

УДК 636 : 591.5.146

Каарел КАДАРИК, Эвальд РЕЙНТАМ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА И СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНО- И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В КРОВИ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

У коров кормовой протеин превращается в молочный белок значительно эффективнее, чем в мясной белок. В начале лактации основная часть азота корма расходуется на молокообразование. В разгар лактации молочная железа поглощает из артериальной крови до 50% содержащихся в ней свободных аминокислот. Также установлено, что жвачные животные могут усваивать в рубце неорганический азот не только путем превращения его в бактериальный белок, но и непосредственно в процессе всасывания в слизистой оболочке рубца и при обработке в печени. В этих органах наблюдается интенсивное поглощение аммиака с образованием мочевины, глутамина и глутаминовой кислоты (Курилов и др., 1958; Медведев, 1986; Шманенко, 1986; Leuthardt, 1977).

Количество липидов в основных кормах коров невелико. Ненасыщенные жирные кислоты рациона гидрируются в рубце. Содержание свободных или неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) крови отражает в основном мобилизацию липидов из депо и баланс экзогенных и эндогенных энергетических метаболитов (Vernon, 1981; Алиев, 1980).

Методика

Мы изучали у коров эстонской черно-пестрой породы некоторые аспекты обмена азота и НЭЖК в разгаре и конце лактации. Исследования обмена азота проводили в учебном хозяйстве «Юленурме» (Тартуский р-н) и в колхозе «9 Мая» (Пайдеский р-н). Содержание свободных аминокислот крови определяли при помощи аминокислотного анализатора ААА-339 (ЧССР). Спектр НЭЖК изучали путем газохроматографического разделения экстрагированных из сыворотки крови свободных жирных кислот у коров учхоза «Юленурме». При анализе полученных данных коровы были разделены на девять групп в зависимости от хозяйства, возраста (первая лактация и старше) и принадлежности к линиям. Отдельно рассматривали данные за летний и зимний периоды (таблица). В каждой группе было 6—24 коров.

Результаты исследований

Среднесуточный удой молока подопытных групп раздаиваемых коров достигал 16,1—30,4 кг, стельных коров 13,8—16,6 кг. Коэффициент использования кормового протеина первой группы достоверно превышал соответствующий показатель второй группы (таблица). В разгаре лактации он положительно коррелировал с суточным удоем ($r=0,770$).

Молочная продуктивность и содержание свободных аминокислот, глутамина (мкМ/л) и карбамида (мм/л) в крови коров

Показатели	В период раздоя				Стельные коровы в середине лактационного периода	
	зимой		летом		летом	
	\bar{x}	$\bar{x} \pm u$	\bar{x}	$\bar{x} \pm u$	\bar{x}	$\bar{x} \pm u$
Количество наблюдений	157		137		29	
Коэффициент использования протеина, %	28,2	27,3 29,1	27,8	27,0 28,7	23,9	21,7 26,0
Продукция молочного белка, кг/сут	0,74	0,71 0,77	0,69	0,67 0,72	0,53	0,48 0,58
Незаменимые аминокислоты	920	877 964	1141	1098 1184	1340	1272 1409
Заменимые аминокислоты	1232	1172 1294	1278	1228 1329	1516	1437 1595
Орнитин	50	47 53	54	51 58	74	66 82
Цитруллин	67	62 71	79	73 84	67	51 83
Аргинин	125	114 137	162	152 171	217	200 234
Карбамид	5,31	4,82 5,80	5,53	5,06 5,99	8,28	7,04 9,52
Глутаминовая кислота	99	90 108	89	82 96	158	133 182
Глутамин	484	436 533	190	177 204	194	171 217

Содержание свободных аминокислот в крови коров зависело от фазы лактации. Содержание незаменимых (рис. 1) и заменимых аминокислот, карбамида и участвующих в цикле орнитина (кроме цитруллина) аминокислот при интенсивном молокообразовании и синтезе молочного белка в разгаре лактации было достоверно ниже, чем в конце лактации. В период зимнего кормления у раздояваемых коров наблюдалось в крови высокое содержание глутамина — 484 мкМ/л (таблица).

При корреляционном анализе выяснилось: чем больше в рационе протеина на МДж энергии, тем ниже содержание карбамида в крови (рис. 2). Кроме этого, содержание карбамида положительно коррелировало с содержанием незаменимых аминокислот и аргинина (рис. 3, 4). Между аргинином и незаменимыми аминокислотами существовала тесная прямая зависимость ($r=0,731$).

