

技術レポート

ヤギ乳はヒトにやさしい

— ヤギ乳と牛乳の比較 —

田中 桂一・佐藤 響太

(財)北海道農業企業化研究所, 北海道樺戸郡浦臼町 061-0600

1. はじめに

ヤギは全世界で毎年、2～3%、アジアでは4%、アメリカでも1%増加している。なかでも韓国ではヤギ飼育が活発になり、10%以上増加を示し、現在、約50万頭飼育されている。一方、日本では昭和30年頃のピーク時には約70万頭も飼育されていたが、現在では2～3万頭と僅かしか飼われていない。

表1に1980年から1999年までの20年間の世界の家畜飼養頭数と乳生産量の変化を示したが、ヤギの飼養頭数が50%以上と最も増加しており、それに伴ってヤギ乳生産量も大きく増加している。さらに、ヤギ乳は開発途上国ではほとんどが自家用で正式なデータがないために、実際の生産量はFAOの統計より多いと推定されている。

ヤギは主に開発途上国の人々に乳と肉を提供してきた、いわゆる“貧しい人々の牛”として飼育されている。一方、フランスや地中海沿岸の国々ではヤギ乳はチーズやヨーグルトなどの乳製品として、牛乳の乳製品とは異なった風味を持つものとして古くから愛好されている。この傾向は、経済の繁栄に伴って生活が豊かとなり、食通家が多くなり、グルメ化を促し、ヤギ乳チーズなどの消費がアメリカなどで盛んになり、ヨーロッパからのヤギ乳製品の輸入が年々多くなっており、高級食料品としてヤギ乳製品が評価されている。

ヤギ乳のもう1つの利用は、牛乳アレルギーや消化器系の弱いヒトの悩みを解消させるということでアメリカなどの開発国において認識され、開発途上国の“貧しい人々の牛”とは全く異なったものであり、現在、多くの国のヒトによって求められ、需要が増大している。

わが国では、ヤギ乳やその乳製品に関してはほとんど認識されていない。さらにヤギ乳やヤギ肉は臭いという先入観を多くのヒトが持っており、観念的に嫌がっているヒトも多い。しかしヤギ乳には不快な臭いはない。ヤギ乳は周辺の臭いを吸着する性質が強く、ヤギの体臭(特に雄ヤギの体臭は強烈)、舎内の糞尿臭やサイレージなどの臭いを吸着するためである。注意

して飼育管理し、搾乳、処理したヤギの乳はほとんど嫌な臭いはなく、また、ヤギ乳から製造したチーズ、ヨーグルト、アイスクリームなどの乳製品も牛乳からのそれらとは一味違った美味しいものである。特に、ヤギ乳チーズは牛乳チーズより淡白なものが多いが、独特の風味があり、チーズの初心者には食べやすい種類が多いと思う。わが国においても僅かではあるが、山羊乳チーズの愛好者が増えており、デパートのチーズコーナーにはフランスなどから輸入したヤギ乳チーズが目につくようになってきた。国内でも飲用ヤギ乳の生産、ヤギ乳チーズの製造販売が小規模であるが始められている。

本稿では、ヤギ乳はいかに栄養的に優れたものであるかを紹介し、乳および乳製品の選択肢の1つにヤギ乳およびその乳製品が加えられ、ヤギ乳の消費拡大を図り、牛に比べて低質な飼料、未利用資源である作物残渣、農業副産物、山林・原野、遊休地などを有効利用できる可能性のあるヤギを産業動物として見直されることを願うものである。

2. ヤギ乳の栄養学的な研究(牛乳アレルギーにヤギ乳は効果があるのか)

ヤギ乳がヒトの栄養面で優れていることは主に経験的なことに基づいて言われていた。ヤギ乳がヒトの栄養および健康面で最初に注目されたのは牛乳タンパク質による食物アレルギーがヤギ乳では発生しにくいという報告からである(Walker, 1964)。

