

ІНСТИТУТ ТВАРИНИЦТВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

На правах рукопису

ВАРЧУК Світлана Семенівна

ПІДВИЩЕННЯ ДОСТУПНОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ІЗ ФІТАТНИХ КОМПЛЕКСІВ РОСЛИННИХ КОРМІВ ДЛЯ
СВИНЕЙ

06.02.02. - годівля сільськогосподарських тварин
і технологія кормів

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Харків, 1993

Робота виконана в Інституті тваринництва Української академії аграрних наук.

Наукові керівники – доктор біологічних наук Р.А.ТАТУЗЯН,
кандидат сільськогосподарських наук І.Г.ФЕДОТОВ.

Офіційні опоненти – доктор біологічних наук,
професор Г.І.ГОРШКОВ,
доктор сільськогосподарських наук М.Т.НОЗДРІН.

Ведуча організація – Полтавський інститут свинарства.

Захист відбудеться *6 липня* 1993 року о *10⁰⁰*
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.020.10.02 в
Інституті тваринництва Української академії аграрних наук за
адресою: 312120, м. Харків, п/в Кулиничі, Інститут тваринництва
УАН.

Просимо прийняти участь у засіданні Ради, або вислати Ваш
відгук на автореферат у двох примірниках, затверджений печаткою
за адресою: 312120, м.Харків, п/в Кулиничі, Інститут тварин-
ництва УАН, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту
тваринництва УАН.

Автореферат відправлений *4 червня* 1993 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук

Т.Л.Соловйова

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802615 (M)

I. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах промислового ведення свинарства питанням мінерального живлення тварин надається особливе значення.

Оцінка мінеральної поживності кормів базується, за теперішнім часом, на визначенні загальної кількості елементів.

Однак такий підхід не дозволяє в повній мірі судити про фактичну забезпеченість тварин мінеральними речовинами, так як при цьому не враховуються форми утримання, від яких залежить їх доступність для засвоєння (Ю.К.Оль, 1967; Г.Г.Тейлор, 1982).

Так, головна частина мінеральних елементів у концентрованих кормах становить собою важкодоступні комплекси з фітиновою кислотою (Nelson J.L., J.R. Shick, 1968; Chesters Y.R., 1976; Д.Кобридж, 1982).

Фітинова кислота являє собою речовину, яка обумовлює низьку біологічну доступність фосфору, кальцію, цинку, заліза, кобальту, міді та марганцю із кормів для свиней (Moore J.H., Tyler S., 1955; Vohra R.C., Gray A., Kratzer J.H., 1965). Цими причинами й обумовлено додаткове введення у раціони тварин мінеральних елементів.

Проте, в зв'язку з високими цінами та дефіцитністю мінеральних добавок промислового виробництва, можливістю екологічного забруднення навколишнього середовища (С.П.Беспам'ятов та інш., 1972; А.Хенніг, 1976) виникла необхідність пошуку шляхів підвищення ступеня використання мінеральних речовин із рослинних кормів свиньми.

Мета і завдання досліджень. Мета цієї роботи полягає в розробці засобів підвищення доступності мінеральних елементів із фітатних комплексів рослинних кормів для свиней.

Завдання досліджень:

1. Вивчити вміст фітинового фосфору в кормах та його вплив на доступність загального фосфору, кальцію, цинку, заліза, міді, кобальту та марганцю для свиней.

2. Визначити можливості перетворення важкодоступних фітатних комплексів мінеральних елементів в доступні сполуки та розробити засоби підвищення їх доступності шляхом використання конку-

руючих реакцій комплексоутворення з органічними кислотами.

3. Вивчити вплив органічних кислот - комплексоутворювачів на рівень використання мінеральних елементів раціонів свиньми.

Наукова новизна. Встановлено лінійну корелятивну залежність між кількістю фітинового фосфору та доступністю мінеральних елементів із кормів.

Вперше встановлено можливість перетворення фітатних комплексів мінеральних елементів в доступні сполуки при використанні конкуруючих реакцій комплексоутворення з органічними кислотами. Показано, що найбільш ефективними комплексоутворювачами являються лимонна та сульфосаліцилова кислоти.

Розроблено експресну методику визначення фітинового фосфору в рослинних кормах, що дозволяє проводити аналіз без попереднього концентрування з чутливістю 0,0015% (А.с. № 1432399, 1987).

Розроблено засіб приготування корму для свиней, який забезпечує підвищення доступності мінеральних елементів із рослинних кормів шляхом перетворення фітатних комплексів в доступні сполуки при введенні в раціон лимонної кислоти (А.с. № 1695870, 1990).

Практична цінність роботи. Застосування лимонної кислоти як комплексоутворюючого додатку у кількості 0,7% від ваги комбікорму для раціонів свиней дозволяє підвищити ефективність використання фосфору, кальцію, цинку, заліза, міді, кобальту та марганцю із кормів, забезпечити потребу тварин у мінеральних елементах без додаткового введення мінеральних добавок промислового виробництва, підвищити продуктивність свиней на 12-13% та одержати високоякісну продукцію.

Кореляційні рівняння слід використовувати для оцінки вмісту легко- та важкодоступних форм мінеральних елементів в кормах при складанні раціонів для свиней.

Апробація роботи. Матеріали дисертації докладено на:

- засіданнях Вченої ради Інституту тваринництва УАН (Харків, 1985-1990 рр.);

- республіканській науковій конференції "Нове в методах зоотехнічних досліджень" (Харків, 1992);

- засіданні лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринництва (Харків, 1992);

- розширеному засіданні відділів та лабораторій Інституту тваринництва УААН (Харків, 1993).

