

# Зооекологія

УДК 612.397: 546.92

**Є.А. Давидов**  
аспірант

**Т.М. Сукненко**

**Н.М. Козел**

Державний агроекологічний університет

**І.В. Хом'як**

асистент

Житомирський державний університет ім. І. Франка

## **ЕКОЛОГО-ПРОГРЕСИВНІ СПОСОБИ РЕГУЛЯЦІЇ НАДХОДЖЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У КРОВІ ТА МОЛОКО СВИНОМАТОК**

*Розглядаються питання використання каолінового, алунітового борошна і суміші цих препаратів, їх вплив на динаміку важких металів у крові та молоці холостих, супоросних та підсисних свиноматок.*

### **Постановка проблеми**

Починаючи з кінця XVIII ст. проблеми забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами є одним із основних факторів руйнування біосфери Землі. І серед усіх відомих хімічних забруднень чи не найбільш тяжкі – важкими металами (ВМ). Вони розглядаються як найважливіші чинники в методичному, біологічному та екологічному розумінні [14].

В останні десятиріччя різко зросло антропогенне навантаження на довкілля, що є причиною порушення екологічної рівноваги. Серед антропогенного забруднення природних агроєкосистем переважають хімічні фактори. Джерелом хімічного забруднення є промисловість, сільське господарство, комунально-побутове господарство, тепло- та атомні електростанції та транспорт. Складна екологічна ситуація загострюється і від використання отрутохімікатів, гербіцидів та пестицидів.

Слід нагадати, що термін „важкі метали” застосовується щодо металів з густиною більш ніж  $5\text{г/см}^3$ , або з атомним радіусом більше 20, чи масою більш ніж 50 ат.од. [18]. Важкі метали (ВМ) є найбільш токсичними серед хімічних елементів. До особливо небезпечних відносять Pb, Pt, Rb, Aq, Au, Hq, Se [1, 9, 13].

Рослини, в тому числі і кормові, спроможні накопичувати важкі метали внаслідок високої їх адаптації до змін хімічних властивостей оточуючого середовища [19]. У зв'язку з цим принциповим постає питання про шляхи

потрапляння важких металів спочатку у ґрунт, а потім в організм людей і тварин [10]. Важливо відмітити, що важкі метали, потрапляючи в ґрунт та воду отримують високу розчинність і включаються в біологічний кругообіг [14].

Метою даної роботи було перевірити ефективність впливу деяких детергентів (каолін, алуніт, їх суміш) на динаміку хімічного складу крові та молока свиноматок великої білої породи, яких утримували в умовах промислового комплексу.

Для реалізації даної мети ставили завдання:

- створити чотири групи свиноматок (по 8 голів);
- проаналізувати раціони холостих супорослих та підсисних свиноматок;
- визначити норму згодовування вивчаємих препаратів;
- вивчити вплив детергентів (каолін, алуніт, їх суміш) на біохімію крові маток, хімічний склад молока свиноматок.

Об'єктом досліджень були свиноматки великої білої породи 2–4 опоросу живою масою 180–220 кг; фізіологічний стан – холості, супоросні, підсисні.

Досліди проводили в умовах свинокомплексу „Колодянський бекон”. Для науково-господарського досліду відібрали свиноматок 2–3 опоросу (холості, супоросні, підсисні). Підбір та відбір тварин проводили згідно методик, розроблених А.І.Овсянниковим, (1976), Г.О.Хмельницьким та ін. (1992) [22].

Дослідження проводили методом груп-аналогів (табл. 1), в кожену групу відбирали свиноматок (холості, супоросні, підсисні) по 8 гол. у групі.

Таблиця 1. Схема досліду (n=8)

Група	Періоди	
	зрівняльний, 15 днів	обліковий, 142 дні
1-а контрольна	Основний раціон (ОР) *	Основний раціон (ОР)
2-а дослідна	ОР	ОР+5,5 % каоліну
3-а дослідна	ОР	ОР+5,5 % алуніту
4-а дослідна	ОР	ОР+3 % каоліну + 3 % алунітового борошна **

\* ОР – основний раціон

\*\* – каолінове та алунітове борошно щодо сухої речовини раціону, %

У зрівняльний період досліду (15 днів) раціони маток всіх піддослідних груп були однакові.