牛乳アレルギーの発生率はアメリカでは1,000人に1人といわれているが、国や年齢によって異なっている。牛乳には動物実験によって抗体が示されている18種類の異なったタンパク質が含まれており、そのなかで β -ラクトグロブリンは人乳には含まれていないので、牛乳中で最も問題になるタンパク質と思われたが、その後の研究では β -ラクトグロブリンとカゼインのアレルギー誘発性には差がなく(BUERGİN-WOLFFら, 1980; TAYLOR, 1986)、アレルギー誘発性はホエータンパク質よりカゼイン(α_s -と β -カゼイン)に対しての方が大きく、特に、 α_{s1} -カゼインがアレルギー誘発物質であることが報告され、このカゼインを含んで

いないヤギ乳ではアレルギーは少ない(KAISER, 1990).

牛乳アレルギーは3歳までの幼児の2.5%が持っているといわれ、3歳以下の幼児では12~30%、スカンジナビアでは7~8%、地域によっては20%と高い。イタリアでの調査でも2歳以下の幼児の3%が牛乳アレルギーであるといわれている。フランスでは20年以上にわたって牛乳アレルギー患者の臨床研究で牛乳をヤギ乳に替えることで牛乳アレルギー子供の93%に改善が認められ、ヤギ乳は牛乳に比べてアレルギーが少なく、消化性が良いことから子供の栄養に優れているとして推奨されている(REINERTとFABRE, 1997;GRZESIAK, 1997)。日本の幼児では鶏卵、牛乳、大豆が三大アレルギー対策検討委員会によるアンケート調査では3歳児で8.6%、小学1年生で7.4%、5年生で6.2%、中学2年生で6.3%、成人でも9.3%と高い罹患率を示している。乳幼児に多く見られる牛乳アレルギーの対策として、カゼインを加水分解したミルク、アミノ酸合成乳あるいは大豆乳が利用されているが、大豆乳は大豆自体の抗原性が強いいため、大豆に対する過敏性を誘発する可能性がある。牛乳アレルギーはヤギ乳によって、30~40%が解決したとする報告、幼児50人中49人がヤギ乳によって効果があったとの報告もある(HAENLEIN, 2004)ので、わが国でも乳幼児の人工ミルクにヤギ乳の利用を考えたらどうだろうか。

3. ヤギ乳は牛乳より栄養的に優れている

ヤギ乳が牛乳に比べて栄養的に優れているという研究は古く、1952年に38人の子供に5ヶ月間ヤギ乳か牛乳を飲用させて実験した結果、牛乳に比べてヤギ乳を飲用した子供の体重、身長、骨格、さらに血清中のビタミンA、B1、B2、ナイヤシン、Caおよびヘモグロビン濃度が勝っていたことが報告された(MACK, 1952)。その後、ラットでも同様な結果を得ている(PARKら, 1986)。

小腸末端を50%切除し、栄養失調状態にしたラット

表2 ヤギ乳および牛乳タンパク質の比較

	ヤギ乳			牛乳		
	乳中	総タンパク質中 (%)	カゼイン中	乳中	総タンパク質中 (%)	カゼイン中
総タンパク質	3.3			3.1		
総カゼイン	2.7	82		2.6	84	
α _{s1} -カゼイン	0.1	3	5	0.9	29	35
α _{s2} -カゼイン	0.7	21	25	0.3	10	10
β-カゼイン	1.4	42	50	1.0	32	40
κ-カゼイン	0.5	15	20	0.4	13	15
ホエータンパク質	0.6	18		0.5	16	
α-ラクトアルブミン	0.2	6		0.1	3	
β-ラクトグロブリン	0.4	12		0.3	10	
血清アルブミン	0.1	3		0.1	3	

表1 世界の家畜数と年間ミルク生産量
1980年と1999年の比較 (FAO, 2001)

	1980	1999	増減(%)
家畜頭数 (100万頭)			
ヤギ	458	710	+55
水牛	122	159	+30
ブタ	796	913	+15
ウシ	1216	1338	+10
ヒツジ	1096	1069	-3
ミルク生産量 (1000MT)			
ヤギ	7720	12161	+58
水牛	44296	60334	+36
ウシ	423034	480659	+14
ヒツジ	7887	8026	+2