На головні результати досліджень одержані авторські свідоцтва:

1. "Засіб кількісного аналізу фітину в рослинних кормах". А.с. № 1342399, 1987 р.
2. "Засіб приготування корму для свиней". А.с. № 1695870, 1990 р.
3. "Засіб полярографічного визначення кобальту в біологічних матеріалах". А.с. № 1518768, 1989 р.

Публікації результатів досліджень. По матеріалам дисертації опубліковано 5 наукових робіт та одержано 3 авторських свідоцтва.

Обсяг роботи та структура дисертації. Дисертація викладена на 135 сторінках машинописного тексту, ілюстрована 37 таблицями і 12 рисунками та складається із вступу, огляду літератури, матеріалу та методики досліджень, результатів власних досліджень, обговорення одержаних наслідків, висновків, пропозицій, списку використаної літератури і додатків.

До списку використаної літератури занесено 129 найменувань, з них 82 іноземних авторів.

2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на базі Інституту тваринництва Української академії аграрних наук.

В зерні кукурудзи, пшениці, вівса, ячменю, сої та гороху, макусі, шроту, висівках, зеленій масі вівса, ячменю, люцерни, в кормових буряках, моркві, картоплі, соломі визначали кількість фітинового фосфору.

У виведказаних концентрованих кормах вивчали кількість водота кислоторозчинних форм фосфору, кальцію, цинку, заліза, міді, кобальту і взаємозв'язок між їх кількістю та рівнем фітинового фосфору.

За методом найменших квадратів розраховували рівняння регресії та коефіцієнти кореляції.

В зелених кормах (озимій пшениці, житі, кукурудзі) визначали рівень фракцій фосфору з урахуванням фази вегетації. Вивчали зміни, які відбуваються у фракційному складі фосфору кукурудзяних початків при готуванні кормажу, кукурудзяного силосу та при екструзії зерна.

Визначення мінеральних елементів в кормах проводили за загальноприйнятими методами аналізу:

- фосфор (колориметричний метод), ГОСТ 9794-74. Засіб визначення фосфору в кормах;
- кальцій (тридонометричне визначення), ГОСТ 26570-86. Корма, комбіорма, комбіормова сировина. Методи визначення кальцію;
- магній (тридонометричне визначення). Методичні рекомендації по хімічним та біохімічним дослідженням в зоотехнії. ВІТ, 1975;
- мідь, цинк, залізо, марганець (атомноабсорбційна спектrophотометрія), ГОСТ 27996-87;
- кобальт (колориметричний метод), за Е.Я.Тауцінем, 1962.

Фітиновий фосфор визначали за розробленою нами спектrophотометричною методикою (М.О.Романов, С.С.Варчук, В.В.Мірьсь, І.Г.Федотов, 1987).

У балансових дослідах на порослих свиноматках, відлучених поросятах, зростаючих свинях, ремонтному молодняці та свинях на відгодівлі вивчали можливості зниження рівня фітинового фосфору у різноструктурних раціонах. (Досліди проведені разом із співробітниками лабораторії годівлі свиней). В кожному з дослідів тварини були сформовані за принципом аналогів у 3 групи:

I - контрольна, II і III - дослідні. Тварини у контрольних групах одержували типовий концентрований раціон, тоді як в дослідних - 10-40% концентратів (за поживністю) було замінено кормажем, буряками, комбісилосом, гранулами. В кормах та відділеннях, одержаних при проведенні балансу, визначали загальний та фітиновий фосфор, кальцій, цинк, залізо, кобальт та мідь.

У лабораторних умовах одержували за реакціями обміну фітати вивчаємих мінеральних елементів (кальцію, магнію, цинку, заліза, кобальту та міді). Визначали ступінь дисоціації комплексів у насичених розчинах та розраховували їх добуток розчинності.

Вивчали розчинність фітатів у розчинах органічних кислот - комплексоутворювачів. Використовували лимонну, сульфосаліцилову, винну, молочну і оцтову кислоти в діапазоні концентрацій 0,001-0,1 моль/л. Визначення проводили за спектrophотометричним методом по світлопоглинанню в УЗ-спектрі. В якості розчину порівняння використовували 0,01 молярну соляну кислоту.

У дослідах " *in vitro* " визначали оптимальну кількість лимонної кислоти, необхідної для переведення фітатів у зерні в розчинні сполуки.

Було проведено 2 досліді з введенням в раціони органічних кислот: балансовий на відлучених поросятах та науково-господарський з вивченням балансу мінеральних речовин та азоту на зростаючих свинях.

У досліді на поросятах було сформовано 3 групи по 3 голови в кожній, тоді як на зростаючих свинях - 2 групи по 12 голів. Раціони тварин усіх груп були збалансовані по енергії, протеїну, незамінних амінокислотах, клітковині, жиру, вітамінах. Раціони тварин контрольних груп були збалансовані також і по мінеральним речовинам. Поросяткам добавляли в раціони лимонну кислоту (II група) і сульфосаліцилову (III група) у кількості 0,7% від маси комбікорму. В раціон зростаючих свиней дослідної групи вводили 0,7% лимонної кислоти.

Тварин зважували кожного місяця, а на початку та кінці дослідів - 2 рази у місяць. У балансових дослідіх враховували поїдаємість кормів та кількість виділення. Вивчали баланс мінеральних елементів, а у досліді на зростаючих свинях і азоту.

