSKA, J.:
Quality of ram lamb meat of Pomorska, ile de france sheep and their hybrids. *Zesz. Nauk. PTZ* **43** (1999), 63-72
- BRZÓSKA, F.; KORELESKI, J.; HERBUT, E.:
Environment and quality of animal product. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl. z* **4** (2000), 17-61
- FOLLCH, J.M.; LESS, M.; SLOANE –STANLEY, G.H.:
A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226** (1957), 497-509
- MAHGOUB, O.; LU, C.D.; EARLY, R.J.:
Effect of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Ruminant Research* **37** (2000), 35-42
- MANSO, T.; MANTECON, A.R.; GIRALDEZ, F.J.; LAVIN, P.; CASTRO, T.:
Animal performance and chemical body composition of lambs fed diets with different protein supplements. *Small Ruminant Research* **29** (1998), 185-191
- NAWARA, W.; OSIKOWSKI, M.; KLUZ, J.; MODELSKA, M.:
Evaluation of ram lambs basing on progeny value at Ram Lamb Evaluation Station, Institute of Animal Science, 1962. *PWR i L. Warszawa* (1963)
- NEY, D.M.:
Potential of enhancing the nutritional properties of milk-fat. *J. Dairy Sci.*, **72** (1991), 4002-4012
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS AOAC, 15th: Arlington USA, 9, (1990), 63 –964
- PATKOWSKA-SOKOŁA, B.; POPIOLEK, R.; BODKOWSKI, R.; VOGT, A.:
Oxidation changes in meat and sheep cheese fat supplemented by unsaturated fatty acids from the diet. *Zesz. Nauk. PTZ* **43** (1999), 235-245
- PATKOWSKA – SOKOŁA, B.; BODKOWSKI, R.:
Gold medal for the preparation from sheep milk at „Eureka 2002” exhibition in Brussels. *Przegląd Hodowlany* **4** (2003), 14-17
- RYŚ, R.:
Standards of traditional nutrition for cattle and sheep. *Instytut Zootechniki. Kraków* 1993

Author's address

Prof. Dr. habil. TOMASZ M. GRUSZECKI, Dr. ANDRZEJ JUNKUSZEW,
Prof. Dr. habil. CZESŁAWA LIPECKA, MSc. AGNIESZKA KAMIŃSKA,
Dr. ANNA SZYMANOWSKA, Dr. KRZYSZTOF PATKOWSKI
Department of Sheep & Goat Breeding, Agricultural University Lublin
Akademicka 13
20-950 Lublin
Poland

E-Mail: gruszeck@ursus.ar.lublin.pl

BRONISŁAW BORYS¹, ANDRZEJ BORYS² and ROBERT GAŚSIOR¹

Effect of feeding rapeseed and linseed diets and their supplementation with vitamin E on health quality of lamb meat

Abstract

This study was aimed to determine the effect of feeding lambs diets with different proportions of double-low rapeseed and linseed and their supplementation with vitamin E on selected parameters of health quality of lamb meat. Lambs were fattened intensively to 30–35 kg body weight with a standard diet and experimental diets containing 10% full-fat rapeseed and linseed at a 2:1 or 1:1 ratio, with or without vitamin E supplementation. It was found that using both variants of rapeseed and linseed in the fattening diets, the health quality of lamb meat can be improved with regard to decreased carcass and meat fatness and cholesterol content, increased vitamin E content and improved fatty acid profile of meat, mainly through the increased content of PUFA $\Omega 3$ and CLA. Vitamin E supplemented at 244 mg/1 kg oilseed diets did not affect the analysed fatness parameters and fatty acid profile but significantly increased the vitamin E content of meat and improved the oxidative stability of fat.

Key Words: lamb meat, health quality, oilseeds, vitamin E

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Einfluss der Fütterung von mit Vitamin E angereicherten Raps- und Leinsamenrationen auf gesundheitsrelevante Merkmale des Lammfleisches**

Das Ziel der Untersuchungen war die Bestimmung des Fütterungseinflusses auf ausgesuchte Gesundheitsparameter der Fleischqualität der Mastlämmer. Die Lämmer wurden mit einem Kraftfutter mit verschiedenen Raps „00“- und Leinsamenanteil nach Anreicherung mit Vitamin E intensiv bis zur Mastendmasse von 30-35 kg gemästet. Es wurden zwei Futterrationen angewendet: Standard- und Versuchsration, mit 10% Anteil von Vollfett-raps- und Leinsamen im Verhältnis 2:1 oder 1:1, angereichert oder ohne Anreicherung mit Vitamin E. In beiden Varianten wurde ein günstiger Einfluss der Anwendung der Raps- und Leinsamen zur Modifizierung der Gesundheitsparameter des Lammfleisches, hinsichtlich der Verringerung des Verfettungsgrades der Schlachtkörper, des Fleisches und des Cholesterinanteils, bei gleichzeitiger Verbesserung der Fettsäurezusammensetzung, hauptsächlich höheren PUFA $\Omega 3$ und CLA-Gehalt, beobachtet. Die Anreicherung des Kraftfutters mit dem Ölsamenanteil mit Vitamin E (244 mg/kg) hatte keinen Einfluss auf Verfettungsgrad und Fettsäurezusammensetzung, hatte aber den Gehalt von Vitamin E im Fleisch erhöht und Oxydationseigenschaften des Fettes stabilisiert.

Schlüsselwörter: Lammfleisch, Gesundheitsqualität, Ölsamen, Vitamin E

1. Introduction

Today, one of the principal concerns of animal scientists is to determine the possibility of improving the health quality of animal food products. Among the most effective ways to do this is to use vegetable oils in nutrition (BAS and MORAND-FEHR, 2000). In light of many studies conducted mainly with beef cattle, essential to the efficient use of vegetable oils by ruminants is prevention of polyunsaturated fatty acids in feeds from their biodegradation in the rumen. The simplest and cheapest way of achieving this is to feed whole oilseeds (OPRZADEK and OPRZADEK, 2003). Products with a modified composition of fatty acids, i.e. a higher content of unsaturated acids, are more susceptible to the oxidative processes. Many authors think this requires supplementing the feeds with antioxidants, vitamin E being the most efficient and natural one (BAROWICZ, 2000).

This study was performed to determine the effects of fattening lambs with various

proportions of double-low rapeseed and linseed in diets and supplementing them with vitamin E on selected parameters of health quality in lamb meat.

2. Material and methods

Thirty prolific MerinoFinn × Ile de France ram lambs were investigated. Lambs were fattened intensively from weaning at 7-8 weeks of age to 30–35 kg body weight. Five groups of 6 rams were fed with different complete isoprotein and isoenergetic diets, the composition of which is given in Table 1. Group I (C, control) received a standard diet and the experimental groups (D) were fed diets additionally containing full-fat double-low rapeseed and linseed (10% of the weight) at a 2:1 (groups D1 and D2) or 1:1 ratio (groups D3 and D4). The experimental diets also differed in the content of vitamin E: standard premix Polfamix O-K containing vitamin E at 1600 IU/kg was used in diets for groups D1 and D3, and the same premix with vitamin E increased to 26000 IU/kg was used in diets for groups D2 and D4.