に餌の一部として牛乳の代わりにヤギ乳を給与すると消化率、鉄や銅の吸収が有意に改善され、貧血予防効果が観察され、さらに脂肪吸収や体重増加が牛乳給与時より優れていた(BARRIONUEVOら, 2002)。ヤギ乳と牛乳中の脂肪球の大きさは1以下から10μmの範囲内であるが、ヤギ乳は牛乳に比べて小さなサイズの脂肪球の占める割合が多い。小さな脂肪球は表面積が大きく、消化管内でリパーゼ作用を受けやすく速やかに分解されるためにヤギ乳脂肪のほうが牛乳のそれより消化率が高いのであろう(JANDAL, 1996)。

わが国ではヤギ乳に関する臨床研究はほとんどなされていないが、アルジェリアでは栄養失調の64人の幼児に牛乳に替えてヤギ乳を飲用させると、小腸での脂肪吸収率が有意に改善されたという報告、またマダガスカルでは栄養失調で入院中の1から5歳の幼児、30人に通常の食事の他に牛乳かヤギ乳のどちらかを2週間飲用させた結果、体重増加はヤギ乳の方が9%優れていた(ヤギ乳8.53±1.37g/体重kg/日、牛乳7.82±1.93g/体重kg/日)として、ヤギ乳の飲用を推奨している(RAZAFINDRAKOTOら, 1993)。

ヤギ乳、牛乳、人乳の成分組成の比較は日本食品標準成分表を参照されたい。

4. ヤギ乳中タンパク質

ヤギ乳タンパク質はカゼインとホエータンパク質であり、カゼインは α -、 β -、 κ -および γ -カゼインから、ホエータンパク質は α -と β -ラクトグロブリンから構成されており、牛乳タンパク質と類似している(表2)。しかし遺伝的な形質や出現頻度は牛乳とは異なっており、構成しているカゼイン組成は非常に異なっている(MARTIN, 1993)。 α -カゼインは α_{s1} -と α_{s2} -があり、牛乳の主要 α_{s1} -カゼインは α_{s1} -カゼインである。一方、ヤギ乳では α_{s2} -カゼインを多く含有し、 α_{s1} -カゼインは僅か、あるいはほとんど含有していない。この α -カゼインタイプの違いはタンパク質アミノ酸鎖中のアミノ酸配列の違いであり、それがアレルギー、消化性、チーズの特性、ヤギ乳製品の味覚に反映している(RYSTADら, 1990)。牛乳中 α_{s1} -カゼインの分解によって生成するペプチドには苦味があるが、このカゼイン濃度が低いか全く含有していないヤギ乳チーズは牛乳チーズよりも苦味が少ない(PELLISSIERとMANCHON, 1976)だけでなく、ヤギ乳はアレルギー発症が低く、レンネット凝固に時間がかかり、生成するカードは柔らかくヒトの消化性は良く、また熱に安定である(AMBROSOLIら, 1988)。その他、ヤギ乳中には β -カゼインを牛乳より多く含有しており、そのために浮遊しているカゼインミセルも牛乳とは著しく異なっており、ミセルサイズは小さく(ヤギ乳: 80nm以下、牛乳: 平均150nm)、完全に凝固、沈殿する速度は遅い。また、CaとP含量が多い(JENNESS, 1980)。

表3 ヤギ乳および牛乳中タンパク質のアミノ酸含量

	ヤギ乳 (g/100g milk)	牛乳	牛乳との差 (%)
必須アミノ酸			
トリプトファン	0.044	0.046	
セレオニン	0.163	0.149	+ 9
イソロイシン	0.207	0.199	+ 4
ロイシン	0.314	0.322	
リジン	0.290	0.261	+ 11
メチオニン	0.080	0.083	
シスチン	0.046	0.030	+ 53
フェニルアラニン	0.155	0.159	
チロシン	0.179	0.159	+ 13
バリン	0.240	0.220	+ 9
非必須アミノ酸			
アルギニン	0.119	0.119	
ヒスチジン	0.089	0.089	
アラニン	0.118	0.113	
アスパラギン酸	0.210	0.250	
グルタミン酸	0.626	0.689	
グリシン	0.050	0.070	
プロリン	0.368	0.319	
セリン	0.181	0.179	

