УДК 637.13:539.163+614.876/07:637.1

В. М. ПІШЧАЛАЎ

ШЛЯХІ ЗНІЖЭННЯ РАДЫЕАКТЫЎНАГА ЗАБРУДЖАННЯ МАЛАКА

Малако ад жывёл, якія ўтрымліваюцца на забруджанай тэрыторыі, мае здольнасць назапашваць радыенукліды цэзію-134 і цэзію-137 у значных колькасцях. На цяперашні час сабрана шмат звестак пра асаблівасці пераходу радыеізатопаў цэзію з кармоў у малако. Гэта мае важнае значэнне для ацэнкі паступлення радыецэзію ў рацыёны насельніцтва, якое жыве ва ўмовах павышанай колькасці яго ў знешнім асяроддзі, а таксама распрацоўкі мерапрыемстваў, накіраваных на зніжэнне пераходу радыенуклідаў у харчовыя прадукты.

Дзякуючы правядзенню агратэхнічных і агрохімічных мерапрыемстваў, а таксама прыроднаму распаду радыенуклідаў за пасляаварыйныя гады забруджанасць сельскагаспадарчай прадукцыі зніжалася і працягвае зніжацца. За 8 месяцаў 1986 г. у Магілёўскай вобласці паступленне малака з узроўнем радыеактыўнага забруджання вышэй за ЧДУ-88 склала 6,3%, за 1989 г.— 2,8%, а з лютага 1990 г. забруджанай прадукцыі (вышэй за існуючыя нормы РКУ-90) на перапрацоўчыя прадпрыемствы практычна не паступае.

На пераход радыенуклідаў у прадукты жывёлагадоўлі істотна ўплывае колькасць іх хімічных аналагаў. Абагачэнне кальцыем і каліем глебы і адпаведна кармавых культур, але недастатковая колькасць кобальту, медзі, марганцу, ёду ў рацыёнах кароў не выклікае зніжэння пераходу цэзію-137 і стронцыю-90 у малако. У гаспадарках з аптымальнай колькасцю ў рацыёнах мікраэлементаў пасля павелічэння колькаспі кальцыю і калію ў рацыёне зніжаўся пераход у малако цэзію-137 ад 1,3 да 0,6%, стронцыю-90 — ад 0,25 да 0,1% [6].

Асноўнай крыніцай паступлення радыецэзію (цэзій-137+цэзій-134) у арганізм сельскагаспадарчых жывёл з'яўляецца корм, у меншай ступені — вада (каля 2,0%), паветра і скура, узятыя разам (0,13—2,1%) [5]. Пасля паступлення цэзію ў арганізм ён не толькі назапашваецца тут, але і пастаянна выводзіцца. Хуткасць вывядзення элемента мае цесную сувязь са складам рацыёну жывёл. Пры недахопе калію вывядзенне цэзію моцна зніжаецца. Дабаўленне да рацыёну калію суправаджаецца ўзрастаннем вывядзення калію і цэзію. Для прадухілення засваення ў арганізме радыезатопаў цэзію выкарыстоўваюцца таксама хімічныя злучэнні, якія адсарбуюць або звязваюць гэты элемент. Даследаванні паказалі, што ўвядзенне бентаніту натрыю ў рацыён дойных кароў у колькасці 500 г/сут на галаву зніжала пераход радыецэзію да 75%. Далейшае павелічэнне дозы не дало эфекту [7].

Яшчэ да аварыі на ЧАЭС вызначана, што берлінскі лазурак $Fe_4[Fe(CH)_6]_3$ абмяжоўвае засваенне радыецэзію ў страўнікава-кішачным тракце, а ферацыяніды жалеза, кобальту, нікелю ў аптымальных дозах у гэтых адносінах удвая больш эфектыўныя.

Ферацыянідныя балюсы, распрацаваныя нарвежскімі навукоўцамі,

пры аднаразовым увядзенні ў рубец малочных кароў (2—3 балюсы) даюць магчымасць на працягу 1,5—2,5 мес атрымліваць у 1,6—2,9 раза больш чыстае малако, чым у кантролі без балюсаў.