Lambs were slaughtered, their carcasses cut up and right sides partially dissected according to the method developed at the National Research Institute of Animal Production (NAWARA et al., 1963)

The *longissimus dorsi* muscle was analysed for:

- fat content by Soxhlet according to the Polish Standard PN-73/A-82111,
- colour lightness using Specol 11 spectrophotometer with Rd-O attachment at a wavelength of 730 µm,
- marbling with the organoleptic method using overfatness scores (1 point – invisible overfatness, 5 pts. – very strong overfatness),
- cooked muscles by organoleptic assessment of colour by a panel of 5 experts using Soicarni standards (1 point – light colour, 8 pts. – dark colour).

Fatty acid profile in the diet, intramuscular fat and conjugated linoleic acid c9, t11 (CLA) were determined on the *musculus semitendinosus* using the procedures given by KRAMER et al. (1997), as modified by the Meat and Fat Research Institute in Warsaw (BORYS et al., 1999). Gas chromatograph Hewlett Packard model 6890 with a flame-ionization detector and column Rtx 2330 (105 m × 0.25 mm × 20 µm) was used. Cholesterol content was determined on gas chromatograph Hewlett Packard 5890 sII with a flame-ionization detector and column HP-1 (25 m × 0.20 mm × 0.11 µm).

Vitamin E was determined by HPLC on Merck-Hitachi – column: LiChroCART™ 250-4 Superspher™ 100 RP-18 (4 micron), detector: FL, eluent: Methanol H2O, flow rate: 1.0 ml/min, integration: HSM-D7000, time of analysis: 30 min.

Oxidative stability of intermuscular fat was determined according to the Polish Standard PN-ISO 6886:1997.

The results were analysed statistically with Statistica 6.0 PL packet (STATISTICA, 2002), using ANOVA procedure and Scheffe test.

3. Results

In keeping with the methodological assumptions, the control and experimental diets were characterized by a similar nutritive value – UFV: 0.87-0.88 and PDIN: 97-100 g (Table 1). In comparison with the control diet, supplementation of the experimental diets with 10% oilseeds caused them to contain more protein and fibre and almost 3

times more fat - 1.9% (C) and 5.6% (D) on average.

Table 1

Composition and nutritive value of all-mash (Zusammensetzung und Ernährungswert des Mischfutters)

	Feeding groups				
	C	D1	D2	D3	D4
<u>Components (%):</u>					
- dried grass	10,0	10,0		10,0	
- barley grain	25,0	20,0		20,0	
- crushed corn meal	25,5	13,0		13,0	
- rape extracted meal	20,0	25,5		25,5	
- dried sugar beet pulp	18,0	20,0		20,0	
- rapeseed „00”	-	6,7		5,0	
- linseed	-	3,3		5,0	
- mineral mixture MM	0,5	0,5		0,5	
- Polfamix „O-K”	1,0	1,0	-	1,0	-
- Polfamix „O-K” + wit.E		-	1,0	-	1,0
<u>Nutritive value of 1 kg:</u>					
UFV	0,88	0,87		0,87	
PDIN; g	100	97		98	
<u>Chemical components (%):</u>					
- dry matter	89,8	90,3	90,1	90,3	90,1
- protein	15,1	17,3	17,2	16,8	17,3
- fat	1,9	5,5	5,7	5,6	5,6
- fibre	7,7	10,1	10,5	9,1	9,2
Vitamin E; IU/kg	24,1	38,7	273,1	42,9	277,0
<u>Fatty acids (mg/100g):</u>					
- C 16:0	269,8	379,5	393,3	386,4	369,6
- C 16:1	11,4	16,5	17,1	11,2	16,8
- C 18:0	28,5	115,5	131,1	140,0	140,0
- C 18:1	606,9	2502,5	2565,0	2189,6	2234,4
- C 18:2	739,1	1204,5	1219,8	1198,4	1159,2
- C 18:3	188,1	1144,0	1231,2	1551,2	1534,4
- C 20:0	5,7	22,0	22,8	22,4	22,4
- C 20:1	13,3	49,5	51,3	39,2	50,4
- SFA ¹	317,3	544,5	575,7	576,8	560,0
- UFA ²	1569,4	4933,5	5101,5	5000,8	5017,6
- MUFA ³	642,2	2585,0	2650,5	2251,2	2324,0
- PUFA ⁴	927,2	2348,5	2451,0	2749,6	2693,6
UFA:SFA	4,946	9,061	8,861	8,670	8,960
PUFA:SFA	2,922	4,313	4,257	4,767	4,810
PUFA:MUFA	1,444	0,909	0,925	1,221	1,159

¹Σ: C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0 and C20:0

²UFA = Σ MUFA + PUFA, ³Σ: C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1 and C20:1

⁴Σ: C18:2, C18:3, C20:2, C20:3, C20:4, C20:5, C22:4, C22:5 and C22:6

The several-fold increase in the fat content of the oilseed diets made them contain

more of all individual fatty acids, with clear changes in the proportions of main acid groups – an increase in UFA:SFA and PUFA:SFA ratios (by 79.7 and 55.3% on average), and a decrease in PUFA:MUFA ratio (by 27.1%).

The presence of oilseeds in the diets markedly increased the level of vitamin E in relation to the control diet, by 60.1% in diet D1 and by 102.9% in diet D3. The higher values of vitamin E in this diets than in the C ones resulted from significantly higher content of vitamin E in oilseeds than in the other plant components of the diets. Differences in the vitamin E level in diets D1 and D3 were due to differences in the proportion of rapeseed and linseed in these diets. The higher proportion in diet D3 of linseeds, which are richer in vitamin E than rapeseeds, caused them to contain more vitamin E. The experimental diets enriched with vitamin E (D2 and D4) contained 6-7 more vitamin E than the corresponding experimental diets and over 11 times more vitamin E than the C diet.

Some parameters of the components and physico-chemical properties of the lamb meat were differentiated by the nutritional factors, although statistically significant differences were only found for the content of vitamin E in muscle tissue and for oxidative stability of intermuscular fat (Table 2). The use of oilseeds in both variants caused a considerable, although non-significant decrease in the outside fat cover. In groups D1, D2 and D3 it was similar and smaller than in the control group (C) by an average of 13.9 and 9.4% when measured over loin eye and ribs, and lowest in group D4 – lower by 41.7 and 31.7% than in C. Muscles of lambs from all experimental groups had a similar content of intramuscular fat that was lower than in group C by an average of 0.19 percentage units, i.e. 11.5% (NS).

Table 2

Health quality parameters of lamb's meat (Gesundheitsparameter des Lammfleisches)

	Feeding groups					SEM
	C	D1	D2	D3	D4	
Fat layer (mm):						
- over the loin eye	2,4	2,0	2,1	2,1	1,4	0,116
- over the ribs	6,0	5,2	5,4	5,7	4,1	0,304
Intramuscular fat; %	1,63	1,40	1,43	1,47	1,47	0,049
Cholesterol; mg/100g of muscle	68,3	63,6	63,2	61,3	63,4	0,263
Vitamine E; mcg/1 g of muscle	0,79AD	0,90BE	3,92ABC	1,33CF	2,48DEF	1,098
Oxidative stability; h	2,11b	1,61A	5,28Aab	2,08a	2,72	0,343
Colour of the muscle:						
- evaluation (1-8 pnt)	2,98	3,15	2,92	3,28	3,05	0,116
- brightness; %	47,07	47,60	47,39	44,23	45,17	0,679
Marbling score; pnt.	1,57	1,82	1,90	1,87	1,70	0,081

AA, BB - $P \leq 0,01$; aa, bb - $P \leq 0,05$

It is worth noting a tendency for reduced cholesterol content in the muscles of all experimental lambs in relation to the control lambs, by 7.9% on average.