(POSARI とORR, 1976)

ヤギ乳と牛乳の各種アミノ酸含量の比較を表3に示した。牛乳同様、非常にアミノ酸バランスが優れている。また10種類の必須アミノ酸のうち6種類のアミノ酸(セレオニン、イソロイシン、リジン、シスチン、チロシン、バリン)がヤギ乳のほうが牛乳より高い(POSARIとORR, 1976)。特に、50%以上も牛乳より多く含有しているシスチンはタウリンの前駆体で注目すべきである。牛乳中タウリン含量(2 μ mole/100ml)は人乳にくべて著しく低い。そのために新生児に母乳の代わりに牛乳を飲ませるとき、合成タウリンを添加することもある(HUXTABLE, 1993)。一方、ヤギ乳中タウリン含量はほぼ人乳と同レベルの113 μ mole/100ml程含まれている(HARZERら, 1984; MEHAIAとAL-KANHAL, 1992)。タウリンはヒトの体液や組織中に広く分布しており、栄養失調、ストレス、遺伝的な欠陥など以外、通常では欠乏症はみられない。しかし、新生児の発育や脳の発達にはタウリンは重要な成分であり、幼児や老人は生体内でのタウリン合成能力が劣っているために、食事として摂取することが望ましい(HUXTABLE, 1993)。このこともヒトの栄養にとってヤギ乳が優れていることを示す実証的なデータの1つである。

栄養素の吸収障害ラットでは小腸からの銅吸収がヤギ乳によって改善されたことが報告され、このことはヤギ乳中のシステイン(シスチンから作られる)含量(83mg/100g)が牛乳のそれ(28mg/100g)より高いためであろう(BARRIONUEVOら, 2002)。

ヤギ乳0.5l 飲用することで成人1日1人当りの必須アミノ酸推奨値を満たすか超えることになる(NRC, 1968)。

5. ヤギ乳中脂肪

ヤギ乳脂肪の脂肪酸組成は牛乳のそれとは異なっており、それぞれの乳脂肪の脂肪酸組成を表4に示す。ヤギ乳は牛乳に比べて $C_{6:0}$ から $C_{10:0}$ の中鎖脂肪酸および多価不飽和脂肪酸(PUFA)の $C_{18:2}$ が高く、特に、 $C_{10:0}$ は著しく高い。一方、長鎖飽和脂肪酸の $C_{16:0}$ と $C_{18:0}$ は低い。中鎖脂肪酸($C_{6:0}$ ~ $C_{12:0}$)のうち3つの脂肪酸の名称($C_{6:0}$: caproic acid, $C_{8:0}$: caprylic acid, $C_{10:0}$: capric acid)はヤギ(caprine)の乳に顕著に含まれていることから名付けられている。

$C_{8:0}$ 、 $C_{10:0}$ および中鎖脂肪酸トリグリセリド(medium chain triglycerides: MCT)は体脂肪、内臓脂肪、ウエスト/ヒップ周辺脂肪を有意に低下させることが報告されている(KASAIら, 2003)。その理由として、①MCTは舌リパーゼおよび胃酸で分解し、遊離型脂肪酸として十二指腸に到達するので腸リパーゼでの分解を必要としない、②MCTは水との親和性が高く、門脈経由で速やかに吸収され、肝臓で速やかに β -酸化され、エネルギーとして消費する、③長鎖脂肪酸と