В обліковий період (142 дні) годівля свиноматок контрольної групи залишалась без змін, за тим же набором кормів, а в раціони тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп додатково вводили каолінове, алунітове борошно та суміш цих препаратів відповідно 5,5 %, 5,5 % та 3+3 %.

Названі препарати вводили в комбікорм. Комбікорм готувався із розрахунку на 10 днів. Раціони свиноматок склали згідно існуючих норм (ВІТ). До їх складу входили як корми, що заготовляють в господарстві, так і покупні. Типовий раціон холостих свиноматок представлений у таблиці 2.

Таблиця 2. Раціон підсисних свиноматок (період,  
жива маса 200–220 кг, 10 поросят)

Корми	Кількість корму, кг	Корм.од, кг	Перетравний протеїн, г	Са, г	Р, г	Каротин, мг
Потреба за нормами	х	6,3	790	44	28	48
1-а контрольна						
Комбікорм	4,35	4,05	512,4	27,0	10,3	17,4
Перегін	5,0	1,00	155,0	6,0	55	5,0
Бурак кормовий	4,8	0,63	43,7	1,9	1,4	-
Трав'яне борошно	1,0	0,63	86,0	11,0	3,0	120,0
В раціоні:		6,30	797,1	45,9	20,2	142,4
2-а дослідна						
Комбікорм	4,35	4,05	512,4	27,0	10,3	17,4
Перегін	5,0	1,00	155,0	6,0	55	5,0
Бурак кормовий	4,8	0,63	43,7	1,9	1,4	-
Трав'яне борошно	1,00	0,62	86,0	11,0	3,0	120,0
Каолінове борошно	0,33	-	-	0,1	0,1	-
В раціоні:		6,30	797,1	46,0	20,3	142,4
3-а дослідна						
Комбікорм	4,35	4,05	512,4	27,0	10,3	17,4
Перегін	5,0	1,00	155,0	6,0	55	5,0
Бурак кормовий	4,8	0,63	43,7	1,9	1,4	-
Трав'яне борошно	1,00	0,62	86,0	11,0	3,0	120,0
Алунітове борошно	0,33	-	-	0,1	-	-
В раціоні:		6,30	797,1	46,0	20,2	142,4
4-а дослідна						
Комбікорм	4,35	4,05	512,4	27,0	10,3	17,4
Перегін	5,0	1,00	155,0	6,0	55	5,0
Бурак кормовий	4,8	0,63	43,7	1,9	1,4	-
Трав'яне борошно	1,00	0,62	86,0	11,0	3,0	120,0
Суміш каолінового та алунітового борошна	0,36	-	-	0,1	0,1	-
В раціоні:		6,30	797,1	46,0	20,3	142,4

У даний раціон вводили концентрованих кормів – 64,3 %; грубих – 0,1 %; вологих – 35,6 %. На 1 кормову одиницю припадало 126,5 г протеїну. Співвідношення кальцію до фосфору складало 2,2:1,0.

Таблиця 3. Вміст деяких мінеральних елементів в раціонах маток  
(підсисні, жива маса 200–220 кг, 10 поросят)

Мінеральні речовини, мг	Потрібно за нормою	Контрольна		Дослідні					
		1		2		3		4	
		посту- пило з кормом	± за нор- мою	посту- пило з кормом	± за нор- мою	посту- пило з кормом	± за нор- мою	посту- пило з кормом	± за нор- мою
Залізо	480	902,0	+421	902,0	+421	902,0	+421	902,0	+421
Мідь	48	37,0	-11	38,5	-9,5	45,5	-2,5	43,0	-5,0
Цинк	240	181,3	-58	202,5	-30,5	236,8	-3,2	225,2	-14,8
Кобальт	4,8	0,36	-4,44	2,2	-2,6	4,81	+0,1	3,4	-1,4
Свинець	-	2,10	-	2,11	-	2,13	-	2,11	-
Кадмій	-	0,56	-	0,56	-	0,58	-	0,57	-
Нікель	-	11,6	-	11,8	-	12,7	-	12,1	-
Миш'як	-	0,071	-	0,072	-	0,073	-	0,072	-
Молибден	-	0,38	-	0,44	-	0,50	-	0,47	-
Ртуть	-	0,090	-	0,091	-	0,093	-	0,092	-

Аналізуючи корми за хімічними показниками виявили, що в неорганічній частині раціонів утримувалися як залізо, мідь, цинк, кобальт, так і важкі метали (свинець, нікель, кадмій, миш'як, молібден і ртуть) [табл. 3].