Во время раздоя, как при летнем, так и при зимнем кормлении содержание всех основных НЭЖК ($C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{16:0}$, $C_{16:1}$) в плазме было в прямой и тесной зависимости от содержания сырой клетчатки и корнеплодов в рационе, а также от избытка перевариваемого протеина. Чем больше энергетическая и белковая обеспеченность коров, тем выше содержание НЭЖК крови. Обратная связь обнаружилась между содержанием сырого протеина и травянистых кормов в рационе.

Сильная положительная связь обнаружилась между НЭЖК и заменимыми аминокислотами. Из отдельных аминокислот отличались положительными корреляциями глицин, лейцин, глутаминовая кислота, пролин, лизин, а отрицательными — цитруллин, тирозин и аргинин. Содержание мочевины в крови и молоке коррелировало отрицательно с НЭЖК крови.

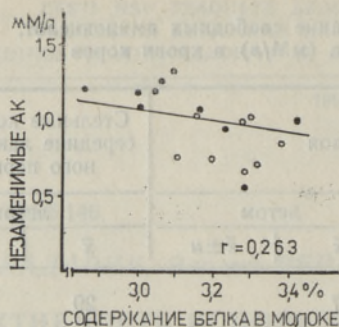


Рис. 1. Зависимость содержания незаменимых аминокислот крови от содержания белка в молоке.

○ — Зимний период кормления,
● — летний.

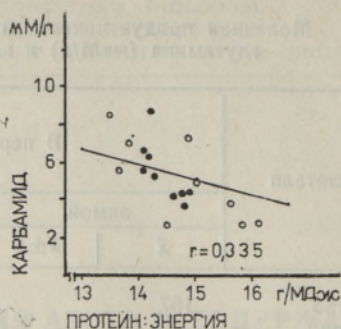


Рис. 2. Зависимость содержания карбамида в крови от соотношения протеина и энергии в рационе.

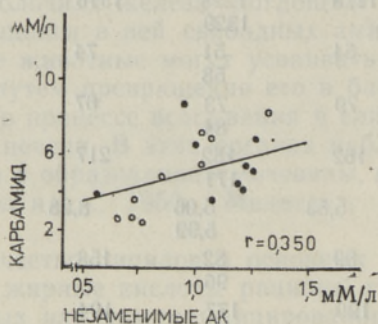


Рис. 3. Зависимость содержания карбамида в крови от концентрации незаменимых аминокислот в крови.

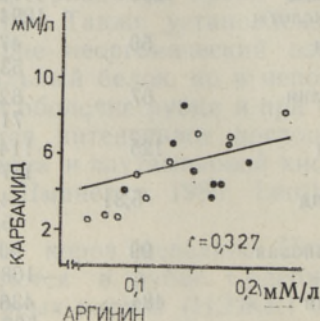


Рис. 4. Зависимость содержания карбамида в крови от концентрации аргинина в крови.

Обсуждение результатов

Мочевина является конечным продуктом протеинового обмена с высоким содержанием азота. Она свободно диффундирует сквозь клеточные мембраны по градиенту концентрации, поступая из клетки через межклеточное пространство в плазму и оттуда в свою очередь в мочу и в молоко. При повышении в крови концентрации карбамида увеличивается количество неиспользованного организмом азота, т. е. увеличиваются потери азота с мочой и молоком.

В наших исследованиях в крови коров в разгар лактации при стойловом содержании был уровень карбамида на 3 мм/л ниже, а уровень глутамина на 290 мкм/л выше, чем у коров во второй половине лактации. В начальный период, т. е. в разгар лактации понижение содержания карбамида в крови и уменьшение потерь азота возникает очевидно вследствие затормаживания синтеза карбамида в печени. На это указывает уменьшение в крови содержания орнитина на 27—30% и аргинина на 25—43%.

Глутамин в отличие от глутаминовой кислоты обладает свойством проникать через клеточные мембраны и, по-видимому, используется в тканях (в том числе в секреторных клетках вымени) при синтетических процессах как транспортная и запасная форма азота.

Для оценки обеспеченности коров протеином используется иногда и показатель содержания карбамида в крови и молоке. В наших исследованиях в начале лактации, несмотря на интенсивный обмен белка и высокую концентрацию протеина в рационе, наблюдалось затормаживание синтеза карбамида и снижение его содержания в крови. Следовательно, низкое содержание карбамида в крови не всегда связано с дефицитом протеина в рационе.

Неожиданной оказалась связь между содержанием НЭЖК в крови и уровнем кормления. По-видимому, корнеплоды рациона в начальный период лактации стимулируют образование молока в такой степени, что энергообеспечение происходит путем дополнительной мобилизации липидов тела. Влияние травянистых кормов противоположное. Высокий уровень НЭЖК в крови может повышать эффективность усваивания азота, так как при этом отмечается понижение содержания карбамида в крови и молоке.