У БелНДІСГР вывучана эфектыўнасць розных формаў ферацыну (ферацын, біфеш, цэзійвыбіральны іонаабменны матэрыял). Пры атрыманні ферацыну ўжывалі $K_4[Fe(CH)_6]$ — гексацыянаферат калію, або жоўтую крывяную соль. Вызначана, што ферацыны ў дозах 3, 6 і 12 г/гал за суткі зніжаюць паступленне радыецэзію ў малако кароў незалежна ад утрымання (пашавае, стойлавае) у 5—6 разоў. Гэтыя ж прэпараты ў дозах 1, 3 і 6 г/гал за суткі зніжаюць паступленне радыенукліда ў мышачную тканку ў 5—6 разоў.

Мэтай нашых даследаванняў з'явілася распрацоўка новых і ўдасканальванне вядомых спосабаў зніжэння ўзроўню спажывання і назапашвання радыенуклідаў за кошт хімічных рэчываў. Асноўная задача пры пастаноўцы доследу заключалася ў вывучэнні ўплыву колькасці макра- і мікраэлементаў у рацыёнах кароў на пераход радыенуклідаў з корму ў малако. Для кампенсацыі недахопу элементаў у рацыёне адначасова вызначалі іх колькасць у глебе, кармах, малацэ і крыві. Апрача таго, нашымі даследаваннямі прадугледжвалася вывучыць уплыў ферацыну на назапашванне радыецэзію ў малацэ пры розным узроўні мінеральных рэчываў у рацыёне.

Дослед праводзіўся ў вытворчых умовах на ферме брыгады Кузькавічы племзавода «Вароніна» Быхаўскага раёна Магілёўскай вобл. На пачатку чэрвеня 1990 г. у гэтай брыгадзе на полі № 5 быў выбраны ўчастак плошчай 16 га для нарыхтоўкі сена. Глеба ўчастка тарфяна-балотная (табл. 1).

У глебе, кармах, малацэ і крыві метадам атамна-абсарбцыйнай спектраметрыі вызначалі 18 макра- і мікраэлементаў, аднак улічвалі і балансавалі ў рацыёне толькі 10 з іх.

Як відаць з табл. 1, колькасць мікраэлементаў (Mn, Zn, Co, I) у тарфяна-балотнай глебе поля № 5 ніжэй за аптымальныя ўзроўні [1], што ў канчатковым выніку адбілася на колькасці гэтых элементаў у сене і іншых кармах і выклікала адмоўны баланс іх у рацыёне.

На ўчастку метадам канверта (5 пунктаў) 08.06.90 г. адабраны ўзоры глебы і вызначана шчыльнасць забруджання, якая вагалася ў межах ад 2,0 да 16,0 Кі/км^2.

Залужэнне поля праведзена ў 1985 г. канарэечнікам. Удзельная актыўнасць травы ў розных пунктах гэтага поля на час адбору пробаў складала ад 0,33 да $2{,}7 \cdot 10^{-8}$ Кі/кг. Нягледзячы на дажджлівае лета, на гэтым участку было нарыхтавана сена здавальняючай якасці ў коль-

Табліца 1. **Колькасць мінеральных рэчываў у глебе, кармах і іх баланс у рацыёне (з разліку колькасці ў 1 кг прыродных кармоў і глебы)**

Элемент	Глеба, сярэдняя проба		Кармы, кг				Рацыён мае ў сабе	Патрабуецца	+ да нормы
	08.06.90	16.07.90	сена 4,0	сілас 25,0	мука 3,0	буракі 10,0			
Na, г	4,26	2,56	2,80	2,55	1,80	13,00	20,15	65,00	—45
K, г	3,54	0,30	37,44	33,75	13,71	40,00	124,90	75,00	+50
Ca, г	8,01	3,38	48,40	75,60	6,39	4,00	134,39	65,00	+69
P, г	—	—	9,30	18,90	9,30	5,00	41,50	45,00	—4
Mg, г	0,52	1,03	17,04	9,90	4,08	2,00	33,02	21,00	+12
Mn, мг	112,36	101,35	220,40	175,50	51,90	5,00	502,80	555,00	—53
Zn, мг	18,79	13,90	80,00	79,50	62,10	5,00	226,60	555,00	—329
Cu, мг	12,96	18,00	26,50	32,25	7,20	1,00	66,05	82,00	—16
Co, мг	3,86	2,69	1,84	3,15	0,54	0,40	5,90	6,30	—0,4
I, мг	—	—	0,92	1,95	0,63	1,30	4,80	7,20	—2,4