Згодовування згаданих препаратів позитивно вплинуло на динаміку вмісту основних хімічних речовин в організмі тварин. Так, введення в раціон холостих свиноматок каолінового і алунітового борошна у кількості по 5,5 % до сухої речовини, а також їх суміші 3+3 % привело до збільшення у крові еритроцитів та гемоглобіну з 5,7 до 12,5 Т/п, із 2,1 до 6,3 г/л відповідно [табл. 4]

Таблиця 4. Показники крові свиноматок (n=3, M±m)

Показники	Групи			
	1	2	3	4
Холості свиноматки				
Еритроцити, Т/п	5,7±0,23	5,8±0,21	6,41±0,20	5,99±0,15
Гемоглобін, г/л	9,5±0,11	9,7±0,08	9,36±0,11	10,10±0,28
Кальцій, мг %	14,1±0,20	14,3±0,18	14,3±0,24	15,40±0,52
Фосфор, мг %	6,1±0,15	6,9±0,16	7,2±0,16	6,90±0,13
Залізо, мг	25,6±0,39	29,9±0,61	33,0±0,55	32,9±0,39
Кобальт, мг	3,86±0,13	4,01±0,09	4,18±0,03	4,26±0,07
Свинець, мг	0,51±0,09	0,40±0,03	0,32±0,02	0,32±0,04
Кадмій, мг	0,36±0,03	0,027±0,04	0,028±0,01	0,027±0,02
Миш'як, мг	0,026±0,003	0,020±0,004	0,019±0,002	0,020±0,003
100-й день супорості				
Еритроцити, Т/п	5,8±0,13	5,9±0,56	7,3±0,41	6,3±0,32
Гемоглобін, г/л	10,5±0,31	10,9±0,51	11,3±0,64	10,8±0,18
Кальцій, мг %	14,1±0,86	14,5±0,61	15,7±0,56	14,7±0,20
Фосфор, мг %	6,7±0,25	6,9±0,10	7,4±0,25	6,9±0,27
Залізо, мг	29,4±1,05	38,2±2,2	39,9±2,1	42,1±2,4
Кобальт, мг	4,31±0,19	4,96±0,31	5,13±0,26	5,91±0,21
Свинець, мг	0,54±0,02	0,46±0,04	0,35±0,03	0,24±0,04
Кадмій, мг	0,38±0,001	0,019±0,022	0,018±0,001	0,016±0,002
Миш'як, мг	0,035±0,003	0,013±0,004	0,012±0,002	0,010±0,002
Підсисний період, 15 день				
Еритроцити, Т/п	5,3±0,14	5,5±0,19	5,8±0,32	5,6±0,35
Гемоглобін, г/л	9,2±0,16	10,9±0,52	10,7±0,19	10,1±0,32
Кальцій, мг %	14,4±0,21	14,8±0,28	16,4±0,27 #	14,9±0,21
Фосфор, мг %	6,3±0,19	6,8±0,21	8,5±0,31	7,1±0,15
Залізо, мг	33,2±1,6	41±2,4	43,4±0,9 #	43,1±2,6
Кобальт, мг	5,13±0,4	6,06±0,3	6,51±0,5	6,73±0,4
Свинець, мг	0,69±0,02	0,13±0,03	0,12±0,02	0,2±0,01
Кадмій, мг	0,39±0,01	0,14±0,02	0,11±0,01	0,10±0,02
Миш'як, мг	0,029±0,005	0,013±0,006	0,010±0,003	0,009±0,004

У сто днів супоросності свиноматок ці показники були більші на 8,6–25,9 % та на 3,8–7,6 % відповідно. Щоденне згодовування препаратів у підсисний період змінили ці показники в крові маток у сторону збільшення. Так, еритроцитів стало більше на 5,7–9,4 %, а гемоглобіну – на 16,3–18,5 %.