Визначали природню резистентність зростаючих свиней (виконано у лабораторії фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин).

В органах та тканинах тварин визначали кількість фосфору, кальцію, цинку, заліза, кобальту, міді та марганцю.

Оцінювали якість м'яса за хімічним складом найдовшого м'яза спини, відповідно загально-прийнятим методам аналізу.

Оцінювали міцність гомілкових кісток зростаючих свиней у випробуваннях на стиск.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методика визначення фітину у рослинних кормах

Розроблено спектрофотометричний метод аналізу фітину у рослинних кормах.

Сутність методу полягає у здатності фітинової кислоти утворювати розчинні комплекси з залізом при проходженні екстракту крізь хроматографічну колонку з сильнокислотним катіонітом КУ-2 та визначенні фітину по світлопоглинанню в УФ-ділянці спектру.

Встановлено, що для надійного утворення комплексу з залізом, його кількість в катіоніті повинна знаходитися у діапазоні 0,1-1,0 мг/екв у грамі катіоніту. Щоб досягнути повного виходу фіти-

нового комплексу з залізом із колонки необхідно використовувати 0,4-0,8 молярну соляну кислоту як елюент.

Чутливість визначення фітину становить 0,0015%, при цьому відносне стандартне відхилення не перевищує 0,05.

Розроблена методика дозволяє проводити визначення з високою чутливістю при скороченні терміну аналізу більш, ніж у 2 рази у порівнянні з існуючими методами *Ellis R., E.R. Morris, C. Philpot. 1977*).

3.2. Вміст фітинового фосфору в концентрованих кормах

Встановлено значні відмінності у рівні фітинового фосфору в зерні злакових та бобових культур, а також у кормах промислового виробництва (табл. 3.1).

3.1. Вміст фітинового фосфору у сухій речовині концентрованих кормів, %

Корми	n	Фосфор (M±m)		Фосфор фітиновий / Фосфор загальний
		загальний	фітиновий	
Зерно пшениці	10	0,537±0,021	0,362±0,012	67,5
Зерно кукурудзи	10	0,287±0,010	0,236±0,010	82,3
Зерно жита	10	0,443±0,014	0,284±0,012	64,1
Зерно вівса	10	0,498±0,020	0,311±0,008	62,5
Зерно ячменю	10	0,500±0,017	0,280±0,011	56,1
Зерно гороху	10	0,602±0,021	0,320±0,011	53,2
Зерно сої	10	0,949±0,054	0,510±0,018	53,8
Макуха соняшникова	5	1,312±0,070	1,057±0,036	80,6
Макуха соєва	5	0,795±0,030	0,566±0,020	71,2
Шрот соняшковий	10	1,221±0,057	1,026±0,049	84,1
Шрот соєвий	5	0,699±0,022	0,484±0,014	69,3
Висівки пшеничні	5	0,975±0,040	0,731±0,028	75,0

Так, серед злакових культур найменша частка фітинового фосфору від загальної його кількості в сухій речовині встановлена для зерна ячменю і складає 56,1%, тоді як найбільша - в зерні кукурудзи (82,3%). Овес, жито та пшениця не мають значних відмінностей у рівні цієї фракції, лише в останньому випадку має місце тенденція до збільшення питомої ваги фітинового фосфору. Не встановлено від-

мінностей в його утриманні у зерні гороху та сої (53,2-53,8%). Олійні культури відзначаються високим рівнем фітинового фосфору, так у соєвому шроті його кількість на 15,5% вища, ніж у зерні сої.

Встановлена лінійна залежність між кількістю загального і фітинового фосфору у вивчаємих кормах ($R = 0,92-1,00$).

Кількість фітинового фосфору у зелених кормах, коренеплодах, картоплі, соломі, сінні незначна і складає від 3,1% в соломі до 14,3% у картоплі (від загального фосфору). В сухій речовині вівса, ячменю, люцерни його частка складає 5,2-7,9%. Введення вищевказаних кормів в раціони свиней дозволяє знизити вміст важкодоступного фітинового фосфору.

3.3. Вміст водо- та кислоторозчинних форм мінеральних елементів в залежності від рівня фітинового фосфору у зерні

В зерні злакових культур доступні для засвоєння свиньми форми мінеральних елементів (фосфору, кальцію, магнію) складають 12,6-25,6%; 40,0-51,2% и 39,5-63,3%, відповідно, від загальної кількості елемента. Так, при найбільш високому рівні фітинового фосфору у зерні кукурудзи (82,3%), кількість водо- та кислоторозчинних форм фосфору більш ніж у 2 рази нижча в порівнянні з зерном ячменю (56,1% фітинового фосфору); кальцію і магнію - в 1,1-1,4 рази. В зерні бобових культур (гороху та сої) частка доступних форм макроелементів складає 26,5-29,3% для фосфору; від 55,4 до 57,4% - для кальцію і 68,5-75,9% для магнію (табл. 3.2).

Отже, мінеральні елементи у зерні бобових культур більш доступні для засвоєння свиньми, ніж у зерні злакових, що пов'язано з рівнем фітинового фосфору.

Порівняння результатів утримання доступних форм мікроелементів показує, що кількість кислоторозчинного цинку і водорозчинної міді в 1,6, а водорозчинного кобальту в 1,2 рази нижче, ніж у зерні гороху. Залізо в усіх вивчаємих кормах знаходиться у важкодоступній формі, його кислоторозчинна фракція складає 7,0-9,1% від загальної кількості елемента (табл. 3.3).