Both nutritional factors increased the level of vitamin E in lamb muscles. The effect of

the oilseeds alone was statistically non-significant for both variants, but it was markedly higher for group D3 at a 1:1 rapeseed to linseed ratio than for group D1 at a 2:1 ratio – the corresponding differences in relation to group C were 68.4 and 13.9% (NS). Muscles of the lambs fed with diets enriched with vitamin E (groups D2 and D4) had a several-fold higher content of this vitamin in relation to both the control group (5.0 and 3.1 times higher, $P \leq 0.01$) and the experimental groups receiving no vitamin E supplement (4.4 times higher in group D2 than in D1, and 1.9 times higher in group D4 than in D3, $P \leq 0.01$).

The highest oxidative stability was characteristic of intermuscular fat in lambs of group D2, with statistically significant differences in relation to the control group and groups D1 and D3 (experimental diets with no supplemental vitamin E). The presence of rapeseed and linseed at a 2:1 ratio in diet D1 negatively affected the oxidative stability of fat by 23.7% in relation to group C, while the vitamin E supplementation in group D2 improved it markedly, both in relation to group C (by 150.2%, $P \leq 0.05$) and to group D1 (by 228.0%, $P \leq 0.01$). The 1:1 ratio of rapeseed and linseed in the diet for group D3 did not result in differences in the oxidative stability of fat in relation to the control group, while the same diet enriched with vitamin E (in group D4) increased this parameter by 29.8% on average in relation to groups C and D3, the difference being non-significant.

There were no statistical differences in both parameters of colour and in marbling score of muscle tissue. However, there was a tendency towards darker meat colour in lambs fattened with the 1:1 rapeseed and linseed diets (groups D3 and D4), and greater overfatness of muscles in all experimental groups (marbling score higher by 16% on average). This fails to correspond with the lower content of intramuscular fat in these groups than in group C.

The use of oilseeds in the experimental diets had a marked, and in several cases statistically significant effect on the proportion of individual fatty acids in the intramuscular fat (IF) of lambs (Table 3). Changes in relation to the control group were different to a small extent depending on the proportion of rapeseed and linseed in the diets and in principle they did not depend on the use of the vitamin E supplement. Statistically significant differences between the experimental and the control groups were found in the content of palmitic, palmitoleic, margaric and heptadecenoic acids (lower proportion in groups D than C) and linolenic acid (higher proportion in group D than C).

The nutritional factors studied had no statistically significant effect on most of the health quality parameters of meat based on the fatty acid profile of IF. However, there was a noticeable tendency for elevated proportion of PUFA in fat of lambs given oilseed diets (D) compared to C diets (by 20.0% in absolute terms). This influenced the more beneficial pattern of other PUFA parameters in experimental groups D, i.e. PUFA:SFA, PUFA:MUFA, PUFA $\Omega 3$ and PUFA $\Omega 6:\Omega 3$ ratios. Intramuscular fat of the experimental lambs was characterized by a higher proportion of PUFA $\Omega 3$ acids and a lower ratio of PUFA $\Omega 6:\Omega 3$. Statistically significant differences occurred in PUFA $\Omega 3$ content between groups D3 and D4 vs. C (by 170.8% higher on average, $P \leq 0.05$), while the respective differences between groups D1 and D2 vs. C were 120.8% (NS). The PUFA $\Omega 6:\Omega 3$ ratio was significantly lower in the experimental groups ($P \leq 0.01$), with the differences in relation to the control group being also in this case greater for the groups fattened with 1:1 rapeseed to linseed diets – by an average

of 51.2% for groups D1 and D2 and by 59.8% for groups D3 and D4.

Table 3

Fatty acid profile of intramuscular fat (Fettsäureprofil des intramuskulären Fettes)

	Feeding groups					SEM
	C	D1	D2	D3	D4	
Fatty acids (%):						
- C 12:0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,202
- C 14:0	2,7	2,7	2,6	2,7	2,2	0,122
- C 15:0	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,024
- C 16:0	23,5a	22,4	21,1	22,0	20,5a	0,314
- C 16:1	2,5Aab	2,0	1,9a	1,9b	1,5A	0,078
- C 17:0	2,6a	2,0	1,7a	2,0	2,0	0,086
- C 17:1	1,2ABCa	0,7a	0,5A	0,6B	0,6C	0,056
- C 18:0	13,6	14,1	15,1	15,1	15,1	0,370
- C 18:1	41,1	41,0	42,4	40,6	41,7	0,406
- C 18:2	6,4	7,0	6,9	6,6	7,6	0,321
- C 18:3	0,5ABCD	1,5D	1,6C	1,8B	2,0A	0,134
- C 20:2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,022
- C 20:4	2,5	2,5	2,1	2,2	2,4	0,161
- C 20:5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,038
- C 22:5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,042
SFA; %	43,3	42,1	41,4	42,8	40,8	0,563
UFA; %	56,2	57,4	58,1	56,6	58,7	0,585
MUFA; %	45,1	44,1	45,2	43,6	44,3	0,405
PUFA; %	11,1	13,3	12,9	13,1	14,4	0,630
UFA:SFA	1,304	1,371	1,422	1,338	1,445	0,032
PUFA:SFA	0,259	0,319	0,320	0,316	0,355	0,019
PUFA:MUFA	0,246	0,304	0,285	0,304	0,330	0,016
PUFA Ω3 ¹	1,2ab	2,7	2,6	3,2b	3,3a	0,211
PUFA Ω6 ² :Ω3	7,676ABCD	3,632C	3,724D	2,985A	3,187B	0,354
CLA; %	0,23Aa	0,41	0,58A	0,53a	0,41	0,032

AA, BB - $P \leq 0,01$; aa, bb - $P \leq 0,05$

¹ Σ : C18:3, C20:5, C22:5, C22:6; ² Σ : C18:2, C20:2, C20:4, C22:4

The use of rapeseed and linseed in the experimental diets doubled the proportion of CLA in total fatty acids of IF (by 109.8% on average), without more characteristic differences related to the proportion of oilseeds or the vitamin E supplement used.

4. Discussion

The main changes in the chemical composition of the complete diets (the increased

content of vitamin E and fat and generally favourable changes in FA profile) corresponded with the variant of rapeseed to linseed ratio in the experimental diets and resulted from differences in the fatty acid profile of rapeseed and linseed (MICHALEC-DOBIJA, 2002) and from the higher vitamin E content than in the other components of the diets (KOWALSKI and BOROWIEC, 2001).

A generally beneficial but statistically non-significant tendency was observed for favourable effect of oilseeds on reducing the fatness of fattened lambs (both cover and intramuscular fat) and on reducing cholesterol and increasing vitamin E in the muscle tissue. The proportion of oilseeds in the fattening diets did not significantly differentiate the oxidative stability of fat, with a tendency for poorer stability found in the group fed with the 2:1 rapeseed to linseed diet. It is also worth noting the darker colour of muscles in lambs receiving 1:1 rapeseed to linseed and the higher marbling scores of muscles in all groups of lambs fattened with oilseed diets.

