

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 139 (1997)

**Heft:** 2

**Artikel:** Histochemische und biochemische Untersuchungen zu jahreszyklischen Aspekten des Kohlenhydrat-abhängigen Energiestoffwechsels der Haarfollikel von Türkischen Angoraziegen

**Autor:** Meyer, W. / Salam, M. / Tanyolaç, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-590082>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Histochemische und biochemische Untersuchungen zu jahreszyklischen Aspekten des Kohlenhydrat-abhängigen Energiestoffwechsels der Haarfollikel von Türkischen Angoraziegen\*

W. Meyer, M. Sağlam, A. Tanyolaç, R. Schwarz, U. Hetzel

## Zusammenfassung

Mit Hilfe von Biopsiematerial wird die jahreszyklisch variierende Ansammlung von Glykogen und organischem Kohlenstoff in den Haarfollikeln dargestellt. Die Befunde basieren auf histochemischen und biochemischen Untersuchungsmethoden. Die histochemisch-densitometrische Analyse zum Gehalt von Glykogen in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide zeigte einen klaren Jahreszyklus mit Maxima im Mai/Juni und Dezember sowie Minima im März und August. Die Haarfollikel enthielten im Mittelwert 7,61 µg/mg (Max. 21,56 µg/mg) TG an organischem Kohlenstoff mit einem entsprechenden jahreszyklischen Verlauf. Die Befunde werden in Relation zum Energiestoffwechsel des Haarfollikels diskutiert, im besonderen wird darauf verwiesen, dass ein zweiphasiger Zyklus des Haarwachstums der Türkischen Angoraziege sichtbar wird, den andere Methoden eher verwischen.

**Schlüsselwörter:** Energiestoffwechsel – Haarfollikel – Jahreszyklus – Türkische Angoraziege – Kohlenhydrate

## Histochemical and biochemical study of circannual aspects of carbohydrate dependent energy metabolism in the hair follicles of Turkish Angora goats

Based on biopsy material, the study describes circannual variations of the accumulation of glycogen and organic carbon in the hair follicles. The results have been obtained by histochemical and biochemical methods. The histochemical-densitometrical analysis of glycogen contents in the cells of the outer epithelial root sheath of the hair follicles exhibited a clear circannual course, with maxima in May/June and December, and minima in March and August. The content of organic carbon of the hair follicles was 7.61 µg/mg (max. 21.56 µg/mg) DW on average, with a corresponding annual cycle. The findings are discussed with regard to the energy metabolism of the hair follicle, especially in view of the fact that a biphasic cycle of hair growth becomes obvious in the Turkish Angora goat, a phenomenon that is obscured by other methods.

**Key words:** energy metabolism – hair follicles – circannual variations – Turkish Angora goat – carbohydrates

\* Angefertigt im Rahmen der Universitätspartnerschaft Hannover-Ankara mit Mitteln des BMZ: GTZ -Projekt 852170.01-100.

## Einleitung

In den bisher vorliegenden Veröffentlichungen zur Struktur und Funktion der Haut der Türkischen Angoraziege konnten bereits differenzierte Informationen zum Haarfollikelkomplex vermittelt werden. Dies gilt im besonderen für die funktionelle Anatomie der Haarfollikel, die sehr detailliert für alle Phasen des Haarzyklus dargestellt wurde (Schwarz et al., 1991). Funktionelle Erkenntnisse lassen sich weiterhin aus Untersuchungen der beiden Hautdrüsentypen entnehmen (Meyer et al., 1993), und ebenso aus bestimmten Befunden zur jahreszyklischen Entwicklung der Hypodermis, aus denen ersichtlich wird, welche Bedeutung gute Ernährungsbedingungen für die Bildung eines Vlieses haben, dessen Qualität den hohen Ansprüchen des Weltmarktes für Mohair-Wolle standhalten muss (Sağlam et al., 1994). In diesem Zusammenhang ist selbstverständlich die sehr hohe metabolische Aktivität der anagenen Haarfollikel der Angoraziege von hervorragendem Interesse, lassen sich doch bei dieser Ziegenrasse – aber auch allgemein für eine wirtschaftlich relevante Wollproduktion – direkte Einflüsse von Nahrungsmenge und Nahrungsqualität auf das Haarwachstum und seinen Energiestoffwechsel nachweisen (Huston, 1982; Reis, 1989; Deaville und Galbraith, 1992; Shahjalal et al., 1992).