Таблiца 2. **Схема доследу**

Група	Падгрупа	Колькасць жывёл, гал.	Працягласць перыяду, дзён	Характарыстыка кармлення
		I перыяд (ад 06.12.90 г. да 11.03.91 г.)		
I кантрольная	—	6	96	Асноўны рацыён (АР), кг: сена злакавае — 4,0 сілас злакавы — 25,0 буракі кармавыя — 10,0 мука (ячмень+авёс+жыта) — 3 0
II доследная	—	6	96	АР+84 г палісолі
		II перыяд (ад 11.03.91 г. да 11.04.91 г.)		
I кантрольная	1	3	30	АР
	2	3	30	АР+3,0 г ферацыну
II доследная	3	3	30	АР+84 г палісолі
	4	3	30	АР+84 г палісолі+3,0 г ферацыну

касці 42 т з удзельнай актыўнасцю (16.07.90 г.) ад 1,8 да $2,4 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг.

Для правядзення даследаванняў на ферме Кузькавічы было адабрана 12 кароў (13.11.90 г.). Сярэднясутачны надой (3—5-я лактацыя) у кароў кантрольнай групы склаў 7,7 л, а ў доследнай — 7,3 л. Гама-фон у памяшканні (кароўнік) быў на ўзроўні 21—39 мкР/гадз.

На працягу 24 дзён праходзіў папярэдні перыяд, у якім жывёлы атрымлівалі гаспадарчы рацыён. Уліковы перыяд доўжыўся 96 дзён. У гэты час жывёлы доследнай групы (66 дзён) апрача асноўнага рацыёну атрымлівалі мінеральную дабаўку. У далейшым на фоне гэтага кармлення на працягу 30 дзён вывучалі дзеянне ферацыну на забруджанасць малака ў падгрупах (2 і 4) кантрольнай і доследнай групаў, які скормлівалі 18 дзён, а потым на працягу 12 дзён вялі назіранні за змяненнем радыеактыўнасці малака. Схема доследу пададзена ў табл. 2.

Кармілі жывёл па нормах УІЖ. Пажыўнасць рацыёну складала 10,3 карм. адз., колькасць страўнага пратэіну — 93 г на 1 карм. адз.

У сувязі з тым што ў рацыёне не хапае кухоннай солі і асобных макра- і мікраэлементаў (табл. 1), для папаўнення гэтага недахопу жывёлам доследнай групы ў муку дабаўлялі палісоль наступнага складу [2]:

На галаву за суткі	Па масе	У %
1. Кухонная соль, г	65,0	77,5
2. Дыамоній фасфат, г	17,0	20,3
3. Марганец сернакіслы, мг	240,0	0,3
4. Цынк сернакіслы, мг	1468,0	1,7
5. Медзь сернакіслая, мг	68,0	0,08
6. Кобальт сернакіслы, мг	2,0	0,002
7. Калій ёдзісты, мг	3,2	0,003

Два разы на месяц (I перыяд) адбіралі пробы малака, кармоў і крыві, а ў час скормлівання ферацыну (I перыяд) адбор пробаў малака рабілі праз тры дні, кармоў — штодзённа, і потым складалася сярэдняя проба. Усяго за дослед адабрана і прааналізавана 24 пробы глебы, 70 пробаў кармоў і 224 пробы малака.

Па ўсіх узорах зроблены гама-спектральны аналіз на прыборах Nocia і Adkam-300. Асноўнымі элементамі радыеактыўнага забруджання кармоў і малака з'яўляюцца цэзій-137 (каля 90%) і цэзій-134 (каля 10%).