Розраховані кореляційні рівняння і коефіцієнти кореляції, що свідчать про достовірний корелятивний зв'язок між кількістю доступних форм макро- і мікроелементів та рівнем фітинового фосфору у зерні ($R = -0,60... - 0,95$).

3.2. Вплив рівня фітинового фосфору у сухій речовині зерна на кількість доступних форм макроелементів, %

$M \pm m$ $n = 10$

Вид зерна	Фосфор фітиновий/фосфор загальний	Фосфор водорозчинний/фосфор загальний	Фосфор кислоторозчинний/фосфор загальний	Кальцій водорозчинний/кальцій загальний	Кальцій кислоторозчинний/кальцій загальний	Магній водорозчинний/магній загальний	Магній кислоторозчинний/магній загальний
Пшениця	67,5	12,7 \pm 0,34	14,9 \pm 0,33	34,3 \pm 1,00	43,3 \pm 1,04	33,1 \pm 1,01	39,5 \pm 2,12
Кукурудза	82,3	8,5 \pm 0,15	12,6 \pm 0,27	34,3 \pm 0,98	40,0 \pm 1,61	31,4 \pm 0,75	43,1 \pm 1,48
Жито	64,1	13,4 \pm 0,21	17,6 \pm 0,18	40,1 \pm 1,23	46,5 \pm 1,34	35,4 \pm 1,44	57,8 \pm 1,81
Овес	62,5	15,7 \pm 0,19	18,8 \pm 0,34	46,1 \pm 1,47	48,5 \pm 1,21	40,1 \pm 1,45	58,1 \pm 1,01
Ячмінь	56,1	20,0 \pm 0,25	25,6 \pm 0,60	48,1 \pm 1,85	51,2 \pm 1,49	42,2 \pm 1,12	63,3 \pm 0,95
Горох	53,2	24,0 \pm 0,39	29,3 \pm 0,41	52,1 \pm 2,03	57,4 \pm 2,01	64,0 \pm 2,33	75,9 \pm 1,44
Соя	53,8	23,4 \pm 0,81	26,5 \pm 0,60	48,5 \pm 2,00	55,4 \pm 1,49	58,0 \pm 2,41	68,5 \pm 2,12

3.3. Вплив рівня фітинового фосфору у сухій речовині зерна на кількість доступних форм мікроелементів, %

$M \pm m$ $n = 10$

Вид зерна	Фосфор фітиновий/фор загалний	Цинк кислотозчинний/цинк загалний	Мідь кислотозчинна/гальна	Кобальт кислотозчинний/кобальт загалний	Залізо кислотозчинне/залізо загалне
Пшениця	67,5	30,7 \pm 1,12	54,1 \pm 1,45	56,8 \pm 2,00	8,20 \pm 0,47
Кукурудза	82,3	28,9 \pm 1,14	42,0 \pm 1,24	54,1 \pm 1,81	7,01 \pm 0,44
Жито	64,1	30,7 \pm 0,95	56,0 \pm 1,38	57,0 \pm 1,45	9,12 \pm 0,51
Овес	62,5	31,2 \pm 1,01	59,7 \pm 1,07	61,5 \pm 1,64	7,43 \pm 0,39
Ячмінь	56,1	36,1 \pm 1,33	62,3 \pm 2,12	61,2 \pm 2,00	7,48 \pm 0,45
Горох	53,2	47,3 \pm 1,85	68,7 \pm 2,15	66,1 \pm 1,89	8,23 \pm 0,52
Соя	53,8	38,5 \pm 0,98	65,8 \pm 2,31	64,7 \pm 1,45	7,64 \pm 0,47

3.4. Фракційний склад фосфору в кормах, що використовуються у різноструктурних раціонах

В процесі вегетації рослин відбувається зниження загального фосфору наприкінці вегетаційного періоду (табл. 3.4). В зеленій масі озимої пшениці вміст фосфору знизився на 59,5% у фазі воскової стиглості у порівнянні з періодом виходу в трубку, а у зеленій масі жита - на 63,6%. Аналогічна направленість встановлена у відношенні кукурудзи - вміст фосфору у стадії воскової стиглості знизився на 27% у порівнянні з початковою фазою вегетації (9-10 листків).

Концентрація фосфору легкогідролізуючих ефірів в зеленій масі жита у фазі воскової стиглості на 30,1% нижча, ніж у фазі цвітіння.

У фазі воскової стиглості частка фітинового фосфору зростає в зеленій масі жита у 4,9 рази, озимої пшениці - в 3 рази у порівнянні з його рівнем у фазі цвітіння. В кукурудзі на початкових стадіях вегетації кількість цієї фракції складає 5,5% від загальної, в той час як у фазі воскової стиглості - 24,85%. У міру дозрівання рослин вміст неорганічного фосфору знижується в 1,6-2 рази. Одержані результати слід ураховувати в разі включення зелених кормів до складу раціонів для свиней.