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen spezielle Aspekte des Energiestoffwechsels mit Bezug auf die vorhandenen Kohlenhydratverbindungen. Dabei handelt es sich primär um Glykogen, das – als eine der wichtigsten Energiequellen bei Tieren – auch eindeutig im Haarfollikelkomplex der Mammalia histochemisch und biochemisch nachgewiesen worden ist (Ohkawara, 1976; Nguyen und Keast, 1991). Glykogen kann zwar in allen Anteilen des Haarfollikels auftreten, findet sich konzentriert bzw. in hohen Mengen allerdings in erster Linie in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide und nur im frühen Anagen, d.h. zum Beginn der eigentlichen Wachstumsphase (Zaun, 1968; Forslind, 1979; Freinkel, 1983; Tsukise und Meyer, 1983; Schwarz, 1992). Kenntnisse zur jahreszyklischen Entwicklung des Gehalts an Glykogen im Haarfollikel liegen jedoch noch nicht vor, so dass unsere Untersuchung – basierend auf Biopsiematerial sowie histochemischen und biochemischen Methoden – zum ersten Mal den Energiestoffwechsel längerfristig verfolgt. Die erhaltenen Informationen lassen darüber hinaus auch bessere Rückschlüsse auf die Wachstumszyklen der Haarfollikel der Angoraziege zu, wobei hier der genaue Zeitraum der Anagenphase – eventuell 1 bis 3 Jahre – noch unbekannt ist.

## Tiere, Material und Methoden

In der Forschungsstation Lalahan bei Ankara wurden über einen Zeitraum von einem Jahr monatlich Hautproben von 21 ♀♀ (3–10 Jahre) und 11 ♂♂ (1–4 Jahre) aus den zwei Körperregionen Schulter und Flanke mittels Biopsie entnommen (vgl. Tanyolaç et al., 1989) und so-

fort in 10%igem gepufferten Formalin sowie Bouinschem Gemisch fixiert (Burck, 1973; Pearse, 1980). Das Material wurde über Histosol (Shandon) in Paraplast (Shandon) eingebettet, anschliessend folgte die Anfertigung von 8 µm dicken Schnitten.

Zur allgemeinen Kontrolle der Hautstruktur wurden von jeder Schnittserie zwei Objektträger mit Hämatoxylin (nach Delafield) und Eosin gefärbt (Burck, 1973).

Zur histochemischen Darstellung des Glykogens diente die Perjodsäure-Schiff-Reaktion (PJS) (nach McManus aus Pearse 1985; die Herstellung des Schiffschens Reagens auf der Basis von Pararosanilin (bas.) (Sigma) erfolgte nach Barger und de Lamater, aus Culling, 1974). Zur Kontrolle der histochemischen Reaktion wurden von jeder Schnittserie zur Verdauung des Glykogens zwei Objektträger vor der Färbung für 1 h bei 37°C in 1%iger  $\alpha$ -Amylase (von *Bacillus subtilis*; Sigma) inkubiert (Tsukise und Meyer, 1983; Meyer et al., 1993).

Die zytometrische bzw. densitometrische Auswertung der PJS-Färbung erfolgte bei einer Wellenlänge von 550 nm (vgl. Weissig, 1978; van der Laarse et al., 1992) am Zeiss-Mikroskop-Photometer MPM 01K bei 40facher Objektivvergrösserung, mit Lochblenden von 0,1 und 0,25 mm Durchmesser und enger Schrittweite. In diesem Rahmen ist es möglich, die Konzentration spezifischer chemischer Komponenten des Gewebes mit beachtlicher Genauigkeit festzustellen, im besonderen auch des Glykogens (Klug, 1980; Goldstein, 1981; van der Laarse et al., 1992). Zur Messung kamen je drei Schnitte von jeder Fixierung von insgesamt sechs bis acht Tieren pro Geschlecht und Monat, wobei von jeweils 10–20 Haarfollikeln immer nur die Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide in der Region zwischen Talgdrüse und Bulbus herangezogen wurden.