Сумарная актыўнасць рацыёну за час доследу складала ад 3,5 да $37,9 \cdot 10^{-8}$ Ки на рацыён (табл. 3). Яна залежыць у асноўным ад радые-

Табліца 3. **Радыеактыўнасць кармоў за час доследу ($n \cdot 10^{-8}$ Кі/кг) (цэзій-134+цэзій-137)**

Дата адбору	Сена	Сілас	Буракі	Мука	Сумарная актыўнасць, $n \cdot 10^{-8}$ Кі/рацыён
		Папярэдні перыяд			
13.11.90	69,00	3,50	0,74	1,70	37,90
27.11.90	74,70	1,15	—	0,08	32,80
		I перыяд (уліковы)			
10.12.90	41,30	0,05	0,05	0,52	16,80
27.12.90	20,00	0,90	0,04	0,14	10,30
09.01.91	3,84	0,09	2,50	1,31	4,70
24.01.91		адабраныя пробы не вызначаны			
18.02.91	17,00	0,28	0,21	0,15	7,70
		II перыяд (скармліванне ферацыну)			
11.03.91	24,30	0,65	0,21	0,21	11,50
14.03.91	46,00	0,46	0,17	0,16	19,80
18.03.91	21,50	0,38	0,21	0,12	9,80
26.03.91	7,20	0,14	0,18	0,16	3,50
04.04.91	39,00	0,37	0,29	0,35	16,90
11.04.91	19,00	0,06	0,18	0,03	7,90
У сярэднім за доследзе	31,90	0,67	0,39	0,41	15,00

актыўнай забруджанасці сена (73—98%), і таму ваганні актыўнасці рацыёну маюць сувязь са змяненнем колькасці радыецэзію ў гэтым корме. Ваганні актыўнасці сена можна вытлумачыць тым, што размеркаванне радыенуклідаў на полі № 5 нераўнамернае, як ужо адзначалася вышэй (2,0—16,0 Кі/км^2).

Ва ўліковы перыяд удзельная актыўнасць малака была больш высокая ў кароў кантрольнай групы (табл. 4) на $0{,}18 \cdot 10^{-9}$ Кі/л (розніца верагодная пры $P<0{,}05$).

У той жа час на пачатак доследу (папярэдні перыяд) яна, наадварот, была больш высокая ў жывёл доследнай групы на $0{,}69 \cdot 10^{-9}$ Кі/л. У кароў кантрольнай групы ў сярэднім за I перыяд доследу адбылося зніжэнне ўдзельнай актыўнасці малака на $0{,}84 \cdot 10^{-9}$ Кі/л, а ў доследнай — на $1{,}71 \cdot 10^{-9}$ Кі/л у адносінах да папярэдняга перыяду. Гэта можна вытлумачыць тым, што ў паддоследных жывёл кармленне было нарміраваным, а гэта дазволіла ў пэўнай ступені стабілізаваць наступленне радыенуклідаў у арганізм з кормам. У той жа час балансаванне рацыёну па мінеральным складзе ў I перыяд доследу, відаць, выклікала зніжэнне пераходу радыецэзію ў арганізм кароў і потым адпаведна ў малако [5, 6].

У II перыядзе жывёл кантрольнай і доследнай групаў падзялілі на 4 падгрупы (табл. 2). Кармленне было аналагічным, як і ў I перыядзе, з той толькі розніцай, што каровам 2-й і 4-й падгрупаў у рацыён дадаткова ўводзілі ферацын. Яго скармлівалі на працягу 18 дзён па 3,0 г на галаву за суткі, а затым яшчэ 12 дзён назіралі за ўзроўнем забруджання малака пасля заканчэння скармліванне ферацыну. У сярэднім за час скармліванне ферацыну ўдзельная актыўнасць малака ў 2-й падгрупе склала $0{,}14 \cdot 10^{-9}$ Кн/л, у 4-й — $0{,}15 \cdot 10^{-9}$, у 1-й — $0{,}40 \cdot 10^{-9}$ і ў 3-й — $0{,}39 \cdot 10^{-9}$ Кі/л. Зніжэнне акыўнасці малака ў 2-й і 4-й падгрупах было верагодным у адносінах да 1-й падгрупы ($P<0{,}01$) (табл. 4).