3.4. Зміни фракційного складу фосфору кормових рослин за фазами вегетації

$n = 5$

Корми	Фаза вегетації	Загальний фосфор, г/кг сухої речовини	Фосфор, % від загального			
			кислотозорозчинний	легкогідролізуємих ефірів	фітиновий	неорганічний
Кукурудза	9-10 листків	4,25	75,51	18,47	5,55	49,40
	молочно-воскова стиглість	3,46	73,40	22,95	10,85	37,70
	воскова стиглість	3,10	66,50	11,50	24,85	31,00
Озима пшениця	вихід в трубку	5,68	79,50	16,20	6,90	56,20
	цвітіння	3,21	81,50	40,50	8,39	32,50
	воскова стиглість	2,30	71,00	14,40	25,60	30,00
Озиме жито	вихід в трубку	4,15	74,24	12,35	8,50	50,00
	колосіння	2,90	81,46	23,96	8,98	42,50
	цвітіння	3,23	84,80	39,32	6,80	38,70
	воскова стиглість	1,51	68,80	9,25	33,90	25,00

3.5. Зміни кількості фітинового фосфору під час консервування і термічної обробки кормів

При заготівлі корнажу або кукурудзяного силосу практично не відбувається змін у вмісті загального фосфору в порівнянні з відповідною початковою масою, в той час як концентрація фітинового фосфору зменшується з 1,28 г/кг у початковій масі до 1,10 г/кг - у корнажі, а неорганічного зростає з 0,62 до 1,05 г/кг (табл. 3.5).

При силосуванні кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості рівень фітинового фосфору знижується на 48% у порівнянні з початковою масою.

Екструзія зерна злакових і бобових культур не впливає як на загальний вміст мінеральних елементів, так і на рівень фітинового фосфору.

3.5. Зміни фракційного складу фосфору при заготівлі
корнажу і кукурудзяного силосу, г/кг сухої речовини

$M \pm m$ $n = 10$

Корми	Ф о с ф о р		
	загальний	фітиновий	неорганічний
Початкова маса	2,83 \pm 0,21	1,28 \pm 0,08	0,62 \pm 0,04
Корнаж	2,99 \pm 0,09	0,98 \pm 0,12	1,05 \pm 0,06
Початкова маса	2,67 \pm 0,26	0,27 \pm 0,02	1,31 \pm 0,07
Силос кукурудзяний	2,47 \pm 0,13	0,11 \pm 0,01	1,78 \pm 0,05

3.6. Доступність мінеральних елементів у залежності
від вмісту фітинового фосфору в раціонах свиней

Заміна 10,0-40,0% зернових концентратів (за поживністю) в раціонах порослих свиноматок, відлучених порослят, зростаючих свиней, ремонтного молодняку та свиней на відгодівлі корнажем, кормовими буряками, комбісилосом або солом'яно-зерновими гранулами дозволяє знизити рівень фітинового фосфору на 6,9-11,6%; 9,1-13,8%; 6,3-9,4%; 6,3-12,3%, відповідно, у порівнянні з контрольними групами (табл. 3.6).

Встановлено, що у тварин дослідних груп ступінь утилізації загального фосфору на одиницю спожитого фітинового зростає в 1,4-1,9 рази. Кількість відкладеного заліза в тілі відлучених порослят дослідних груп була в 2 рази, зростаючих свиней - в 3,1-4,8, ремонтного молодняку та свиней на відгодівлі - в 3,1-5,0, а порослих свиноматок у 3,4-5,0 разів вище, ніж у контролі.

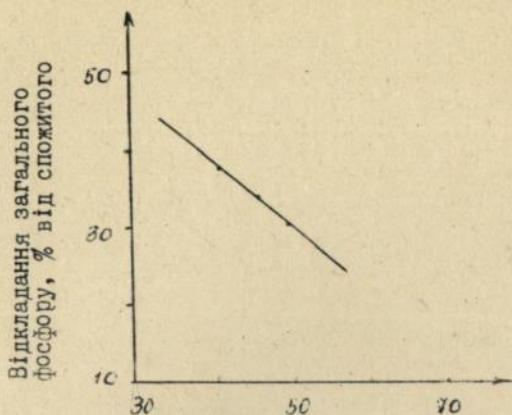
Відкладання цинку в тілі зростаючих свиней та на відгодівлі збільшується у дослідних групах в 2,2-3,6 рази.

Встановлена тенденція до зростання відкладання міді і кобальту при зниженні рівня фітинового фосфору в раціонах.

Одержані кореляційні рівняння і коефіцієнти кореляції, що свідчать про лінійну залежність проміж відкладанням в тілі свиней мінеральних елементів і вмістом фітинового фосфору в раціонах ($R = -0,70 \dots -1,00$). Графічно залежність між рівнем фітинового фосфору в раціонах свиней та відкладанням загального фосфору приведена на рис. 3.1.

3.6. Склад раціонів за поживністю і вміст фітинового фосфору, %

Виробничі групи	Групи	Концентрати		Комбі-силос	Корнаж	Буряки-кормові	Гранули (соло-м'яно-зернові)	Фітиновий фосфор, % від загального
		усього	в т.ч. зернові					
Поросні свиноматки	I - контроль	79,0	70,0	15,7	-	-	5,3	50,00
	II - дослід	66,6	60,0	26,5	-	-	6,9	38,33
	III - дослід	68,1	60,0	16,7	-	-	15,2	43,10
Відлучені поросята	I - контроль	94,8	76,0	2,3	-	-	2,9	65,83
	II - дослід	85,4	65,7	6,0	-	-	8,6	56,74
	III - дослід	78,9	61,3	11,4	-	-	9,7	52,02
Зростаючі свині	I - контроль	88,6	72,6	8,0	-	-	3,4	49,84
	II - дослід	79,2	58,0	5,0	-	-	15,8	44,55
	III - дослід	72,8	54,0	21,0	-	-	6,2	40,42
Ремонтний молодняк	I - контроль	90,0	90,0	-	5,0	5,0	-	59,80
	II - дослід	60,0	60,0	-	30,0	10,0	-	53,53
	III - дослід	50,0	50,0	-	40,0	20,0	-	47,53
Свині на відгодівлі	I - контроль	90,0	90,0	-	5,0	5,0	-	61,97
	II - дослід	60,0	60,0	-	20,0	20,0	-	56,11
	III - дослід	50,0	50,0	-	10,0	40,0	-	53,11



Фітинового фосфору, % від загального

Рис. 3.1. Взаємозв'язок між кількістю фітинового фосфору в раціонах зростаючих свиней і відкладенням загального фосфору

Аналогічні залежності між рівнем фітинового фосфору в раціонах та відкладенням вивчаємих мінеральних елементів в тілі свиней одержані для усіх груп тварин. Але, використання різноструктурних раціонів не може бути кардинальним рішенням проблеми, тому що мінеральні елементи у складі фітатів залишаються недоступними для засвоєння свиньми.