Zur Erfassung des Gehalts an organischem Kohlenstoff diente, unter Verwendung von Chromschwefelsäure, die sog. «wet-oxidation»-Mikromethode von Russell-Hunter et al. (1968) in der Modifikation nach Hetzel (1993). Hierzu wurden drei bis vier einzelne Haarfollikelgruppen mit jeweils ca. 20 Haarfollikeln aus formol-fixierten Hautproben aus der Schulter von vier bis sechs weiblichen Tieren unter Abtrennung von Bindegewebe herauspräpariert und drei oder vier solcher Proben pro Monat gepoolt und analysiert.

Berechnet wurde der Mittelwert ( $\pm$  SEM) der densitometrischen Messungen aus beiden untersuchten Körperregionen pro Monat (jeweils Einzelmesswerte von  $n = 2500$ – $3300$ ), bzw. der Mittelwert ( $\pm$  SEM) aller Tiere ( $n = 6$ – $8$ ) pro Monat für die biochemische Analyse des organischen Kohlenstoffgehalts. Nach Überprüfung auf Normalverteilung folgte mit Hilfe des t-Tests nach Student die Ermittlung möglicher Signifikanzen zwischen den einzelnen Monatswerten, insbesondere der Minima und Maxima.

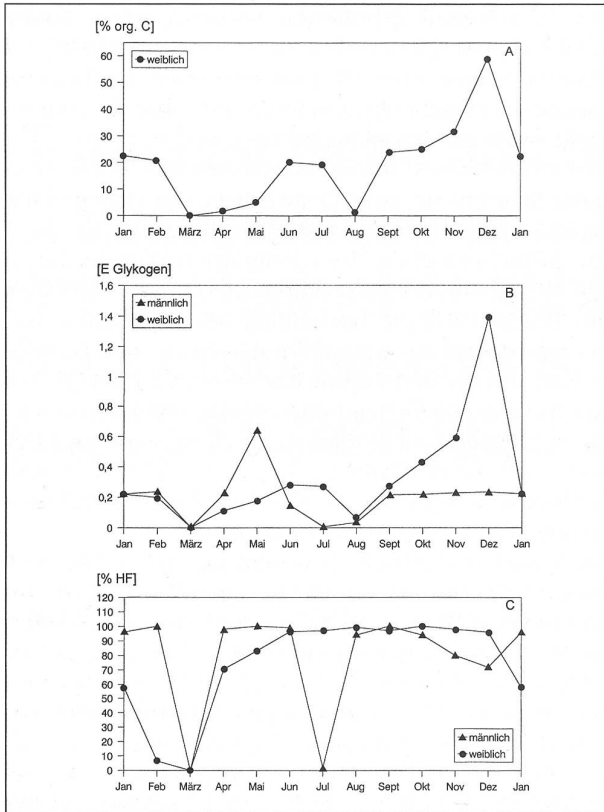
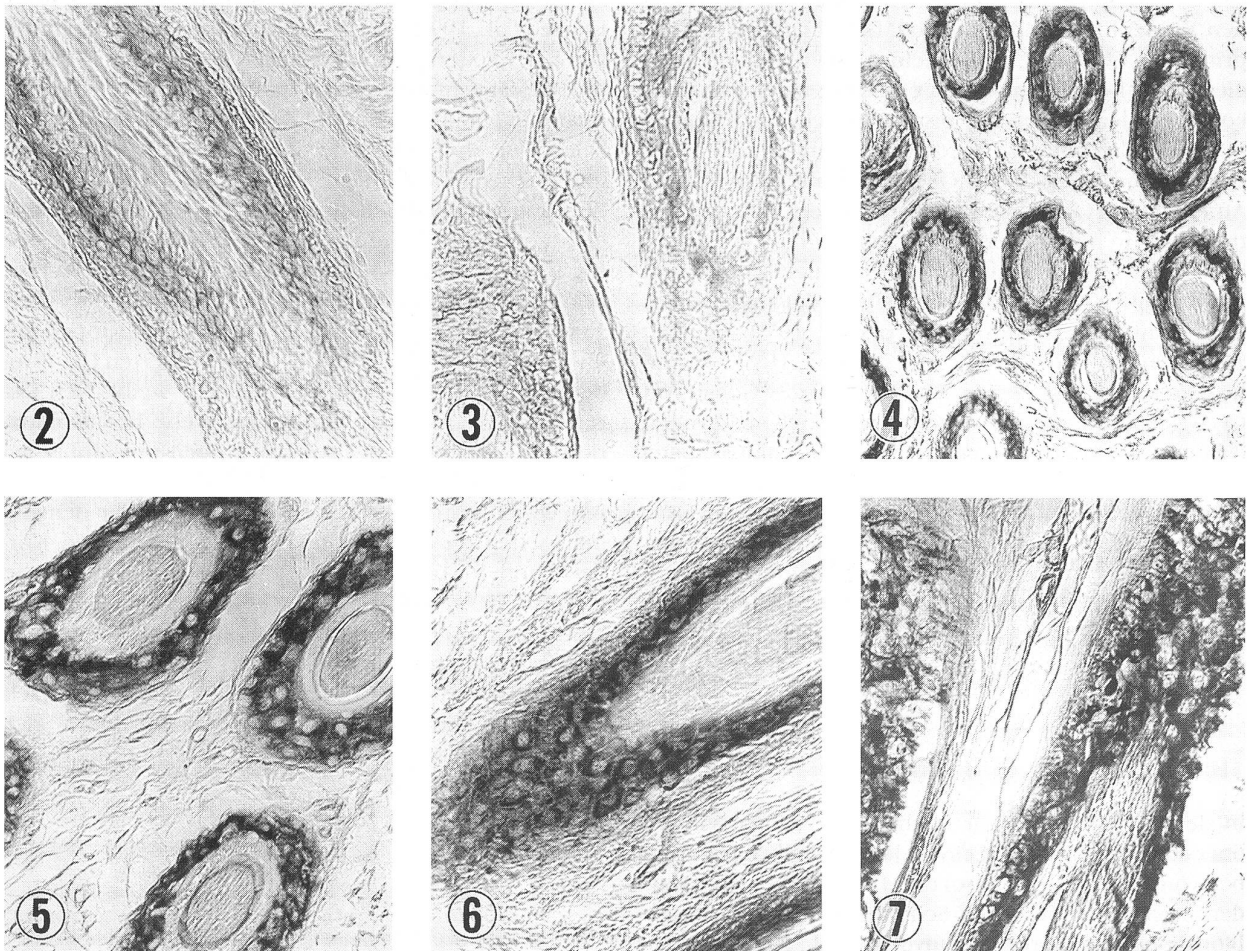