Самая нізкая актыўнасць малака ў падгрупах з ферацынам адзначана на 12-ы дзень. Назіранні за актыўнасцю малака пасля выключэння ферацыну з рацыёну на працягу 12 дзён паказалі, што адбываецца выраўноўванне яе па падгрупах і ў сярэднім яна была на ўзроўні 0,25—

0,28·10⁻⁹ Ки/л. Увядзенне ў рацыён ферацыну зніжала ўдзельную актыўнасць малака ў 2-й і 4-й падгрупах у 2,6 раза, а пасля спынення скармліванне на працягу тыдня адбывалася аднаўленне ўзроўню забруджання малака радыенуклідамі да зыходнай.

Як паказваюць даныя (табл. 4), скармліванне мінеральнай дабаўкі

Таблiца 4. **Радыеактыўнасць малака за час доследу ($n \cdot 10^{-9}$ Ки/л) ($M \pm m$)**

Дата адбору	Група			
	I кантрольная		II доследная	
	1-я падгрупа	2-я падгрупа	3-я падгрупа	4-я подгрупа
Папярэдні перыяд				
13.11.90		1,67		2,36
I перыяд (уліковы)				
10.12.90		0,64		0,43
27.12.90		0,52		0,51
09.01.91		0,91		1,30
24.01.91		1,68		0,99
18.02.91		0,42		0,49
У сярэднім за I перыяд		0,83±0,25*		0,65±0,19
II перыяд (скармліванне ферацыну)				
11.03.91	0,31	0,30	0,36	0,40
14.03.91	0,63	0,20	0,43	0,26
18.03.91	0,37	0,15	0.42	0,16
20.03.91	0,31	0,11	0,34	0,09
23.03.91	0,22	0,06	0,23	0,07
26.03.91	0,28	0,09	0,32	0,16
30.03.91 (закончана скармліванне)	0,57	0,24	0,40	0,19
У сярэднім	0,40±0,07**	0,14±0,03**	0,39±0,12**	0,15±0,02**
Назіранні пасля скармлівання ферацыну				
02.04.91	0,25	0,19	0,22	0,33
04.04.91	0,30	0,27	0,30	0,34
08.04.91	0,25	0,31	0,31	0,40
11.04.91	0,21	0,29	0,22	0,35
У сярэднім	0,25±0,02	0,26±0,03	0,26±0,03	0,28±0,09
Сярэдняе за II перыяд	0,34	0,20	0,32	0,25

Заўвага. Розніца верагодная пры *$P<0,05$; **$P<0,01$.

Таблiца 5. **Сумарная радыеактыўнасць рацыёну і каэфіцыенты пераходу радыецэзію ў малако**

Паказчык	I перыяд		II перыяд			
	кантрольная група	доследная група	кантрольная група		доследная група	
			1-я падгрупа	2-я падгрупа	3-я падгрупа	4-я падгрупа
Сумарная актыўнасць рацыёну ($n \cdot 10^{-6}$ Ки/сут)	156	159	141	148	144	152
Удзельная актыўнасць 1 кг рацыёну ($n \cdot 10^{-8}$ Ки/кг)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Пераход цэзію ў надой, %	4,42	3,27	1,59	1,20	1,42	1,45
Забруджанасць 1 л малака ($n \cdot 10^{-9}$ Ки/л)	0,83	0,65	0,34	0,20	0,32	0,25
Каэфіцыент пераходу цэзію ў 1 л малака	0,53	0,41	0,24	0,13	0,22	0,16
Колькасць корму ў рацыёне, кг	41,0	42,0	37,0	39,0	38,0	40,0
Сярэднясутачны надой, л	8,3	8,0	6,6	8,9	6,4	8,8

не рабіла ўплыву ў II перыядзе на зніжэнне актыўнасці малака кароў 4-й падгрупы ў параўнанні з 2-й, якім мінеральную дабаўку не ўводзілі.