表4 ヤギ乳および牛乳中の脂肪酸含量

脂肪酸	ヤギ乳 (g/100g milk)	牛乳	牛乳との差 (%)
酪酸 (C4:0)	0.13	0.11	
カプロン酸 (C6:0)	0.09	0.06	
カプリル酸 (C8:0)	0.10	0.04	
カプリン酸 (C10:0)	0.26	0.08	+225
ラウリン酸 (C12:0)	0.12	0.09	
ミリスチン酸 (C14:0)	0.32	0.34	
パルミチン酸 (C16:0)	0.91	0.88	
ステアリン酸 (C18:0)	0.44	0.40	
C6:0~C12:0 (総MCFA)	0.57	0.27	+111
C4:0~C18:0 (総SAFA)	2.67	2.08	+ 28
パルミトレン酸 (C16:1)	0.08	0.08	
オレイン酸 (C18:1)	0.98	0.84	
C16:1~C22:1 (総MUFA)	1.11	0.96	+ 16
リノール酸 (C18:2)	0.11	0.08	
α -リノレン酸 (C18:3)	0.04	0.05	
C18:2~C18:3 (総PUFA)	0.15	0.12	+ 25

MCFA: medium-chain fatty acids (中鎖脂肪酸); SAFA: saturated fatty acids (飽和脂肪酸); MUFA: monounsaturated fatty acids (一価不飽和脂肪酸); PUFA: polyunsaturated fatty acids (多価不飽和脂肪酸). (POSARIとORR, 1976)

異なり, MCT代謝は肝臓ミトコンドリア膜通過にカルニチンを必要としない, ④MCTは長鎖脂肪酸と比較して, ヒトでは食事誘発性体熱産生の上昇が高い, などの作用があり, そのために体蓄積脂肪低下作用を発揮すると考えられている(青山, 2004). また, ヤギ乳には相当量のカルニチンを含有 ($136 \mu\text{mol/l}$) しており (PENNAら, 1987), 長鎖脂肪酸のミトコンドリアへの通過, そこでの β -酸化を容易にしている. ヤギ乳はアトピーや糖尿病に良いともいわれている. アトピーについては科学的な証拠はないが, 最近, 脂肪細胞から血中に分泌されるホルモン, アディポネクチンが糖尿病や動脈硬化症を予防する効果のあることが知られている. このアディポネクチン分泌量は脂肪細胞が肥大化すると減少するといわれているのでヤギ乳に含まれている中鎖脂肪酸が脂肪細胞の肥大化を防ぎ, 結果として血中のアディポネクチン濃度を増加させて糖尿病の予防に効果があるのではないかと考えられる.

ヤギ乳はこのように生物医学的に優れているにもかかわらず, 最近までヤギ乳およびヤギ乳チーズやヨーグルトなどはマイナーな食品であり注目されていなかった. しかし, ヤギ乳はヒトの栄養や色々な胃腸障害などの病気に有効という医学面, さらに牛乳アレルギーを軽減するなどの大きな可能性を持っているのである.

ヤギ乳脂肪の脂肪酸組成は乳牛と同じように粗濃比, 粗飼料のタイプ, 飼料への脂肪添加などによって

ヒトの栄養に好ましい脂肪酸組成に変える研究もなされており (ALONSOら, 1999; LEDOUXら, 2002; SANZ SAMPELAYOら, 2002), より栄養価の高いヤギ乳の生産も可能になるだろう. 最近, “beneficial fat (機能性脂肪)” として, 抗ガン作用など, 様々な生理活性機能を持っているとして注目されている共役リノール酸 (CLA) が牛乳と同様, ヤギ乳およびその乳製品中にも含まれている. しかしヤギ乳での研究報告は少なく (MIRら, 1999), 現在, 著者らはヤギ乳中のCLA含量を増加させるための実験を行っている.

乳製品のフレーバーと関係ある側鎖脂肪酸は, ヤギ乳では4-エチルオクタン酸である. これには31種類の側鎖脂肪酸があり全脂肪酸1g当り0.227mgほど含まれている. そしてこれがヤギ乳独特のフレーバーを作っている. 特に, C-4とC-6脂肪酸と置き換わったモノメチル-側鎖脂肪酸はヤギ乳にしか含まれておらず, 比較的多数の側鎖脂肪酸が微量ヤギ乳には含まれている. これらの成分が牛乳チーズとは異なった風味を作る要因のひとつだろう.

また, ヤギ乳には β -カロチンを全く含んでいない. そのためヤギ乳チーズやバターは鮮やかな乳白色を呈している. これは牧草などに含まれている β -カロチンを小腸から吸収する際, ビタミンAに変えられ, ビタミンA (レチノール) として乳汁中に移行するためである.