Abbildung 1: Jahreszyklische Entwicklung des Gehalts an Glykogen und organischem Kohlenstoff in den Haarfollikeln; A - organischer Kohlenstoff [org. C] in % der Zunahme bezogen auf den Monat März; B - densitometrisch erfasster Glykogengehalt als Extinktion [E] nach PJS-Färbung; C - Anteil glykogenhaltiger Haarfollikel in % der Gesamtpopulation der Haarfollikel. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung der Standardabweichung verzichtet, die zwischen 5 und 11% lag.

Abbildung 2: Positiver Glykogenachweis (PJS-Färbung) in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide eines Telogenhaarfollikels, 140x; Abb. 3-7: Jahreszeitliche Entwicklung der PJS-Färbung von Glykogen in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide von Anagenhaarfollikeln am Beispiel weiblicher Tiere; 3-April, 135x; 4-Juli, 50x; 5-September, 120x; 6-November, 130x; 7 - Dezember, mit einer hohen intrazellulären Glykogenmenge in typischer Verklumpung, die das lichtmikroskopische Bild verwischt, deren Konzentration aber in der densitometrischen Messung deutlich wird, 130x.





## Ergebnisse

Die histochemischen und biochemischen Befunde zum Gehalt und zur Verteilung von Glykogen in den Haarfollikeln der Türkischen Angoraziege zeigen eindeutig eine jahreszyklisch differenzierte Entwicklung (Abb. 1, A-C). Glykogen findet sich dabei in z.T. beträchtlichen Mengen in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide anagener Haarfollikel, und zwar im wesentlichen in einer Region, die mit der Wachstumszone oberhalb des Bulbus beginnt, die folgende keratogene Zone umfasst und sogar bis dicht unterhalb der Talgdrüsen reichen kann. Intrazellulär liegt das Glykogen meist relativ feingranulär und homogen im Zytoplasma verteilt vor; nur in den Wintermonaten werden bei hohen Mengen massive Verklumpungen des Glykogens offenkundig (Abb. 3-7). Besonders bei den weiblichen Tieren der untersuchten Türkischen Angoraziegen ist die histochemisch darstellbare Glykogen-Menge im Monat Dezember sehr bemerkenswert. Darüber hinaus fällt auf, dass auch die äussere epitheliale Wurzelscheide proximaler Anteile von Haarfollikeln in der Telogenphase im Frühjahr (Januar-März) Glykogen enthält (Abb. 2). Die biochemische Analyse ergibt in Relation zu den histochemischen Befunden Mengen von  $7,61 (\pm 1,14) \mu\text{g}/\text{mg}$  (Trockengewicht) an organischem Kohlenstoff im Mittelwert aller Haarfollikel [Maximalwert im Dezember:  $21,56 \pm 1,08 \mu\text{g}/\text{mg TG}$ ]. Die Berechnung erfolgte auf der Basis des Null-Wertes im März, so dass nur entsprechende Zunahmen bei Wachstumsphasen berücksichtigt wurden, entsprechendes gilt für die prozentuale Berechnung der Zunahme von organischem Kohlenstoff im Jahresverlauf (Abb. 1 A).

Besonderes Interesse gebührt den Befunden zum jahreszyklischen Verlauf des Gehalts an Glykogen bzw. organischem Kohlenstoff in den Haarfollikeln der Türkischen Angoraziege. Histochemisch-densitometrische wie biochemische Ergebnisse unterstreichen für männliche und weibliche Tiere einen klaren zweiphasigen Zyklus der Ansammlung beider Substanzen (Abb. 1; A, B). Im Frühjahr (März) und im Spätsommer (August) finden sich die jeweiligen Minima, während im Mai/Juni und Dezember die Maxima auftreten; Minima und Maxima unterscheiden sich in beiden Geschlechtern signifikant ( $p < 0,01$ ). Im Unterschied zu den densitometrischen Messungen finden sich bei einfacher Auswertung des Anteils glykogenhaltiger Haarfollikel pro Monat (Abb. 1C) bei weiblichen Tieren vom April des einen Jahres bis zum Februar des nächsten Jahres anteilig meist 80% - 100% solcher Haarfollikel innerhalb der gesamten Haarfollikelpopulation. Bei männlichen Tieren wird dagegen auch für diese Parameter noch ein eher zweiphasiger Verlauf ersichtlich.

## Diskussion

Grundsätzlich entsprechen die Ergebnisse zur follikulären wie intrazellulären Verteilung von Glykogen den Befunden von verschiedenen anderen Säugetierspezies

(vgl. z.B. Orwin, 1979; Tsukise und Meyer, 1983; Freinkel, 1983; Schwarz und Meyer, 1994). Auch die Mengen an organischem Kohlenstoff lassen sich in etwa mit Befunden vom Menschen bzw. höherer Primaten vergleichen (Uno et al., 1968; Ohkawara, 1976). Herausragende Bedeutung besitzt jedoch der nachgewiesene jahreszyklische Verlauf des Gehalts an Glykogen, der ohne weiteres mit dem Wachstum der Haare zu korrelieren ist, denn Glykogen sammelt sich in Phasen geringer Stoffwechselaktivität in den Zellen der äusseren epithelialen Wurzelscheide an, um in stark proliferativen Phasen zur Energieproduktion herangezogen zu werden (Freinkel, 1983). Der Glukose-Verbrauch ist dabei im wachsenden Anagen-Haarfollikel doppelt so hoch wie im physiologisch ruhenden Telogen-Haarfollikel (Adachi und Uno, 1968; Freinkel, 1983). Die - im Vergleich mit den männlichen Tieren - im Winter sehr hohen Glykogenwerte bei weiblichen Tieren stehen eventuell mit dem Alter der untersuchten Ziegen in Beziehung. D.h., die Gruppe der weiblichen Tiere hatte ein erheblich höheres Durchschnittsalter als die Gruppe der untersuchten männlichen Tiere, gerade bei älteren Ziegen findet sich aber im Herbst und Winter normalerweise eine grössere Anzahl langsam oder nicht wachsender Haarfollikel als im Frühjahr (Margolena, 1974).