Самыя нізкія каэфіцыенты пераходу радыецэзію ў 1 л малака адзначаны ў II перыядзе 2-й і 4-й падгрупаў (табл. 5). У I перыядзе каэфіцыент пераходу ў доследнай групе знізіўся на 0,18 у адносінах да кантролю. Гэта можна вытлумачыць як вынік зніжэння ўдзельнай актыў-

Табліца 6. **Біяхімічныя паказчыкі і склад крыві паддоследных кароў**

Паказчык	Група	
	кантрольная	доследная
Гемаглабін, г%	9,8	10,7
T_3 (трыёдтыранін), нмоль/л	1,81	1,62
T_4 (тыраксін), нмоль/л	115,1	74,6
Картызол, нмоль/л	58,0	23,6
Эстрадыёл, нмоль/л	0,26	0,01
Эрытрацыты, млн/мм	5,22	5,42
Лейкацыты, тыс/мм	10,2	9,8
Лейкаграма, %:		
лімфацыты	67,7	62,1
эазінафілы	9,6	11,3
манацыты	0,7	1,4
нейтрафілы палачкаядзерныя	2,6	2,7
нейтрафілы сегментаядзерныя	18,9	22,2

насці малака ў доследнай групе (I перыяд) і 2-й і 4-й падгрупах (II перыяд).

Пры вывучэнні біяхімічнага саставу крыві паддоследных жывёл вызначана, што колькасці эрытрацытаў, лейкацытаў і гемаглабіну знаходзіліся ў межах фізіялагічнай нормы [4].

Колькасць тыраксіну ў крыві жывёл кантрольнай групы перавышала норму, што сведчыць пра гіперфункцыю шчытападобнай залозы ў гэтых жывёл (табл. 6). У крыві кароў доследнай групы колькасць картызолу была меншай за норму, што сведчыць пра паніжаную функцыянальную дзейнасць кары надныračнікаў.

Вывады

1. Балансаванне рацыёну дойных кароў па макра- і мікраэлементах пры іх недахопе ў зоне радыеактыўнага забруджання тэрыторыі дае магчымасць верагодна ($P<0,05$) знізіць удзельную радыеактыўнасць малака ў параўнанні з кантролем ад $0,83 \cdot 10^{-9}$ да $0,65 \cdot 10^{-9}$ Ки/л.

2. Скармліванне ферацыну ў колькасці 3 г на галаву за суткі дойным каровам змяншае колькасць радыецэзію ў малацэ ў 2,6 раза ў адносінах да кантрольных жывёл (розніца верагодная, $P<0,01$). Мінеральная дабаўка ў гэтым выпадку не дае станоўчага эфекту.

3. Пасля спынення скармліванне ферацыну на працягу 5—7 дзён адбываецца аднаўленне радыеактыўнасці малака да першапачатковай.

4. Папаўненне соляў макра- і мікраэлементаў у рацыёне дойных кароў з-за недахопу іх у кармах, а таксама скармліванне ім ферацыну ў дозе 3 г на галаву за суткі дае станоўчы эфект па зніжэнні радыецэзію ў малацэ. З гэтай прычыны рэкамендуецца выкарыстоўваць памянёныя рэчывы пры вытворчасці малака ва ўмовах радыеактыўнага забруджання тэрыторыі да 15 Ки/км^2.

Summary

At the lack of macro- and microelements in the ration of milking cows kept in the radiocontaminated zone (2—16 Ci/km^2) their balancing to the standard significantly

decreases milk radioactivity. Administration of ferrocyne (3.0 g per cow per day) reduces radiocaesium content by 2.6 times. After ceasing ferrocyne administration milk radioactivity is restored to the primary one in 5—7 days.

Літаратура

1. Анопок П. И. // Микроудобрения. Л., 1990. Изд. 2. С. 25—58.
2. Венедиктов А. М. и др. // Кормление сельскохозяйственных животных. М., 1988. С. 66—76.
3. Карпенко А. Ф. Пути снижения содержания радиоактивного цезия в продуктах животноводства: Обзорн. информ. Мн., 1991.
4. Карпуть И. М. // Гематологический атлас сельскохозяйственных животных. Мн., 1986. С. 90—95.
5. Коднеев Н. А., Сироткин А. Н. // Основы радиоэкологии сельскохозяйственных животных. М., 1937. С. 120—126.
6. Соболев А. С., Пристер Б. С., Асташева Н. П. // Тез. докл. III Всесоюз. конф. по с.-х. радиологии. Обнинск, 1990. Т. 2. С. 180—181.
7. Ходв К., Экерн А. // I. Anim. Sci. Agric. Univ. Norwey. 1988. As-NLH. 1432.

Магілёўскі педагагічны інстытут

Паступіў у рэдакцыю
15.11.93