Health quality parameters of lamb meat based on fatty acid profile of IF were generally more favourable for all experimental groups, but the higher proportion of linseed in diets D3 and D4 enabled more beneficial effects to be obtained in both the proportion of PUFA $\Omega 3$ and the ratio of PUFA $\Omega 6:\Omega 3$. The more beneficial health effect of linseed or linseed oil over rapeseed agrees with the other studies on lamb meat (MACEDO et al., 2003; MICHALEC-DOBIJA, 2002; POTKAŃSKI et al., 2001).

The clearly beneficial effect of oilseeds on CLA content in IF resulted from the higher content in the experimental diets of linoleic acid C18:2, which is the main precursor of CLA in the meat and milk of ruminants (MIR et al., 2000; REKLEWSKA and BERNATOWICZ, 2002).

Enriching the experimental diets with vitamin E did not alter the fatness of carcasses and muscles of the fattened lambs, cholesterol level, meat colour and fatty acid profile of IF, including the CLA content. The vitamin E supplement was more effective in improving the oxidative stability of fat (especially when using 2:1 rapeseed to linseed) and caused a marked increase in the content of vitamin E in muscle tissue. The vitamin E content of meat in the control lambs was slightly lower than 0.3 mg/100g, a level considered optimal for protecting the meat from rapid oxidative changes, while in the experimental groups with no vitamin E supplement it exceeded this level, and in the experimental groups with the vitamin E supplement it was several times higher (BRZÓSKA, 2003). The need and the efficiency of using vitamin E supplement to protect lamb meat from oxidative changes, especially when feeding vegetable oils, was also reported by WOOD and ENSER (1997), LI et al. (2001) and LOPEZ-BOTE et al. (2001).

In conclusion, the present study found the possibility of improving the health quality of lamb meat by using fattening diets with 10% rapeseed and linseed at both the 2:1 and 1:1 ratios, with regard to both lower carcass and meat fatness and cholesterol content, with increased content of vitamin E and improved profile of meat fatty acids, mainly higher content of PUFA $\Omega 3$ acids and CLA.

The use of vitamin E supplement at 244 mg/1 kg of the oilseed diets did not affect the analysed parameters of fatness and fatty acid profile, but induced a significant increase in the vitamin E content of meat and improved the oxidative stability of fat.

Acknowledgements

The authors would like to thank lek. wet. (Mr) Krzysztof Konopnicki (BASF POLSKA Sp. z o.o.) for his disinterested help with the vitamin E supplements. This study was supported by a grant 6 P06Z 059 21 from the Polish State Committee for Scientific Research.

References

- BAROWICZ, T.:
Witamina E w żywieniu zwierząt. Przegląd Hodowlany **7** (2000), 9-11
- BAS, P.; MORAND- FEHR, P.:
Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposit. Livestock Production Science **64** (2000), 61-79
- BORYS, B.; BORYS, A.; MROCZKOWSKI, S.; GRZEŚKIEWICZ, S.:
The characteristic of slaughter value and meat quality of milk type lambs and its diversity according to the CLA level in the mothers' milk. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego **36** (1999), 101-113
- BRZÓSKA, F.:
Dodatki paszowe poprawiające jakość produktów pochodzenia zwierzęcego. Pasze Przemysłowe **10** (2003), 28-34
- KOWALSKI, Z.M.; BOROWIEC, F.:
Dodatki w żywieniu bydła. 4. Witaminy. (red. E.R. Grela) PPH „VIT-TRA” (2001), 42-62
- KRAMER, J.C.K.; FELLNER, V.; DUGAN, M.E.R.; SAUER, F.D.; MOSSOBA, M.M.; YURAWECZ, M.P.:
Evaluation acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. Lipids **32** (11) (1997), 1219-1228
- LI, C.T.; WICK, M.; MARRIOTT, N.G.; McCLURE, K.E.:
Dietary supplementation of vitamin E affects the peroxide value of subcutaneous lamb fat. Journal of Muscle Foods **12** (3) (2001), 237-243
- LOPEZ-BOTE, C.J.; DAZA, A.; SOARES, M.; BERGES, E.:
Dose-response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. Animal Science **73** (2001), 451-457
- MACEDO, F.; YAMAMOTO, S.M.; MATSUSHITA, M.; LIBERATO da ROCHA, G.B.; MEXIA, A.A.; ZUNDT, M.; MACEDO, R.M.G.; SAKAGUTI, E.S.:
Fatty acid profile in *Longissimus lumborum* muscle of feedlot fattened lambs with diets containing different sources of vegetable oil. Proceedings of 49th International Congress of Meat Science and Technology, Campinas (Brazil) (2003), 97-98
- MICHALEC-DOBIJA, J.:
Wpływ skarmiania pełnych nasion lnu i rzepaku na efektywność tuczu jagniąt, wskaźniki fizjologiczne krwi i jakość mięsa. Rozprawa doktorska. Instytut Zootechniki Kraków – Balice (2002)
- MIR, Z.; RUSHFELDT, M.L.; MIR, P.S.; PATERSON, L.J.; WESELAKE, R.J.:
Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. Small Ruminant Research **36** (2000), 25-31
- NAWARA, W.; OSIKOWSKI, M.; KLUZ, I.; MODELSKA, M.:
Wycena tryków na podstawie badania wartości potomstwa w stacjach oceny tryków Instytutu Zootechniki za rok 1962. Instytut Zootechniki Kraków, nr 166 (1963)
- OPRZĄDEK, J.; OPRZĄDEK, A.:
Modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięsa przeżuwaczy. Medycyna Weterynaryjna **59** (2003) 6, 492-495
- POTKAŃSKI, A.; SZUMACHER-STRABEL, M.; CIEŚLAK, A.; KOWALCZYK, J.; URBANIAK, M.; CZAUDERNA, M.:
The effects of different amounts and types of fat on meat fatty acid composition in sheep. Journal of Animal and Feed Sciences, Supplement 2, **10** (2001), 109-113
- REKLEWSKA, B.; BERNATOWICZ, E.:
Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka. Przegląd Hodowlany **11** (2000), 1-6
- STATISTICA - Przewodnik, 2002 - StatSoft Spółka z o.o. Kraków.

WOOD, J.D.; ENSER, M.:

Factors influencing fatty acids in meat and the role of the antioxidants in improving meat quality.
British Journal of Nutrition **78** (1997) 1, 49-60

Author's addresses

Doz. Dr. habil. BRONISŁAW BORYS
National Research Institute Krakow
Experimental Station Koluda Wielka
88-160 Janikowo
Poland

E-Mail: izzzdkw@by.onet.pl

Dr. ANDRZEJ BORYS
Meat and Fat Research Institute
Jubilerska str. 4, 04-190 Warszawa
Poland

E-Mail: aborys@ipmt.waw.pl

Dr. ROBERT GAŚSIOR
National Research Institute Krakow
32-083 Balice/Krakow
Poland

E-Mail: rgasior@izoo.krakow.pl

Raising Alpine breeds of sheep for meat and milk under the environmental conditions of the Beskid Sądecki Mountains

Abstract

The experiment was conducted with 191 ewes and their 60 ram lambs of the following breeds: Bergschaf (BF), Weisse Alpenschaf (WAS) and Polish Mountain Sheep (PMS). Milk production of ewes and growth, fattening and slaughter performance of their progeny were evaluated. Physico-chemical and sensory properties of meat and milk were determined. The highest milk production for the whole milking period was found in Bergschaf followed by Weisse Alpenschaf sheep. WAS rams were characterized by the highest gains and the most favourable level of carcass traits. Physico-chemical and sensory analysis of the Alpine sheep breeds for meat and milk demonstrated their good technological suitability and desirable flavour.