Aus den eigenen Untersuchungsergebnissen von der Türkischen Angoraziege ist für beide Geschlechter ein zweiphasiges Wachstum der Haare abzuleiten, d.h., es wird ein eher ursprüngliches Merkmal offenkundig, das prinzipiell auf einen Frühjahrs- und einen Herbsthaarwechsel hinweist (Johnson, 1977; Meyer et al., 1980). Ein derartiger Aspekt ist bei Angoraziegen aus den Hochzuchtgebieten Südafrika und Texas nicht mehr sichtbar, aber auch von der Kaschmirziege und anderen Ziegenrassen nicht bekannt, so dass deren Haarwachstum einphasig (Frühjahr) erscheint (Jones et al., 1935; Ryder, 1966; Clarke und Smith; 1975; Stapleton, 1985; Pfaff et al., 1988). Für diese Tiere fehlen andererseits Informationen zum jährlichen Ablauf des Energiestoffwechsels. Grundsätzlich bestätigen unsere histochemischen Befunde jedoch, dass bei - weiblichen - Türkischen Angoraziegen, entsprechend der Ergebnisse von Tieren der gleichen Rasse aus südafrikanischer, texanischer und australischer Zucht (Stapleton, 1985; Evans, 1985), speziell im Frühjahr ein erhöhtes Haarfaserwachstum existiert. Die jahreszyklischen Befunde von der Türkischen Angoraziege verweisen allerdings dann auf ein einphasiges Haarwachstum, wenn man sich ausschliesslich auf die Anzahl von glykogenhaltigen Haarfollikeln pro Monat verlässt. Zur eindeutigen Erkennung von Haarwachstumszyklen leistet also eine histochemisch-densitometrische Auswertung wesentlich bessere Dienste.

Unter Einbeziehung unserer Beobachtungen zur jahreszyklischen Ansammlung von Fett in der Hypodermis, die sich einphasig mit einem Maximum im Sommer vollzieht (Sağlam et al., 1994), könnten sich im Vergleich mit den vorliegenden Befunden auf den ersten Blick gewisse Diskrepanzen für den Verlauf des Energiestoffwechsels in der Haut der Türkischen Angoraziege ergeben. Es muss

aber betont werden, dass im Normalfall im Integument auf Fettsäuren zur Energiegewinnung zurückgegriffen wird (Freinkel, 1964, 1983). Nur wenn Extra-Energie benötigt wird - z.B. bezogen auf ein langes und intensives Wachstum der Anagen-Haarfollikel bei der Angoraziege - spielt Glykogen eine hervorragende Rolle (Nguyen und Keast, 1991). Dies gilt auch für Hungerperioden, wie sie bei der Türkischen Angoraziege im Spätherbst und Winter vorkommen. Glykogen aus der Haut wird nur dann direkt durch andere energiefordernde Organsysteme genutzt - z.B. von der Muskulatur durch erhöhte Bewegungsaktivität - wenn ein dringender Notfall besteht, und auch erst in der letzten Phase einer längeren Hungerperiode (Pietrzyk und Gjorski, 1980; Cherel et al., 1988; Nguyen und Keast, 1991).