Выводы

1. Молочная железа использует при интенсивной лактации для синтеза молочного белка большое количество аминокислот, вследствие чего их содержание в крови уменьшается. Снижается и концентрация аргинина. Ввиду этого интенсивность орнитинового цикла задерживается, а содержание карбамида в крови и потери азота через почки снижаются.

2. Коэффициент использования кормового протеина является наивысшим у разданваемых коров.

3. Низкое содержание карбамида в крови не всегда выражает обеспеченность коров протеином, оно указывает на более экономное использование азота у высокопродуктивных коров.

3. Содержание НЭЖК у коров имеет прямую зависимость от содержания в рационе сырой клетчатки и корнеплодов. Повышенное содержание НЭЖК в крови сопровождается пониженным уровнем карбамида в крови и молоке.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиев А. А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. М., 1980.
Курилов Н. В., Севастьянова Н. А., Коршунов Н. В. Обмен и использование азота корма жвачными животными в зависимости от стадии воспроизводительного цикла. — В кн.: Эколого-физиологические адаптации сельскохозяйственных животных. — Мат-лы VI Всесоюз. конф. по экол. физиологии. Сыктывкар, 1985, 3—9.
Медведев И. К. Проблемы биохимии и физиологии лактации в связи с задачами повышения продуктивности молочного скота. — С.-х. биол., 1986, № 6, 13—26.
Шманенков Н. А., Автова М. Д. Особенности аминокислотного питания жвачных животных. — С.-х. биол., 1986, № 8, 3—12.
Leuthardt, F. Intermediärstoffwechsel. Berlin—New York, 1977.
Vernon, R. G. Lipid metabolism in adipose tissue of ruminants. — In: Lipid Metabolism in Ruminant Animals (ed. W. W. Christie.) Oxford, 1981, 279—353.

Эстонская сельскохозяйственная академия

Поступила в редакцию
28/IV 1987

LÄMMASTIKU KASUTAMISE EFEKTIIVSUS NING VERE VABADE AMINO- JA RASVHAPETE SISALDUS LÜPSILEHMADDEL

Laktatsiooni algul vähenes piimavalgu intensiivse sünteesi tõttu eesti mustakirju tõugu lehmade veres vabade aminohapete (sealhulgas ornitiini ja arginiini) ja karbamiidisaldus. Talvel suurenes märgatavalt glutamiinisaldus. Samal ajal söödaproteiini väärimise kasutegur oli suurim.

Uuslüksilehmadel võimaldas lämmastiku ökonoomsemat kasutamist arginiini vähenemisest põhjustatud karbamiidisünteesi inhibeerimine. Kõrge produktiivsusega uuslüksilehmadel ei väljenda vere madal karbamiidisaldus söödaproteiini defitsiiti, vaid hoopis lämmastiku ökonoomsemat kasutamist.

Niihästi talvel kui ka suvel sõltus vere vabade rasvhapete sisaldus uuslüksiperioodi ratsioonist: juurvilja ja toorkiuga oli seos positiivne, rohusöötaodega negatiivne. Ilmselt tingis piimasekretsioon kõrgetoodangulistel lehmadel vajaduse täiendavaks kehalipiidide mobiliseerimiseks. Vere suure rasvhapete sisaldusega kaasnes karbamiidi vähenemine väljutamine uriini ja piimaga. Vere vabade rasv- ja aminohapete vahel oli palju korrelatiivseid seoseid.

Kaarel KADARIK, Evald REINTAM

NITROGEN UTILIZATION EFFICIENCY AND CONTENT OF THE BLOOD FREE AMINOACIDS AND FATTY ACIDS IN DAIRY CATTLE

As a result of intensive milk protein synthesis in the first stage of lactation the free amino acid content in blood decreases. The blood urea, ornithine and arginine content reduces as well. In winter the glutamine content of blood increases. However, the efficiency of feed protein conversion into milk protein is high. The better utilization of feed protein is caused by the inhibition of urea synthesis. The lower the blood urea content, the smaller the nitrogen losses. On the other hand, the increase of glutamine (donator of nitrogen) production favours the better utilization of feed protein. In the first stage of lactation the low blood urea content does not demonstrate a feed protein deficiency but indicates its better utilization.

Early lactation in high yielding cows was characterized by positive relationship between blood free fatty acid level and dietary fibrous material and roots content in ration. It would thus appear that lactation stimulated by feed constituents can mobilize the lipids of the adipose tissues. The high level of blood fatty acids was accompanied by a low urea content in blood and milk. Many correlations were estimated between concentrations of free amino acids and fatty acids on blood.

The results were obtained by our experiments with the Estonian Black-and-White cattle.