3.7. Використання органічних кислот для перетворення фітатних комплексів мінеральних елементів у розчинні сполуки

Встановлено, що фітати кальцію, магнію, цинку, заліза, кобальту і міді являють собою важкодисоціюючі сполуки, добутки розчинності (ДР) яких порівнюють $10^{-18,3}$; $10^{-17,6}$; $10^{-16,6}$; $10^{-30,4}$; $10^{-18,3}$; $10^{-17,8}$, відповідно ($S_{\Sigma} \leq 0,05$).

На підставі одержаних величин добутків розчинності фітатів, констант протонізації органічних кислот, використовуючи закон діючих мас, були визначені константи комплексоутворення та встановлено, що підвищення розчинності фітатних комплексів досягається при використанні органічних кислот з константами комплексо-

3.7. Розчинність фітатів мінеральних елементів в органічних кислотах

Органічна кислота	Концентрація органічної кислоти, моль/л	Фітати											
		Кальцію		Магнію		Цинку		Заліза		Кобальту		Міді	
		Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності	Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності	Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності	Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності	Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності	Розчинність, моль/л	Підвищення розчинності
Контроль (НСС ²⁻)	0,01	0,0023	-	0,0023	-	0,0023	-	0,000072	-	0,0023	-	0,0023	-
Лимонна	0,10	0,265	116,6	0,264	115,8	0,066	28,9	0,001	14,6	0,198	86,8	0,164	71,8
Сульфосаліцилова	0,10	0,240	105,3	0,288	126,3	0,288	100,0	0,0099	126,9	0,222	97,4	0,155	68,2
Молочна	0,10	0,067	29,2	0,071	31,3	0,061	26,7	0,001	13,0	0,064	28,2	0,055	23,9
Винна	0,04	0,056	24,4	0,057	25,0	0,028	12,4	0,0004	5,6	0,057	24,9	0,057	25,1
Оцтова	0,10	0,020	8,9	0,019	8,2	0,019	8,2	0,0005	6,4	0,008	3,5	0,020	8,9

утворення 10^4 - 10^6 - лимонної, сульфосаліцилової, винної, молочної та оцтової.

Розчинність фітатів кальцію, магнію, цинку, заліза, кобальту і міді в розчинах вищевказаних кислот залежить від обраної кислоти та її концентрації. Використання 0,1 молярних розчинів кислот підвищує розчинність фітатів у 3,5-126,9 рази у порівнянні з 0,01 молярною соляною кислотою, значення рН якої відповідає кислотним умовам шлунку свиней (табл. 3.7).

Встановлено, що найбільш сильними комплексоутворювачами є лимонна і сульфосаліцилова кислоти, які дозволяють підвищити розчинність фітатів у 14,6-126,3 рази ($S_z \leq 0,05$).

Виходячи із одержаних результатів, нами віддана перевага лимонній кислоті, тому що ця речовина забезпечує високу розчинність фітатів і водночас є фізіологічною для тварин.

Встановлено, що в інтервалі концентрацій лимонної кислоти 0,5-2,5% від вихідної ваги зерна відбувається практично повне перетворення фітатних комплексів мінеральних елементів в легкорозчинні сполуки. Доцільно використовувати оптимальну кількість кислоти - 0,5-1,0% ($S_z \leq 0,05$).

Розчинність фітатів у шлунковому соці (рН = 2) незначна, тоді як у 0,05 молярному розчині лимонної кислоти, який приготували на шлунковому соці, підвищується в 27,3-120,0 разів ($S_z \leq 0,05$), табл. 3.8.

3.8. Розчинність фітатів мінеральних елементів ($n=5$)

Фітат	Розчинність, моль/л		Підвищення розчинності (у число разів)	S_z
	Розчинники			
	Шлунковий сік	0,05М лимонна кислота на шлунковому соці		
Кальцію	0,0028	0,336	120,0	0,05
Магнію	0,0032	0,371	116,0	0,05
Цинку	0,0037	0,114	31,0	0,04
Заліза	0,00012	0,003	27,3	0,04
Міді	0,0029	0,215	74,1	0,04
Кобальту	0,0031	0,273	88,2	0,03

3.8. Ефективність використання мінеральних елементів свиньми при включенні у склад раціонів органічних кислот

В балансовому досліді на відлучених поросятах тварини дослідних груп не одержували мінеральних добавок, але в їх раціони була введена лимонна (II група) або сульфосаліцилова (III група) кислоти у кількості 0,7% від ваги комбікорму.

Підвищення використання спожитих мінеральних речовин організмом тварин дослідних груп складає для фосфору 5,1%, кальцію - 9,7%, цинку - 12,6% (II група) і 4,8; 12,1 і 10,4% (III група). Найбільш значне збільшення відкладання заліза встановлено в III групі (6,7%), табл. 3.9.