## Literatur

- Adachi K., Uno H.* (1968): Pentose phosphate pathway in growing hair follicles. *Am. J. Physiol.* 37, 381-386.
- Burck H.-C.* (1973): Histologische Technik. Georg Thieme, Stuttgart.
- Cherel Y., Burnol A.F., Leturque A., Le Mabo Y.* (1988): *In vivo* glucose utilization in rat tissues during the three phases of starvation. *Metabolism* 37, 1033-1039.
- Clarke W.H., Smith J.D.* (1975): A preliminary evaluation of mohair production and the potential of Angora goats in three eastern states. *J. Aust. Inst. Agr. Sci.* 41, 220-224.
- Culling C.F.A.* (1974): Handbook of Histopathological Techniques. 3rd ed., Butterworth, London, Boston.
- Deville E.R., Galbraith H.* (1992): Effect of dietary protein level and yeast culture on growth, blood prolactin and mohair fibre characteristics of British Angora goats. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 38, 123-133.
- Evans J.V.* (1985): The Angora mohair industry in Australia: a historical perspective. *Refr. Crs. Vet. Goats (Sidney)* 52, 52-72.
- Forstlind B.* (1979): Die wachsende Anagenphase. In: Haar und Haarkrankheiten. C.E. Orfanos (Hrsg.), pp. 51-75. Fischer, Stuttgart, New York.
- Freinkel R.K.* (1964): Carbohydrate metabolism in the skin. In: The Epidermis. W. Montagna, W. C. Lobitz (eds.), pp. 485-492. Acad. Press, New York, London.
- Freinkel R.K.* (1983): Carbohydrate metabolism of epidermis. In: Biochemistry and Physiology of the Skin. L.A. Goldsmith (ed.), pp. 328-337. Oxford Univ. Press, New York, Oxford.
- Goldstein D.J.* (1981): Errors in microdensitometry. *Histochem. J.* 13, 251-267.
- Hetzel U.* (1993): Aspekte der Viviparie bei Sphaeriidae. Mit dem Untersuchungsschwerpunkt *Musculium lacustre* (O. F. Müller 1774) (Bivalvia, Eulamellibranchiata). Diss. rer. nat., Univ. Hannover.
- Huston J.E.* (1982): Nutrition of fiber producing goats. *Proc. 3rd Int. Conf. Goat Prod. Disease, Scottsdale AZ*, 261-263.
- Johnson E.* (1977): Seasonal changes in the skin of mammals. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 39, 373-404.
- Jones J.M., Warwick B.L., Dameron W.H., Davis S.P.* (1935): Effect of age, sex, and fertility of Angora goats on the quality and quantity of mohair. *Texas Agr. Exp. Stat., Bull. No. 516*, 5-33.
- Klug H.* (1980): Histo- und Zytphotometrie. Fischer, Jena.
- Margolena L.* (1974): Mohair histogenesis, maturation and shedding in the Angora goat. *U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Serv. Tech., Bull. No. 1495*, 1-8.

### Examens histochimiques et biochimiques des cycles annuels du métabolisme énergétique dépendant des hydrates de carbone dans les follicules pileux de chèvres turques Angora

Avec l'aide de biopsies, le cycle annuel de la variation de l'accumulation de glycogène et de carbone organique dans les follicules pileux est présenté. Les observations sont basées sur des méthodes d'examen histochimique et biochimique. L'analyse histochimique-densitométrique du contenu en glycogène dans les cellules de la gaine extérieure de la racine épithéliale a clairement démontré un cycle annuel avec des maximums en mai/juin et décembre ainsi que des minimums en mars et août. Les follicules pileux contenaient en moyenne 7,61 µg/mg (max. 21,56 µg/mg) de PS de carbone organique avec un cycle annuel correspondant. Les observations sont discutées en relation avec le métabolisme énergétique du follicule pileux. En particulier, il est mentionné qu'un cycle en 2 phases de la croissance du poil de la chèvre turque Angora est évident alors que d'autres méthodes ne le détectent pas.

### Studio biochimico e istochimico dell'aspetto ciclico annuale sul metabolismo energetico dipendente dai carboidrati nei follicoli dei peli della capra angora turca

Con l'aiuto di materiale ottenuto mediante delle biopsie viene descritto la variazione ciclica annuale dell'accumulo di glicogeno e carbonio organico nei follicoli dei peli. I risultati si basano su metodi di analisi istochimici e biochimici. L'analisi istochimica - densitometrica del contenuto di glicogeno delle cellule esterne epiteliali della guaina della radice mostrano un chiaro ciclo annuale con punti massimi in maggio/giugno e dicembre e punti minimi in marzo e agosto. I follicoli dei peli contenevano mediamente 7.61 µg/mg di carbonio organico (massimo 21.56 µg/mg) per sostanza secca con un conseguente ciclo annuale. I risultati vengono discussi in relazione al metabolismo energetico del follicolo del pelo. Inoltre viene fatto rilevare che con questo metodo è possibile determinare un ciclo bifasico della crescita del capello della capra angora turca, fatto, che con altri metodi passerebbe inosservato.