Key Words: Alpine sheep breeds, milk, meat

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Fleisch- und Milchnutzung bei Alpenschafrassen, gehalten in Beskid Sądecki**

In die Untersuchungen wurden 191 weibliche und 60 männliche Nachkommen der Rassen Bergschaf (BF), Weißes Alpenschaf (WAS) und Polnisches Bergschaf (PMS) einbezogen.

Es wurden die Milchleistung, das Wachstum sowie die Mast- und Schlachtleistungsmerkmale der Lämmer erfasst. Außerdem wurden die physikalisch-chemischen und sensorischen Eigenschaften der Milch und des Fleisches bestimmt.

Die höchste Milchleistung lieferten die Mutterschafe der Rasse Bergschaf, gefolgt vom Weißen Alpenschaf. Die WAS-Bocklämmer zeigten die höchsten täglichen Zunahmen sowie das günstigste Niveau der Schlachtleistungsmerkmale.

Die physikalisch-chemische und sensorische Analyse des Fleisches und der Milch der Alpenschafrassen weist auf gute technologische Eigenschaften und erwünschten Geschmack dieser Produkte hin.

Schlüsselwörter: Alpenschafrassen, Milch, Fleisch

Introduction

The lack of demand for traditional sheep products, namely wool and skins, has reduced the profitability of sheep production and thus the population of sheep in Poland. This unfavourable trend can be halted, and the profitability of sheep farming can be increased, by adopting a strategy for dual-purpose breeding for meat and milk (BORYS, 1999). In practice, this concept faces two barriers resulting from the lack of tradition to consume lamb milk and meat and the fact that production is unprofitable because preference is given to native breeds of sheep characterized by low reproductive performance (ROBORZYŃSKI, 1986; CIURUŚ et al., 1988; KRUPIŃSKI, 1992). This situation is most noticeable in the Podhale region, where the Polish Mountain Sheep is the only breed raised on a large scale. Polish Mountain Sheep are characterized by low prolificacy and poor milk yield. The breed's poor meat traits cause a large part of the carcasses to be rejected.

Taking into account the need to preserve sheep farming in the mountain areas, which is often the only source of income for the local population, the Alpine breeds of Bergschaf and Weisse Alpenschaf sheep were brought into Poland. Both breeds are characterized by high prolificacy and milk yield, high daily gains and meat traits that

make their farming profitable. They are resistant to adverse atmospheric conditions, the mountains being their natural biotope (RINGDORFER, 1997; SCHNEEBERGER, 1997).

This research was designed to evaluate the dual-purpose, meat and milk performance of two Alpine breeds of sheep, the Bergschaf and the Weisse Alpenschaf, raised under the environmental conditions of the Beskid Sądecki Mountains.

Material and Methods

The experiment was conducted in 1999-2000 at the Sheep Breeding Centre in Piorunka with 191 ewes of the following breeds: Bergschaf (BF; 77 ewes), Weisse Alpenschaf (WAS; 46 ewes) and Polish Mountain Sheep (PMS; 68 ewes). All the ewes were between their first and third lactation. Sheep were kept under the same environmental conditions and their nutrition during milking was based on pasture. Lambs were reared by their mothers until weaning at 70 days of age and mothers were then subjected to milking. Ewes were milked in the morning and in the evening. Milk yields were assessed with the B-4 method recommended by the International Committee for Animal Recording (ICAR; DROŽDŽ, 1996). The first control milking was performed after the lambs were weaned, and the next at 30-day intervals between May and September. Bulk samples of milk were taken from each breed separately for physico-chemical analyses of solids, protein, casein, fat, lactose, calcium, rennet clotting time (PN-68/A-86122). Combined samples from morning and evening milkings were analysed. White cheese was produced from bulk milk, five times per season and for each breed separately, and efficiency of production was determined. Cheese was made following the procedures used at the Sheep Breeding Centre at Piorunka, according to internal standards (ZDN-1-OBWO/99).

From the progeny of all the ewes taking part in the experiment, 20 ram lambs (10 for the experiment and 10 for the replication) were randomly chosen from each experimental group. After weaning, lambs were fed according to nutritional requirements (NORMY ŻYWIENIA ZWIERZĄT, 1995), using farm-produced and commercial feeds. From about 4 months of age, ram lambs were maintained on pasture under a rotational grazing system. Additionally, lambs received ground barley and wheat at about 0.25 kg/day/animal. Weight gains of the ram lambs from 2 to 200 days of age, i.e. for the whole period of rearing, were calculated from the weighings at 2 and 200 days of age. Body weights after 24-hour starvation were determined. Slaughter (at 200 days of age), carcass processing and cutting were performed according to procedures applied at the National Research Institute of Animal Production (NAWARA et al., 1963). Cold carcass weight (after 24-hour cooling at +4°C) and cold dressing percentage were determined. Weight and percentage of valuable cuts with shoulder were calculated. Detailed dissection of the leg was made. Relative parameters of meat quality: water to protein ratio – W/P, fat to protein ratio – F/P (KĘDZIOR, 1995) and meat pH₂₄ (PN-A-82058) were determined. Sensory assessment of meat palatability was made on a 5-point scale (TILGNER, 1957).

The results were analysed statistically with multivariate analysis of variance (OSTASIEWICZ, 2001), using the “Anova/Manova” procedure of the Statistica packet (STATISTICA FOR WINDOWS, StatSoft Inc., 1997).

Results

Large differences were found in the amount of raw milk produced by the ewes according to the group. The highest milk yield during the whole milking period was found in Bergschaf sheep, which after weaning the lambs gave an average of over 130 l of milk during 140 days of milking, and the lowest in Polish Mountain Sheep – 73 l of milk (Table 1). WAS ewes produced 112 l of milk and their yields were significantly different from other breeds. During the first month of milking after weaning, daily yield of Bergschaf sheep was the highest and remained high until the third month (over 1 l/day); at the end of lactation, both Alpine breeds gave an average of 0.4 l, and Polish Mountain Sheep 0.27 l of milk ($P \leq 0.05$; Table 1).

The milk of WAS sheep was characterized by the highest content of all analysed components and the shortest rennet clotting time, the differences being statistically significant. The lowest levels of solids, fat, protein and casein (18.25, 6.94, 5.99 and 4.79% respectively) were noted in PMS sheep. The content of calcium and clotting time were similar in PMS and BF sheep, but significantly lower than in WAS sheep. Yield of white cheese from the milk of Alpine breeds significantly exceeded the yield obtained from the milk of Polish Mountain Sheep (Table 2).

PMS ram lambs showed the lowest rate of growth (145 g/day), with significant differences in relation to the other experimental groups (Table 3).