3.9. Баланс мінеральних елементів в організмі відлучених поросят

Група	Елемент	Спожито з раціоном	Відкладено в організмі	
			абсолютна кількість	% від спожитого
I - контроль	Фосфор, г	11,05	3,98	36,2
	Фосфор фітиновий, г	6,10	0,80	13,2
	Кальцій, г	20,54	8,43	41,04
	Цинк, мг	114,72	38,40	33,47
	Залізо, мг	321,12	17,02	5,30
	Мідь, мг	19,22	4,30	22,84
	Кобальт, мг	1,08	0,218	20,17
II (дослідна)	Фосфор, г	10,51	4,32	41,10
	Фосфор фітиновий, г	6,10	1,10	18,01
	Кальцій, г	16,62	9,49	50,71
	Цинк, мг	114,72	53,05	46,24
	Залізо, мг	321,12	30,22	9,41
	Мідь, мг	19,22	5,13	26,71
	Кобальт, мг	1,08	0,283	26,24
III (дослідна)	Фосфор, г	10,51	4,31	41,01
	Фосфор фітиновий, г	6,10	1,04	17,00
	Кальцій, г	16,62	8,83	53,12
	Цинк, мг	114,72	50,37	43,91
	Залізо, мг	321,12	38,63	12,03
	Мідь, мг	19,22	4,84	25,18
	Кобальт, мг	1,06	0,266	24,71

За час досліду середньодобовий приріст живої ваги поросят складав у контрольній групі 338,9 г, у II - 439,8 г, а у III - 412,0 г, що на 13,1 і 5,9%, відповідно, вище ($P = 0,95$).

Вміст мінеральних елементів в органах і тканинах тварин контрольної та дослідних груп знаходився в межах фізіологічної норми та не мав достовірних різниць проміж групами.

Введення лимонної кислоти у кількості 0,7% від ваги комбікорму в раціон зростаючих свиней, які не одержували мінеральних добавок, дозволило підвищити ефективність використання мінеральних елементів кормів. Так, у тварин II групи відклалося більше фосфору (на 2,2%), кальцію (3,6%); цинку (4,2%), заліза (21,7%), міді (2,5%), кобальту (4,5%) і марганцю (9,3%), табл. 3.10.

3.10. Баланс мінеральних елементів в організмі зростаючих свиней

Група	Елемент	Спожито з раціоном	Відкладено в організмі	
			абсолютна кількість	% від спожитого
I (Контроль)	Кальцій, г	32,36	8,19	25,29
	Фосфор, г	24,62	10,27	41,71
	Фосфор фітиновий, г	10,51	1,06	10,31
	Цинк, мг	174,32	24,68	14,16
	Залізо, мг	512,23	26,99	5,27
	Мідь, мг	37,34	3,48	9,32
	Кобальт, мг	3,854	0,614	15,93
	Марганець, мг	140,73	29,67	21,08
II (Дослідна)	Кальцій, г	19,96	5,78	28,96
	Фосфор, г	16,22	7,13	43,96
	Фосфор фітиновий, г	10,25	4,02	36,73
	Цинк, мг	126,55	23,30	18,40
	Залізо, мг	512,23	128,28	27,00
	Мідь, мг	21,08	2,50	11,86
	Кобальт, мг	1,374	0,280	20,38
	Марганець, мг	100,05	30,37	30,35

Дослідами також встановлено значне підвищення рівня використання азоту (табл. 3.11).

3. II. Баланс азоту в організмі зростаючих свиней

Групи	Спожи- то азо- ту, г	Виділено, г		Перетравлено! протеїну (по азоту)		Ви- діле- но ус- мок- тано- го азо- ту, %	Відкладено		
		з калом	з сечею	г	%		г	% від спо- жи- того	% від пере- трав- лено- го
I (Конт- роль)	71,66	17,36	43,12	54,30	75,77	79,41	11,18	15,60	20,58
II (Дослід- на)	71,66	16,31	39,05	55,35	77,23	70,55	16,30	22,75	29,45

Аналіз даних балансу азоту показав, що при однаковому споживанні його з кормом та незначній різниці у видимій перетравності протеїну, утримання в організмі усмоктаного азоту значно вище у тварин дослідної групи (на 8,86%). Це й обумовило підвищення відкладання як спожитого азоту, так і перетравленого.

Середньодобовий приріст живої ваги свиней склав у дослідній групі 776 г, що на 12,96% вище, ніж у контролі (P = 0,96).

Встановлено, що дослідні тварини мають більш високу надійність клітинних механізмів неспецифічного захисту організму. Це реалізується як на рівні функціональної активності окремих нейтрофілів - фагоцитарний індекс майже в 2 рази вище, ніж у контрольних свиней (6,08 і 3,53), так і на рівні кількості функціональних одиниць (кількість лейкоцитів у тварин дослідної групи вище, ніж у контролі - $15,4 \cdot 10^9$ /л і $12,8 \cdot 10^9$ /л, при тому вона не виходить за межі фізіологічних норм. Следствием цього є значно вищі (в 2 рази) показники, що характеризують інтегральну ефективність механізмів клітинного захисту. Фагоцитарна смкість у тварин контрольної групи складає $8,45 \cdot 10^9$ /л, а дослідної - $19,66 \cdot 10^9$ /л.

Вміст мінеральних елементів у крові, паренхіматозних органах, м'ясі та кістках свиней не має статистично вірогідної різниці і знаходиться в межах фізіологічної норми.