Позитивний вплив препаратів спостерігався і в динаміці вмісту кальцію, фосфору, заліза та кобальту в усі періоди досліду (холості, 100-ий день супоросності і підсисні) цих елементів було більше на 6,2–17,1 % відповідно.

Позитивно впливало введення в раціон мінералутримуючих препаратів – наявність таких важких металів як свинець, кадмій та миш'як значно зменшувалась. В крові холостих маток з дослідних груп де тварини отримували каолінове та алунітове борошна по 5,5 % і суміш цих препаратів 3+3 % зменшення складало воно 21,6–37,3 %, 25–26 % кадмію; 23,1 – 27,8 % миш'яку відповідно.

У сто днів супоросності збереглася та ж тенденція до зменшення важких металів. В дослідних групах складало від 14,8 до 55,6 % свинцю, від 50 до 42,1 % кадмію та миш'яку від 62,9 до 71,5 % щодо дослідної групи.

Довгострокове згодовування детергентних препаратів позитивно вплинуло на вміст тяжких металів у крові тварин: на 15-ий день підсисного періоду свинцю в крові дослідних свиноматок зменшилось у 3,8–5,3 рази; кадмію у 2,8–3,9 рази, а миш'яку – у 2,3–3,2 рази відповідно.

Одним з основних шляхів винесення речовин, у тому числі і важких металів, у підсисних свиноматок є молоко. Аналіз молозива і молока, взятого у піддослідних маток на перший, п'ятий та двадцять перший день лактації свідчить, що введені препарати (каолін, алуніт та їх суміші) позитивно вплинули на якість молока (таблиця 5). У перший день збільшилась кількість білку та жиру. Така тенденція спостерігалася на 5-ий та 21-ий день лактації у маток 2–3 та 4 дослідних груп.

З молоком маток виводиться і значна кількість кальцію, фосфору та інших мінеральних речовин. Так, за лактацію, корова що дає 3500–4000 кг молока, з молоком виводиться відповідно 9–10 кг кальцію та 6–7 кг фосфору. В нашому досліді вміст мінеральних речовин – кальцій, фосфор, залізо та кобальт у молоці свиноматок був більшим на 8,17 %, щодо контрольної групи.

Щодо вмісту важких металів у молоці, то їх кількість у тварин контрольної групи протягом лактації лишалася на високому рівні, однак менше граничнодопустимої концентрації (ГДК). Концентрація важких металів (ВМ) в молоці свиноматок дослідних груп (2–3–4) в раціон яких додатково включали детергенти (каолін, алуніт та їх суміші) була значно нижчою.

Таблиця 5. Хімічний склад молока (n=3, M±m)