Table 1
Effect of breed on milk yield of the sheep (Einfluss der Rasse auf die Milchleistung der Schafe)

Milk yield	Experimental groups					
	PMS		BF		WAS	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
n	68		77		46	
Daily milk yield (ml)						
May	785.5 a	236.0	1236.6 c	459.5	1074.1 b	407.6
June	648.9 a	208.8	1160.6 c	384.1	861.9 b	343.0
July	539.6 a	204.1	1020.5 c	379.9	831.8 b	306.9
August	328.3 a	182.2	757.2 b	358.0	721.2 b	291.6
September	268.6 a	84.8	398.7 b	209.8	420.6 b	123.2
Yield during the milking period (l)	73.3 a	22.4	130.9 c	40.7	111.8 b	36.9

Values with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$)

Empty body weight and carcass and half-carcass weights were significantly differentiated by the origin of ram lambs, with the highest values for all these traits noted in WAS sheep (Table 3).

Cold dressing percentage ranged from 38.8 (PMS) to 45.0% (WAS; $P \leq 0.05$).

Average content of valuable cuts in PMS half-carcasses (55.14%) was significantly lower than in half-carcasses of the remaining experimental groups (BF – 57.31%; WAS – 58.49%; Table 4). WAS ram lambs had the highest content of meat in leg (73.64%; $P \leq 0.05$) and the lowest percentages of adipose tissue (9.81%) and bone tissue (16.55%). The highest percentages of fat and bones in the legs of PSM ram lambs were accompanied by the lowest content of meat (11.39, 25.58 and 63.03%, respectively; Table 4).

Table 2

Physico-chemical parameters of milk depending on breed of sheep (Physikalisch-chemische Parameter der Milch in Abhängigkeit von der Schafrasse)

Trait	Experimental groups					
	PMS		BF		WAS	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
n	20		20		20	
Solids (%)	18.25 a	0.87	19.45 b	0.74	21.43 c	1.08
Protein (%)	5.99 a	0.36	6.47 b	0.72	6.92 c	0.81
Casein (%)	4.79 a	0.30	5.15 b	0.59	5.48 c	0.66
Fat (%)	6.94 a	0.71	7.69 b	0.44	9.02 c	0.57
Lactose (%)	4.34	0.59	4.33	0.51	4.5	0.43
Total calcium (g/l)	1.092 a	0.16	1.078 a	0.15	1.226 b	0.09
Clotting time (s)	306.0 a	19.7	307.5 a	20.5	291.5 b	15.3
Yield of fresh white cheese (%)	22.03 a	0.76	23.25 b	1.01	23.52 b	1.47

Values with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

Table 3

Results of pasture fattening of ram lambs (Weidemastergebnisse der Bocklämmer)

Trait	Experimental groups					
	PMS		BF		WAS	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
n	20		20		20	
Weight gains from 2 to 200 days of age	145 a	10	185 b	12	211 c	17
Empty body weight of ram lambs (kg)	30.9 a	1.73	39.1 b	2.42	44.9 c	2.35
Cold carcass weight (kg)	12.0 a	1.26	16.7 b	1.61	20.2 c	1.56
Weight of right half-carcass (kg)	6.1 a	0.58	8.4 b	0.78	10.0 c	0.78
Dressing percentage (%)	38.8 a	1.99	42.7 b	1.63	45.0 c	1.65

Values with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

Table 4

Weight and percentage of valuable cuts and tissue composition of leg (Gewicht und prozentualer Anteil der wertvollen Teilstücke sowie Gewebezusammensetzung der Keule)

Trait	Experimental groups					
	PMS		BF		WAS	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
n	20		20		20	
Weight of valuable cuts (kg)	3.35 a	0.29	4.82 b	0.38	5.85 c	0.32
Percentage of valuable cuts	55.14 a	1.46	57.31 b	1.83	58.49 b	1.93
Weight of leg (kg)	1.51 a	0.14	2.28 b	0.16	2.75 c	0.09
Meat (%)	63.03 a	4.0	68.63 b	2.6	73.64 c	4.4
Fat (%)	11.39 b	1.3	10.78 ab	1.3	9.81 a	1.1
Bones (%)	25.58 b	1.3	20.59 ab	0.9	16.55 a	1.0

Values with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

Breed was found to exert no influence on the water to protein (W/P) and fat to protein ratios (F/P) (Table 5).

pH₂₄ of PMS and WAS meat (5.57 and 5.54 respectively) was significantly lower than in the group of BF ram lambs (5.63).

The meat of WAS ram lambs was given the lowest scores for taste quality and intensity. The meat of BF ram lambs obtained the most favourable score for selected sensory characteristics (Table 5).

Table 5

Some chemical and sensory properties of lamb meat (Ausgewählte chemische und sensorische Eigenschaften des Lammfleisches)

Trait	Experimental groups					
	PMS		BF		WAS	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
n	20		20		20	
Water to protein ratio (W/P)	3.77	0.10	3.79	0.11	3.86	0.09
Fat to protein ratio (F/P)	0.09	0.01	0.09	0.01	0.10	0.01
pH ₂₄	5.57 a	0.15	5.63 b	0.16	5.54 a	0.08
Taste intensity (pts)	4.31 b	0.31	4.44 b	0.41	4.09 a	0.38
Taste quality (pts)	4.29 b	0.33	4.43 b	0.45	4.08 a	0.31

Values with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

Discussion

The milk yield of Bergschaf ewes was almost twice higher, and that of Weisse Alpenschaf ewes 40% higher than in Polish Mountain Sheep. This milk yield is regarded as high, considering that the discussed breeds had not been milked or improved for milk yield. Due to their high prolificacy and rapid rate of growth, BF and WAS lambs are used mainly for production of meat in the mountainous regions of Austria and Switzerland. In Poland, the milk yield of Bergschaf ewes imported from Austria was studied by ROBORZYŃSKI et al. (2000 a) who noted high, season-dependent milk yields of 152 l in February and 180 l in October. These observations were possible thanks to out-of-season breeding ability of this breed. The high milk yield was in agreement with RINGDORFER (2003) who showed daily yield of BF ewes to range from 0.6 to 1.9 l. The present milk yield of the Alpine breeds is typical of the majority of breeds used for milk (STANFORD, 1995). Chemical composition of milk is of major significance in terms of its processing usefulness, because it reflects directly not only on the quality and shelf life of the milk products, but also on the efficiency of milk production. Adequate contents of crude protein, casein and mineral salts (calcium) ensure a good quality clot, and this forms the basis of the cheese making process. The content of solids (21.43%) in the milk of WAS sheep is regarded as high, considering that their usual level in sheep milk ranges from 16 to 20%. On the whole it is assumed that dairy breeds of high productivity (e.g. East Friesian) are characterized by a low level of milk components (NEDELTSCHIEW, 1996). The milk of Weisse Alpenschaf ewes contained the most fat compared to almost 2% in the Polish Mountain Sheep. In the milk of the ewe breeds studied, the content of fat components between weaning of lambs and end of lactation varied from 6.9 to 9%. Foreign reports indicate that the milk fat content in sheep of different breeds, milked

after the weaning of lambs, ranged from 5.0 to 8.7% on average (MARGETIN et al., 1997; NEDELTSCHIEW, 1996). Breed had no effect on lactose, the content of which averaged 4.4%. The milk of the investigated breeds is fairly deficient in lactose when compared with the reports of several authors who showed the milk of ewes of different breeds to contain 4.5 to 5.3% lactose on average (MARGETIN et al., 1997; ALICHANIDIS and POLYCHRONIADOU, 1997). A protein level for sheep breeds raised in Poland, similar to that obtained in the present trial, was reported by BONCZAR (1998). Foreign authors found the milk of other breeds to be more deficient in protein, for it contained only 4.3% to 6.3% of that component (MARGETIN et al., 1997; TURKMUT and DEMIROREN, 1991).