- Meyer W, Neurand K, Schwarz R. (1980): Der Haarwechsel der Haussäugetiere - III. Der Haarwechsel bei Schaf und Ziege. Dtsch. tierärztl. Wschr. 87, 346-353.
- Meyer W, Sağlam M, Tanyolaç A, Schwarz R. (1993): Carbohydrate histochemistry of skin glands in the Turkish Angora goat. Eur. J. Morph. 31, 157-167.
- Nguyen D.T., Keast D. (1991): Energy metabolism and the skin. Int. J. Biochem. 23, 1175-1183.
- Obkawara A. (1976): Glycogen metabolism and cyclic AMP in the hair follicle. In: Biology and Disease of the Hair. T. Kobori et al. (eds.), pp. 247-255. Univ. Park Press, Baltimore, London, Tokyo.
- Orwin D.F.G. (1979): The cytology and cytochemistry of the wool follicle. Int. Rev. Cytol. 60, 331-374.
- Pearse A. G. E. (1980/1985): Histochemistry. Theoretical and Applied, Vol.1 (1980), Vol.2 (1985). Churchill-Livingstone, Edinburgh, London, New York.
- Pfaff G., Matter H.E., Steinbach J. (1988): Untersuchungen zur Dynamik des Wollwachstums bei Ziegen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 95, 178-181.
- Pietrzyk K., Gjorski J. (1980): Effect of exercise on glycogen level in the skin of the rat. Acta Physiol. Pol. 31, 571-573.
- Reis P.J. (1989): The influence of absorbed nutrients on wool growth. In: The Biology of Wool and Hair. G.E. Rogers et al. (eds.), pp. 185-203. Chapman and Hall, London, New York.
- Russell-Hunter W.D., Meadows R.T., Apley M.L., Burky A.J. (1968): On the use of a «wet-oxidation» method for estimates of total organic carbon in mollusc growth studies. Proc. Malac. Soc. Lond. 38, 1-11.
- Ryder M.L. (1966): Coat structure and seasonal shedding in goats. Anim. Prod. 8, 289-302.
- Sağlam M., Meyer W, Schwarz R., Tanyolaç A. (1994): Mikroskopische Untersuchungen an der Haut der Türkischen Angoraziege. III. Jahreszyklische Aspekte des Wachstums von Talgdrüsen und Hypodermis. Dtsch. tierärztl. Wschr. 101, 343-346.
- Schwarz R. (1992): Haarwachstum und Haarwechsel - eine zusätzliche funktionelle Beanspruchung der Haut - am Beispiel markhaltiger Primärhaarfollikel. Kleintierpraxis 37, 67-73.
- Schwarz R., Meyer W. (1994): Haut und Hautorgane. In: J. Frewein, B. Vollmerhaus (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze, pp. 316-340, Blackwell, Berlin.
- Schwarz R., Sağlam M., Tanyolaç A., Aşti R., Özcan Z., Meyer W. (1991): Mikroskopische Untersuchungen an der Haut der Türkischen Angoraziege. II. Funktionelle Morphologie der Haarfollikel. Dtsch. tierärztl. Wschr. 98, 297-303.
- Shahjalal M.D., Galbraith G., Topps H. (1992): The effects of changes in dietary protein and energy on growth, body composition and mohair fibre characteristics of British Angora goats. Anim. Prod. 54, 405-412.
- Stapleton D.L. (1985): Mohair Production Science. Cudal Mohair Stud, Cudal NSW.
- Tanyolaç A., Meyer W, Sağlam M., Özer A., Özcan Z., Müftüoğlu S., Schwarz R. (1989): Mikroskopische Untersuchungen an der Haut der Türkischen Angoraziege. I. Hautschichten. Dtsch. tierärztl. Wschr. 96, 498-503.
- Tsukise A., Meyer W. (1983): Histochemistry of complex carbohydrates in the hairy skin of the domestic pig. Histochem. J. 15, 845-860.
- Uno H., Adachi K., Montagna W. (1968): Glycogen contents of primate hair follicles. J. Invest. Dermatol. 51, 197-199.
- Van der Laarse W.J., Van Noort P., Diegenbach P.C. (1992): Calibration of quantitative histochemical methods: estimation of glycogen content of muscle fibers using the PAS reaction. Biotech. Histochem. 67, 303-308.
- Weissig K. (1978): Histophotometrische Prüfung von Pararosanilinen und Fuchsinen auf ihre Brauchbarkeit für die quantitative PAS-Reaktion. Histochemistry 58, 121-127.
- Zaun H. (1968): Histologie, Histochemie und Wachstumsdynamik des Haarfollikels. In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, Ergw. I/1. J. Jadassohn (Hrsg.), pp. 143-183. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

## Dank

Wir danken Frau K. Tüte, Frau B. Hassfurther und Herrn Dr. Th. Bartels für ihre wertvolle Unterstützung.

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. W. Meyer, Institut für Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover, Postfach 711180, D-30545 Hannover

Manuskripteingang: 13. März 1995