Показники	Підослідні групи			
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна	4-а дослідна
1-ий день лактації				
Щільність, г/м <sup>3</sup>	1,040±0,05	1,047±0,04	1,059±0,09	1,049±0,06
Сухий залишок, %	23,20±0,9	23,24±1,0	24,06±0,7	23,52±0,6
Загальний білок, %	12,12±1,1	12,38±1,3	13,39±0,9	12,43±0,8
Жир, %	5,20±0,1	5,43±0,09	5,64±0,13	5,52±0,15
Кальцій, мг	24,0±1,3	24,9±2,1	26,1±1,6	25,0±1,8
Фосфор, мг	13,6±0,8	14,3±0,9	15,9±1,0	14,3±0,7
Залізо, мг	16,12±0,5	16,73±0,6	16,96±0,3	16,93±0,5
Кобальт, мг	0,029±0,001	0,033±0,001	0,036±0,002	0,035±0,002
Мідь, мг	0,26±0,008	0,20±0,009	0,20±0,01	0,16±0,007
Цинк, мг	2,6±0,12	2,9±0,14	3,2±0,11	3,0±0,16
Свинець, мг	0,26±0,011	0,11±0,009	0,09±0,008	0,09±0,009
Кадмій, мг	0,064±0,002	0,047±0,003	0,032±0,003	0,038±0,004
Миш'як, мг	0,038±0,001	0,019±0,002	0,018±0,002	0,019±0,001
Молібден, мг	0,065±0,002	0,026±0,001	0,020±0,003	0,019±0,001
Ртуть, мг	0,007±0,002	0,003±0,0001	0,002±0,001	0,002±0,0003
5-ий день лактації				
Щільність, г/м <sup>3</sup>	1,021±0,08	1,031±0,1	1,039±0,07	1,037±0,09
Сухий залишок, %	15,67±0,78	15,89±0,86	17,21±0,99	17,18±0,79
Загальний білок, %	4,49±0,29	4,81±0,31	5,72±0,3	5,39±0,26
Жир, %	6,09±0,21	6,31±0,30	7,08±0,19	6,84±0,32
Кальцій, мг	21,6±1,5	22,8±0,9	25,7±1,1	23,4±1,3
Фосфор, мг	11,7±0,75	12,4±0,80	15,1±0,65	13,9±0,69
Залізо, мг	18,93±0,76	19,99±0,89	12,04±1,1	32,01±1,2
Кобальт, мг	0,022±0,001	0,026±0,005	0,031±0,003	0,029±0,006
Мідь, мг	0,22±0,009	0,14±0,008	0,17±0,007	0,014±0,01
Цинк, мг	2,3±0,13	2,4±0,11	2,4±0,12	2,3±0,10
Свинець, мг	0,26±0,010	0,11±0,013	0,08±0,015	0,09±0,011
Ртуть, мг	0,013±0,0005	0,002±0,0007	0,001±0,0009	0,001±0,001
Кадмій, мг	0,059±0,003	0,031±0,001	0,029±0,002	0,033±0,001
Миш'як, мг	0,029±0,0015	0,010±0,001	0,010±0,002	0,009±0,002
21-ий день лактації				
Щільність, г/м <sup>3</sup>	1,027±0,0013	1,042±0,0014	1,062±0,0016	1,045±0,002
Сухий залишок, %	17,46±0,69	17,57±0,41	18,21±0,39	18,17±0,51
Загальний білок, %	4,45±0,18	4,72±0,11	5,13±0,15	5,09±0,21
Жир, %	7,26±0,31	7,83±0,26	7,94±0,29	7,56±0,41
Кальцій, мг	20,5±0,86	21,3±0,91	23,1±0,95	22,2±0,1
Фосфор, мг	10,9±0,64	11,7±0,71	14,6±0,58	12,9±0,44
Залізо, мг	30,75±1,25	32,86±2,30	33,93±1,96	33,90±2,13
Кобальт, мг	0,019±0,001	0,019±0,002	0,024±0,001	0,021±0,003
Мідь, мг	0,20±0,008	0,17±0,007	0,18±0,006	0,19±0,01
Цинк, мг	2,2±0,09	2,4±0,01	2,5±0,08	2,5±0,07
Свинець, мг	0,23±0,014	0,11±0,011	0,29±0,010	0,11±0,015
Кадмій, мг	0,049±0,002	0,032±0,003	0,022±0,002	0,026±0,004
Миш'як, мг	0,026±0,001	0,007±0,0001	0,007±0,0003	0,006±0,0004
Молібден, мг	0,028±0,001	0,021±0,001	0,009±0,001	0,011±0,001
Ртуть, мг	0,016±0,0002	0,002±0,0002	0,001±0,0002	0,001±0,0003

**Висновок**

При утриманні свиноматок в умовах промислового комплексу необхідна організація екологічного моніторингу. Особливу увагу слід приділяти визначенню рівня важких металів та їх токсичній дії.

Збагачення раціонів холостих, супоросних та підсисних свиноматок детергентними речовинами – каоліновим, алунітовим борошном та їх сумішами з фракцією 0,01–0,1 мм в кількості 5,5 та 5,5 % та 3+3 % відповідно до сухої речовини раціону дозволяє збільшувати вміст не тільки органічних речовин, а й додатково збагатити кров та молоко свиноматокосновними мінеральними речовинами, а також значно зменшити кількість важких металів – свинцю, кадмію, миш'яку, молібдену, ртуті, при різному фізіологічному стані у свиноматок, що утримуються в промислових комплексах.

### Перспектива подальших досліджень

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні впливу детергентів (каолін, алуніт, їх суміш) та на санітарно-гігієнічні показники м'яса і субпродуктів при зберіганні.