The high content of protein and thus casein in sheep milk makes that milk highly suitable for processing. BONCZAR (1998), when studying the processing capacity of milk in different sheep breeds, found 4.5% casein in Olkuska and Ile de France sheep, and over 5% in Polish Longwool sheep and Charolais. The milk of Alpine ewes differed in the casein content from the milk of PMS sheep, and its level of 5.5% in WAS sheep is regarded as high. PIRISI et al. (1999) reported the casein content in Sarda dairy sheep to range from 4.06 to 4.4%.

Technologically speaking, the high content of casein improves the coagulation properties of milk, that is, shortens the time of its clotting. In the present experiment, we noted significantly high differences between the breeds. Milk clotting time was the shortest in WAS sheep (291 s), which is likely related to the increased concentration of protein (casein). Clotting time also conditions clot quality, as reflected in the yield of the final product.

The mineral element determined in the analysed material was calcium, which in the form of soluble salts (phosphates) plays a major role in dairy technology as it determines the rennet clotting time. Most calcium was found in the milk of WAS sheep (1.226 g/l), but even in this case the level of calcium was low compared to other breeds (PELLEGRINI et al., 1994).

The present experiment also demonstrated a clear effect of breed on the yield of the products obtained. Likewise, PAKULSKI and DULEWICZ (2000) ascertained a significantly higher yield of white cheese from the milk of Merino compared to the milk of Friesian sheep and the crosses of Friesian rams. Merino milk was characterized by the highest content of basic nutrients compared to the yield obtained from the milk of other groups of sheep. BONCZAR et al. (2001) obtained an average of 20.5% cheese mass when producing white cheese from similar ingredients. The yield of white cheese obtained in the present study was higher, due probably to the fact that the milk of BF, WAS and PMS sheep was richer in basic nutrients than that used in the above study.

Inadequate growth rate of PMS ram lambs, ranging from 87 to 137 g/day, conforms to reports by other authors (ROBORZYŃSKI, 1986; ROBORZYŃSKI and PETKOWSKI, 1989; CIURUŚ et al., 1998). The highest weight gains of WAS ram lambs out of all the experimental groups were also higher than the corresponding values of 199 g/day reported by MARGUERAT et al. (1995) and SCHNEEBERGER (1997). Lower weight gains, and in consequence the lower final body weight of BF ram lambs may attest to the inadequate level of feeding (pasture + a small concentrate supplement). The results of an Austrian study (RINGDORFER, 1997) indicate that Bergschaf sheep are predisposed to intensive fattening, which makes them attain body

weight similar to that shown in the present results at 165 days of age, i.e. 35 earlier than with pasture rearing.

Many authors believe that dressing percentage is the most important determinant of carcass quality. Dressing percentage obtained in the current experiment (range of 38.8 to 45.0%) was similar to the corresponding results of pasture fattening reported by CIURUŚ et al. (1995) and ROBORZYŃSKI et al. (2000 b). Our own results in the WAS group were 1.4 percentage unit lower than the corresponding results obtained under pasture fattening in Switzerland (MARGUERAT et al., 1995; SCHNEEBERGER, 1997), and higher from Polish findings (KIEĆ, 2000; ROBORZYŃSKI, 2000).

A very important determinant of carcass quality is tissue composition of leg. The fat content of leg, found in all the experimental groups, is considered desirable despite the differences noted. The highest meat content of leg in WAS ram lambs attests to good leanness of this breed. In turn, the lowest values obtained by PMS ram lambs for this trait point to inadequate carcass musculature of PMS sheep (ROBORZYŃSKI, 1986; ROBORZYŃSKI and PETKOWSKI, 1989; CIURUŚ et al., 1998). In the available literature, the meat content of legs of BF ram lambs varies between 64.42 to 75.70% (RINGDORFER, 1997; ROBORZYŃSKI, 1999; ROBORZYŃSKI, 2000).

The W/P ratio (range of 3.77-3.86) was similar to the results reported by KĘDZIOR (1995). The level of W/P obtained in the present study allows a conclusion that the analysed meat came from animals of normal somatic maturity (PROST, 1985). The calculated F/P ratio (0.09-0.11) is reflected in the stable content of fat and protein in the muscles of experimental ram lambs.

Average pH values of the analysed meat, despite statistically significant differences, were typical of normal meat (5.3-5.8; HOFFMAN, 1987). These findings are similar to the values reported by other authors (FREUDENREICH et al., 1985; BORYS et al., 1986; KĘDZIOR and PAJAK, 1994).

The results of meat taste evaluation exceeded 4 points in all the groups and were higher than those reported by PIENIAK-LENDZION et al. (2000), in which ram lambs were fed a complete mixture CJ. This may attest to the beneficial effect of pasture feeding on the sensory quality of meat, although this effect is not consistent in the literature reports. Lower scores for meat taste in WAS ram lambs are reflected in the findings of ROBORZYŃSKI et al. (2000 b) and attest to the slightly poorer sensory properties of meat of WAS lambs.

Conclusions

Significantly higher values of basic meat and milk performance of Weisse Alpenschaf and Bergschaf sheep were found compared with the Polish Mountain Sheep, which attests to the high productive potential of these breeds.

The desirable level of physico-chemical parameters of the analysed products is evidence that the meat and milk produced were of good quality and suitable for processing.

Dual-purpose raising of Weisse Alpenschaf and Bergschaf sheep may help to improve the profitability of sheep farming in the mountainous areas of Poland.