ヤギ乳製品 (バターやチーズなど) 中にはヤギ乳以上の濃度でMCT, 不飽和脂肪酸, CLAを含有している.

WILLETとSTAMPFER (2003) はヤギ乳脂肪 (バター) の機能性を認めて、アメリカでは新しく改訂される推奨食品 (US food recommendation) にヤギ乳バターを入れることを提案している。わが国ではヤギ乳製品に対する認識が薄く、消費者への知名度は低い。しかし、ヤギ乳およびその乳製品はヒトの栄養と健康に非常に優れたものであることは今まで述べたように充分実証されている。特に、消化機能が不完全あるいは衰えなどで消化吸収能力の低い乳児や高齢者にヤギ乳およびその乳製品は最適と考えられる。今後、ヤギ乳の素晴らしさを大いにPRし、ヤギ乳およびその乳製品を一般消費者に認識してもらい、食生活の中に取り入れ食べてもらいたい。そしてヤギ乳酪農を普及させたい。

6. おわりに

通常ヤギは毎年春に2頭の子ヤギを出産するが、50%の確率でオスである。ヤギ乳およびその乳製品の価格を安くするためにはオスヤギを肉資源としての利用を考えなければならない。ヤギ肉は高タンパク質、低脂肪で牛肉、羊肉、豚肉などより低カロリーであり、Feやカルニチン含量も高く、羊肉よりヘルシーかもしれない。また、最近、強い抗酸化作用を持っているといわれているアンセリンをヤギ肉は大量に含んでいる (それぞれの肉100g中にヤギ: 202mg/100g, ウシ: 55mg, ブタ: 16mg)。アンセリンはヒト体内でのカルシウム輸送に関与しており、筋肉における呼吸を活性化することから、筋運動に重要であることが知られている。

ヤギ肉という呼び名は消費者に良いイメージをもたられないので、呼び名も重要であろう。日本獣医畜産大学助教授、小澤壮行氏はヤギ肉のイメージ転換としてネーミングが大切であり、シェーブルミートと呼ぶことを提唱している。アメリカではヤギ肉をchevon (シェボン, フランス語のchèvere (シェーブル) に羊肉のmuttonのonを付けた合成語, 体重16~22kgのヤギ肉)、若齢ヤギ肉をcapretto (カプリット, ピンク色した肉を生産するためにミルクだけで飼育した体重6~12kg子ヤギ肉) と呼んでいるようである。

ヤギ乳と同様、ヤギ肉の栄養価や特徴をもっとPRし、消費者に認識してもらうように努力する必要がある。

引用文献

ALONSO, L., J. FONTECHA, L. LOZADA, M.J. FRAGA and M. JUAREZ (1999) Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and *trans*-fatty acids. *J. Dairy Sci.* 82 : 878-884.
AMBROSOLI, R., L. Di STASIO and P. MAZZOCO (1988)