### Література

1. *Ахметов Н.С., Григор'єва В.В.* Найважливіші класи неорганічних сполук. – К.: Либідь, 1996. – 152 с.
2. Морфологічні та хімічні показники окремих кісток кролів при згодовуванні у раціоні молібдену *Березюк І.М., Панасенко Ю.О., Слободянюк Н.М., Яцкова Л.І.* // Науковий Вісник Національного аграрного університету. Годівля тварин та технологія кормів / № 74 Київ. 2004. – С. 218–223.
3. Оцінка та користування мінеральної забезпеченості свиней *Борисенко Л.М., Носик Л.І., Борисенко В.Г., Ступерський М.М.* // Науковий Вісник Національного аграрного університету. Годівля тварин та технологія кормів / № 74 Київ. 2004. – С. 174–179.
4. *Бурлака В.А., Богданов Г.О., Кліценко Г.Т.* Теорія і практика використання природних сорбентів у тваринництві. // Наукові праці. НДІ тваринництва. – К.: 1992.-С.51-61.
5. *Бурлака В.А., Руденко Г.Б., Грабар І.Г., Біба А.Д., Давидов Є.А. та ін.* Наукова монографія Детергенти сучасності: Технологія виробництва, екологія, економіка та використання. Житомир. ЖДТУ, 2004. 546 с.
6. *Бурлака В.А., Шевчук В.Ф., Кривий М.М. та ін.* Годівля сільськогосподарських тварин. Навчальний посібник. Житомир: ДАУ, 2004. – С. 140–161, С.289–301.
7. *Венедиктов А.М., Дубозерова В.А., Симонов Г.А., Козловський С.Б.* Кормовые добавки: Справочник. Второе изд.пер. и доп. – М.:Агропромиздат, 1992. 192 с.
8. *Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Соломахин В.Т.* Минеральное питание животных. – М.: Колос, 1979. – 470 с.

9. *Гуральчук Ж.З.* Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 36, № 2 – С. 107–117.
10. *Кабата – Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
11. *Карнаухов О.І., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копелевич В.А.* Загальна та біоорганічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – К.: „Фенікс” 2002. – 578 с.
12. *Карпусь М.М., Славов В.П., Лапа М.А., Мартинюк Г.М.* Деталізована поживність зони Лісостепу України. Довідник. – К.: Аграрна наука, 1995. – 347 с.
13. *Кліценко Г.Т., Кулик М.Ф., Косенко М.Ф. та ін.* Мінеральне живлення тварин. – К.: Світ, 2002. – 470 с.
14. *Маханько Э.П., Малахова С.Г. и др.* Содержание тяжелых металлов в растворимых осадками формах выпадения в зависимости от источника загрязнения. В.кн.: Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Труды 2-го Всесоюзного совещания. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 53–58.
15. *Орлинский В.С.* Минеральные и витаминные добавки в рационах свиней. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 116 с.
16. *Славов В.П., Карпусь М.П., Кривий М.М., Абукаров А.З. та ін.* Еколого-зоотехнічні умови ефективного використання кормів. – К.: Облвидавництво. – 2003. – 121 с.
17. *Судаков М.О., Оніпенко М.І., Козачук В.С. та ін.* Мікроелементози сільськогосподарських тварин. – К.: Урожай, 1974. – 149 с.
18. *Скопенко В.В., Григор'єва В.В.* Найважливіші класи неорганічних сполук. : Либідь, 1996. – 152 с.
19. *Шевченко О.В., Будзанівська І.Г., Шевченко Т.П., Бойко А.Л., Патица В.П. та ін.* Вплив забруднення довкілля важкими металами на розвиток вірусної і інфекції рослин // Агроєкологічний журнал. – 2002. – спец. Вип.. – С. 62–72.
20. *Шевченко О.В., Будзанівська І.Г., Патица П.Т., Бойко А.Л., Поліщук А.П.* Вплив важких металів на перебіг вірусних інфекцій рослин. Київ. УФУ. 2003. – 223 с.
21. *Хенниг А.* Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1976. – 560 с.
22. *Хмельницький А.Г., Бурлака В.А., Биба А.Д. и др.* Методика и техника лабораторных работ для студентов, лаборантов и аспирантов зооветеринарных институтов / Учебное пособие/. – К.: НАУ, 1992., – 186 с.
23. *Энсмингер М.Е., Олдфилд Хейнеманн В.В.* Корма и питание – США, Калифорния. Издательская компания Энсмингера, 1998., – 974 с.