References

- ALICHANIDIS, E.; POLYCHRONIADOU, A.:
Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. *Sheep Dairy News*, **14** (1997) 1, 11–18
- BONCZAR, G.:
Studies on the quality and processing suitability of sheep milk (in Polish). *Prz. Mlecz.*, **11** (1998), 397–400
- BONCZAR, G.; WALCZYCKA, M.; GAMRAT, M.; JANIEC, J.; SZPAK B.:
The influence of some factors on texture of fresh cheese. *El. J. Polish Agric. Univer., Food Sci. and Techn.*, **4** (2001), 2
- BORYS, B.; DULEWICZ, R.; ORZECZOWSKA, W.; OSIKOWSKI, M.:
Fattening suitability and slaughter value of lambs from double-stage commercial crossing of Merino sheep with prolific rams (Friesian, Olkusa sheep) and meat rams (in Polish). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, **303** (1986), 299–307
- BORYS, B.:
Productivity and some aspects of economic efficiency in crosses of Polish Merino with prolific breeds used for meat and milk (in Polish). *Rocz. Nauk. Zoot., Rozpr. Hab., IZ*, **9** (1999)
- CIURUŚ, J.; DROŹDŹ, A.; KOWALSKI, Z.M.:
Attempts to increase weight gains of lambs under rearing and pasture fattening to 6 months of age (in Polish). *Rocz. Nauk. Zoot.*, **22** (1995) 1, 247–258
- CIURUŚ, J.; DROŹDŹ, A.; KOWALSKI, Z.M.:
Rearing and fattening of lambs on pasture (in Polish). *ODR Nawojowa*, (1998), 1–20
- DROŹDŹ, A.:
Milk recording of dairy sheep in light of ICAR regulations (in Polish). *Biul. Inf. IZ*, (1996) 1, 9–18
- FREUDENREICH, P.; WOLLNY, C.; WASSMUTH, R.:
Untersuchungen an Lämmern verschiedener Rassen und Kreuzungen. II. Chemische, physikalische und sensorische Ergebnisse. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung. Kulmbach*, **90** (1985), 6694–6699
- HOFMANN, K.:
Der pH – Wert. Ein Qualitätskriterium für Fleisch. *Fleischwirtschaft*, **67** (1987) 5, 557–562
- KĘDZIOR, W.; PAJAŁ, P.:
Physico-chemical properties of lamb meat in different breeding conditions (in Polish). *Zesz. Nauk. AE Kraków*, **449** (1994), 11–16
- KĘDZIOR, W.:
Characteristics of lamb meat quality from the viewpoint of commodity science (in Polish). *Zesz. Nauk. AE Kraków, Monografie*, **123** (1995)
- KIEĆ, W.:
Final report on the commissioned research project No. PBZ – 026 – 06: Programme for reconstruction of sheep population and management of sheep products using the example of Bielskie and Krośnieńskie provinces (in Polish). *Maszynopis*, (2000), 1–20
- KRUPIŃSKI, J.:
Current situation of Polish sheep farming and prospects for its development (in Polish). *Biul. Inf. IZ*, (1992) 1–2, 287–294
- MARGETIN, M.; CAPISTRAK, A.; SPANIK, J.:
Production and composition of sheep milk in Slovakia. *Zesz. Nauk. PTZ*, **34** (1997), 37–47
- MARGUERAT, C.; LUCHINGER, R.; LEUENBERGER, H.; KUNZI, N.:
Lammfleischproduktion auf der Weide. *Die Grune*, (1995) 2, 22–23
- NAWARA, W.; OSIKOWSKI, M.; KLUZ, I.; MODELSKA, M.:
Valuation of rams based on progeny value assessment in ram performance stations (in Polish). *Wyd. własne IZ*, **166** (1963), 48–58
- NEDELTSCHIEW, D.:
Sheep milk production and processing in Bulgaria. *Sheep Dairy News*, **13** (1996) 3, 45–72
- NORMY ŻYWIENIA ZWIERZĄT:
PWRiL, Warszawa (1995)
- OSTASIEWICZ, W.:
Statistical methods of data analysis (in Polish). *AE, Wrocław* (2001)
- PAKUŁSKI, T.; DULEWICZ, R.:
Changes in composition of sheep milk vs. its processing efficiency in an on-farm processing facility (in Polish). *Zesz. Nauk. AR Wrocław. Konferencje* **30** (2000), 241–246
- PELLEGRINI, O.; REMEUF, F.; RIVERMALE, M.:
Evolution des caractéristiques physicochimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis

- collecte dans region de Roquefort. Lait, **74** (1994), 425–442
- PIENIAK-LENDZION, K.; NIEDZIÓŁKA, R.; SZELIGA, W.:
Characteristics of selected qualitative traits of kid and ram lamb meat (in Polish). Roczn. Nauk. Zoot., Supl., (2000) 5, 173-177
- PIRISI, A.; PIREDDA, G.; PAPOFF, C.M.; SALVO, R.; DI PINTUS, S.; GARRO, G.; FERRANTI, P.; CHIANESE, L.:
Effect of sheep alpha s-casein CC, CD and DD genotypes on milk composition and cheesemaking properties. J. Dairy Res., **66** (1999), 409-419
- PN-A-82058:
Meat and meat products. Determination of pH (in Polish).
- PN-68/A-86-122:
Polish standard. Milk. Research methods (in Polish). Warszawa PKN
- PROST, E.:
Meat hygiene (in Polish). PWRiL, Warszawa (1985)
- RINGDORFER, F.:
Das Österreichische Bergschaf und seine wirtschaftliche Bedeutung. Proceedings of International Conference: Role of mountain sheep farming in Polish sheep farming programmes. IZ, Balice, 14.11.1997, (1997), 53-60
- RINGDORFER, F.:
Milk performance of the austrian mountain sheep. Symposium "The environment, the animal, the product" Lublin 22-24 września 2003, (2003), Wyd. AR, Lublin
- ROBORZYŃSKI, M.:
Efficiency of commercial crossbreeding of Mountain and Longwool Sheep ewes with meat rams in production of meat and skins (in Polish). Biul. Inf. IZ, **24** (1986) 5-6, 83-98
- ROBORZYŃSKI, M.; PETKOWSKI, J.:
Usefulness of Polish Lowland, Longwool and Mountain Sheep kept in mountain and foothills conditions for lamb meat production (in Polish). Biul. Inf. IZ, **27** (1989) 5-6, 65-77
- ROBORZYŃSKI, M.:
Adaptation of Alpine Bergschaf sheep to the ecosystem of the Beskid Sądecki Mountains (in Polish). Proceedings of Symposium: Sheep and the Environment. Grodziec Śląski, 10.06.1999, (1999), 77-90
- ROBORZYŃSKI, M.:
Sheep Research Centre in Piorunka. Final report on services for the commissioned research project No. 4/U/13119.5/99: Programme for reconstruction of sheep population and management of sheep products using the example of Bielskie and Krośnieńskie provinces, carried out from 01.04.1999 to 30.08.2000 (in Polish). Maszynopis, (2000), 87-117
- ROBORZYŃSKI, M.; PIECZONKA, W.; PARAPONIAK, P.; KAWĘCKA, A. (a):
Effect of some factors on the milking ability of Bergschaf sheep. Ann. Anim. Sci., **27** (2000) 4, 55–63
- ROBORZYŃSKI, M.; KIEĆ, W.; KĘDZIOR, W.; KNAPIK, J.; KRUPIŃSKI, J. (b):
Results of pasture rearing, slaughter value and meat quality of lambs (Polish Mountain Sheep x Alpine rams) (in Polish). Roczn. Nauk. Zoot., Supl., (2000) 8, 98-103
- SCHNEEBERGER, M.:
Das Weisse Alpenschaf – Haupttrasse für die Lammfleischerzeugung in der Schweiz. Proceedings of International Conference: Role of mountain sheep farming in Polish sheep farming programmes. IZ, Balice, 14.11.1997, (1997), 61-76
- STANFORD, K.:
Sheep dairying – the international scene. Sheep Dairy News, **12** (1995) 3, 41
- STATISTICA FOR WINDOWS:
Version 5.1. StatSoft Inc. (1997)
- TILGNER, D.J.:
Organoleptic analysis of food (in Polish). WPLiS, Warszawa (1957)
- TURKMUT, L.; DEMIROREN, E.:
Milk components in milk fractions of machine milked Merino and East Friesian sheep and their crosses. Doga, Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi, (1991) 1, 11–17
- ZDN-1-OBWO/99:
White sheep cheese (in Polish).

Authors' address

Dr. PAWEŁ PARAPONIAK, Dr. ALDONA KAWĘCKA

Department of Sheep and Goat Breeding, National Research Institute of Animal Production
Balice, Poland