Content of α s-1 casein and coagulation properties in goat milk. *J. Dairy Sci.* 71 : 24-28.
青山敏明 (2004) 中長鎖脂肪酸トリアシルグリセロールの栄養生理機能. 機能性脂質のフロンティア (佐藤清隆, 柳田晃良, 和田俊監修), CMC出版, p. 115-119.
BARRIONUEVO, M., M.J.M. ALFEREZ, L. LOPEZ ALIAGA, M.R. SANZ SAMPELAYO and M.S. CAMPOS (2002) Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *J. Dairy Sci.* 85 : 657-664.
BUERGIN-WOLFF, A., E. SIGNER., H.M. FRIESS, R. BERGER, A. BIRBAUMER and M. JUST (1980) The diagnostic significance of antibodies to various cow's milk protein. *Eur. J. Pediatr.* 133 : 17-24.
FAO (2001) *Production Yearbook 1999*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Vol. 53. Statistical Series No. 156, Rome, Italy, p. 251.
GRZESIAK, T. (1997) Lait de chèvre, lait d'avenir pour les nourrissons. In: *Proceed. Colloque Interets Nutr. et Diet. du Lait de Chèvre*, Vol. 81. Inst. Nat. Rech. Agron. Publ., Paris, France, p. 127-148.
HAENLEIN, G.F.W. (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res.* 51 : 155-163.
HAZER, G., V. FRANZKE and J.G. BINDELS (1984) Human milk non-protein nitrogen components: Changing patterns of free amino acids and urea in the course of early lactation. *Am. J. Clin. Nutr.* 40 : 303-309.
HUXTABLE, R.J. (1993) Taurine in nutrition and development. *An Italian Newsletter on Nutrition* 5 : 1-7.
JANDAL, J.M. (1996) Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 22 : 177-185.
JENNESS, R. (1980) Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. *J. Dairy Sci.* 63 : 1605-1630.
KAISER, C. (1990) Untersuchungen zur Reindarstellung von Kuhmilchproteinen für die immunologische Differential-diagnose nutritiver Allergien. *Dissertation, Inst. Physiol. und Biochem. Nutr., Bundesanstalt für Milchwissenschaft, Universität Kiel, Kiel, Germany*, p. 153.
KASAI, M., N. NOSAKA and H. MAKI (2003) Effect of dietary medium- and long-chain tri-acylglycerols (MLCT) on accumulation of body fat in healthy humans. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 12 : 151-160.
LEDOUX, M., A. ROUZEAU and D. SAUVANT (2002) Occurrence of *trans*-C18:1 fatty acid isomers in goat milk: effect of two dietary regimens. *J. Dairy Sci.* 85 : 190-197.
MACK, P.B. (1952) A Preliminary Nutrition Study of the Value of Goat's Milk in the Diet of Children. *Yearbook*

- Am. Goat Soc. Publ., Mena, Arkansas, USA, p. 106-132.
- MARTIN, P. (1993) Polymorphisme génétique des lactoprotéines caprines. *Lait* 73 : 511-532.
- MEHAIA, M.A. and M.A. AL-KANHAL (1992) Taurine and other free amino acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft* 47 : 351-353.
- MIR, Z., L.A. GOONEWARDENE, E. OKINE, S. JAEGAR and H.D. SCHEER (1999) *Small Rumin. Res.* 33 : 137-143.
- PARK, Y.W., A.W. MAHONEY and D.G. HENDRICKS (1986) Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anaemic rats. *J. Dairy Sci.* 69 : 2608-2615.
- PELISSIER, J.-P. and P. MANCHON (1976) Comparative study of the bitter taste of enzymic Hydrolysates from cow, ewe and goat caseins. *J. Food Sci.* 41 : 231.
- REINERT, P. and A. FABRE (1997) Utilisation du lait de chèvre chez l'enfant. *Experience de Creteil*. In: *Proceed. Colloque Interets Nutr. et Diet. du Lait de Chèvre*, Vol. 81. *Inst. Nat. Rech. Agron. Publ., Paris, France*, p. 119-121.
- RAZAFINDRAKOTO, O., N. RAVELOMANANA, A. RASOLOFO, R.D. RAKOTOARIMANANA, P. GOURGUE, P. COQUIN, A. BRIENS and J.F. DESJEUX (1993) Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri? *Lait* 73 : 549-557.
- RYSTAD, G., W.J. KNUTSEN and R.K. ABRAHAMSEN (1990) Effect of threonine and glycine on the acetaldehyde formation in goat's milk yoghurt. *J. Dairy Res.* 57 : 401-411.
- SANZ SAMPELAYO, M.R. L. PEREZ, J.J. MARTIN ALONSO, L. AMIGO and J. BOZA (2002) Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. *Small Rumin. Res.* 43 : 141-148.
- TAYLOR, S.L. (1986) Immunologic and allergic properties of cow's milk protein in humans. *J. Food Protection* 49 : 239-250.
- WALKER, V. (2003) Therapeutic uses of goat milk in modern medicine. In: *Proceed. Internat. Conf. on Goats*. Bri. Goat Soc. Publisher, London, UK, p. 53. WILLET, W.C. and M.J. STAMPFER (2003) Rebuilding the food pyramid. *Sci. Am.* 288 : 64-71