Встановлено, що при практично однаковому вмісті вологи, жиру, білку, триптофану, оксипроліну м'ясо тварин дослідної групи мало

більш високу вологоутримуючу здатність - $4,07 \text{ см}^2$ проти $4,83 \text{ см}^2$, утримувало менше холестерину ($192,5 \text{ мг\%}$ проти $156,9 \text{ мг\%}$) і нітритів ($1,80 \text{ мг\%}$ проти $2,10 \text{ мг\%}$).

Не встановлено різниці у міцності гомілкових кісток при випробуваннях на стиск - $2,23$ і $2,27 \text{ Т}$.

В И С Н О В К И

1. Ефективність використання мінеральних елементів організмом свиней підвищується в результаті перетворення солей фітинової кислоти (фітатів) рослинних кормів у розчинні сполуки за рахунок реакцій комплексоутворення з органічними кислотами.

2. Фосфор концентрованих кормів на $53,2-84,1\%$ становить собою фітиновий, а вегетативних частин рослин, корене- і клубнеплодів, грубих кормів - на $3,0-14,0\%$.

3. Знайдено позитивний корелятивний зв'язок поміж вмістом загального і фітинового фосфору в концентрованих кормах ($R = -0,92-1,00$). При цьому, збільшення кількості фітинового фосфору супроводжується зниженням доступних для організму свиней водота кислоторозчинних форм мінеральних елементів ($R = -0,60... -0,95$).

4. Одержані кореляційні рівняння доцільно використовувати для оцінки вмісту легко- і важкодоступних форм мінеральних елементів в рослинних кормах при складанні раціонів для свиней.

5. Засвоєння мінеральних елементів знижується з ростом рівня фітинового фосфору у раціонах свиней за лінійною залежністю ($R = -0,70...-1,00$).

6. Добутки розчинності фітатів кальцію, магнію, цинку, заліза, кобальту і міді складають, відповідно, $10^{-18,4}$, $10^{-17,6}$, $10^{-16,6}$, $10^{-30,4}$, $10^{-17,8}$ і $10^{-18,3}$, що обумовлює низьку біологічну доступність мінеральних елементів для моногастричних тварин.

7. Використання органічних кислот - комплексоутворювачів (лимонної і сульфосаліцилової) підвищує розчинність фітатів в $14,6-126,9$ рази у порівнянні з $0,01$ молярною соляною кислотою, значення рН якої відповідає кислотним умовам шлунку свиней.

8. Найбільш ефективним засобом підвищення використання мінеральних елементів являється включення в раціони свиней лимонної кислоти у кількості $0,7\%$ від ваги комбікорму як комплексоутворю-

вача, що дозволяє забезпечити потреби тварин у мінеральних речовинах без введення мінеральних добавок.

9. Вміст мінеральних елементів у крові, паренхіматозних органах, м'ясі та кістках свиней знаходиться у межах фізіологічних норм.

10. Використання лимонної кислоти у раціонах відлучених поросят і зростаючих свиней підвищує відкладання мінеральних елементів і азоту та збільшує продуктивність тварин на 13,1% і 12,95% ($P = 0,95$).

П Р О П О З И Ц І Я

1. Для підвищення ефективності використання мінеральних елементів із концентрованих кормів свиньями пропонується добавляти в раціони лимонну кислоту у кількості 0,7% від ваги комбікорму.

2. При складанні раціонів для свиней доцільно використовувати кореляційні рівняння для оцінки вмісту легко- і важкодоступних форм мінеральних елементів в рослинних кормах.

3. Контроль за вмістом фітинового фосфору у рослинних кормах рекомендується проводити розробленим спектрофотометричним методом, який дозволяє аналізувати корми без попереднього концентрування.

На тему дисертації опубліковані такі роботи:

1. Определение фракционного состава фосфора кормов//Научн.-техн. бюл./ Харьков.- 1984.- Вып.39.- С.39.

2. Способ количественного анализа фитина в растительных кормах. Авторское свидетельство № 1432399, СССР. Заявл. 7.04.87. Опубл. 23.10.88. Бюл. № 39.- 4 с (в соавт.).

3. Спектрофотометрическое определение фитина в растительных кормах//Научн.-техн. бюл./Харьков.- 1988.- Вып.50.- С.35-37 (в соавт.).

4. Способ полярографического определения кобальта в биологических материалах. Авторское свидетельство № 1518768, СССР. Заявл. 01.02.88. Опубл. 30.10.89, Бюл. № 40.- 4 с. (в соавт.).

5. Определение меди в биологических материалах по каталитическому току восстановления водорода методом дифференциальной импульсной полярографии //ЖАХ.- 1988.- Т.63.- № 6.- С.1016-1019 (в соавт.).

6. Литиновый фосфор станет доступнее//Свиноводство.- 1991.- № 5.- С.27 (в соавт.).

7. Способ приготовления корма для свиней. Авторское свидетельство № 1695870, СССР. Заявл. 20.02.1990. Опубликовано 07.12.91. Бюл. № 45 (в соавт.).

8. Новые методические подходы к повышению доступности минеральных элементов из фитатных комплексов растительных кормов для свиней//Новое в методах зоотехнических исследований.- Харьков.- 1992.- Ч.2.- С.129-133(в соавт.).

Відповідальний за випуск

Гноєвий В.І.

Підписано до друку " " 1993 р.

Обсяг 1.2. п.а. Тираж 100 екз. Заказ № II

Ділянка оперативного друку Інституту тваринництва УААН.

312120 м.Харків, п/в Кулиниці.

7B20.195
AV 28.195