

# Використання лляних кормових екстрактів у кормах для тварин

Тракало Т.О., Шаповаленко О.І., доктор технічних наук, Янюк Т.І., кандидат технічних наук, Ганзенко В.В., кандидат технічних наук

*В статті наведено результати досліджень хімічного, мінерального складу, мікробіологічних показників і терміну придатності лляних кормових екстрактів на основі води та сироватки. Дослідженнями доведено, що лляні кормові екстракти є цінними побічними продуктами виробництва лляних екстрактів харчового призначення і їх доцільно використовувати при виробництві кормів для сільськогосподарських тварин та птиці.*

**Ключові слова:** льон, корм, білок, мінеральні речовини, комбікорм.

*В статье приведены результаты исследований химического, минерального состава, микробиологических показателей и срока годности льняных кормовых экстрактов на основе воды и сыворотки. Исследованиями доказано, что льняные кормовые экстракты являются ценными побочными продуктами производства льняных экстрактов пищевого назначения и их целесообразно использовать при производстве кормов для сельскохозяйственных животных и птицы.*

**Ключевые слова:** лен, корм, белок, минеральные вещества, комбикорм.

Технологічні схеми на базі PIA дозволяють отримувати високоякісні харчові, біологічно активні та кормові екстракти [1].

При розробці екструдованих кормових сумішей використовували лляні кормові екстракти на основі води або сироватки. Екстракти отримували в роторно-імпульсному апараті (PIA) за принципом дискретно-імпульсного введення енергії (DIBE) шляхом розділення лляних екстрактів харчового призначення на рідкий і концентрований продукт. Рідкий продукт використовують у харчових цілях, а концентрований – для годівлі сільськогосподарських тварин.

Роторно-імпульсні апарати (PIA) – це перспективне та ефективно обладнання, яке використовують для забезпечення інтенсифікації технологічних процесів, що також дає можливість впроваджувати на їхній основі енергоефективні технології в харчовій, фармацевтичній, сільськогосподарській та інших галузях промисловості.

PIA є ефективними апаратами завдяки багатофакторній дії на гетерогенну рідину для отримання стабільних, високодисперсних емульсій і суспензій, інтенсифікації процесів розчинення і емульгування речовин, зміни фі-

зико-хімічних параметрів речовини, що піддається обробці, викликає деструкцію молекулярних сполучень і діє на колонії живих мікроорганізмів, дріжджів та плісняв. У роботі використовували апарат PIA-5000 із зазором між статором і ротором 450 мкм.

Цей апарат було використано для обробки сумішей, до складу яких входило насіння льону, а як розчинник – вода або молочна сироватка.

Головні механізми, що виникають при обробці вищезгаданих систем:

- механічна дія на частинки гетерогенного середовища, що виникає через удар, зрізування та перетирання при контакті з робочим органом PIA;

- гідродинамічна дія, що виникає у великих зсувних напругах рідини, турбулентності, пульсацій, швидкості та тиску потоку рідини;

- гідродинамічна дія на рідину, що обробляється, виникає за рахунок маломасштабних пульсацій і тиску, інтенсивної кавітації, ударних хвиль та нелінійних акустичних ефектів.

Дослідження впливу кавітаційних ефектів у PIA проводили при екстрагуванні насіння льону, орієнтуючись

на показники фізико-хімічних властивостей та біологічної цінності.

Поживність і хімічний склад лляних екстрактів на основі води та сироватки, насамперед, залежать від хімічного складу насіння льону. Хімічний склад насіння льону залежить від сорту, кліматичних особливостей, району вирощування та методів обробки [2-4].

Проведені експериментальні дослідження впливу механізму ДІВЕ з активацією кавітаційної дії на екстрагування з рослинної сировини вказують на перспективне використання процесу вилучення БАР з ініціюванням кавітаційних ефектів. Встановлено, що активація кавітаційного механізму приводить до інтенсифікації процесу екстрагування за рахунок перенесення корисних речовин в екстрагент із наступним розчиненням. Встановлено, що ефективність кавітаційного впливу на процес екстрагування певною мірою залежить від природи та структури рослинної сировини [5].

Метою нашого дослідження було визначити можливість використання лляних кормових екстрактів у виробництві кормів для сільськогосподарських тварин і птиці, дослідити хімічний склад, мікробіологічні показники та встановити термін придатності ЛКЕОВ і ЛКЕОС. Порівняльну характеристику хімічного складу лляних кормових екстрактів наведено в табл. 1 (на суху речовину).

■ Таблиця 1. Хімічні показники лляних кормових екстрактів

Показник	ЛКЕОВ	ЛКЕОС
Масова частка сухих речовин, %	65	60
Масова частка сирого жиру, %	9,5	10,3
Масова частка сирого протеїну, %	17,2	18,8
Кислотність, град.	1,4	2,3
Масова частка сиріої золи, %	3,9	4,2
Масова частка клітковини, %	15,1	16,8
Харчові волокна, %	35	35

Аналіз даних табл. 1 свідчить про те, що лляні кормові екстракти у своєму складі містять сирого протеїну 17,2-18,8%, що дає можливість частково замінювати білкові компоненти корму, які коштують дорого, на лляні кормові екстракти. Кількість сирого жиру у лляних кормових екстрактах становить 9,5-10,3%, що дає можливість вважати їх високоенергетичною сировиною для виробництва кормів.

ЛКЕ містять у своєму складі багато клітковини 15,1-16,8%, в якій внаслідок екстракції відбулися фізико-хімічні зміни, завдяки чому перетравність її зросла.

Поживність будь-якого виду сировини визначається вмістом у них білка, проте слід зазначити, що потрібно враховувати його показник якості, а саме – вміст незамінних амінокислот. Результати досліджень амінокислотного складу лляних кормових екстрактів наведено у табл. 2.

Аналіз даних табл. 2 показує, що білок лляних кормових екстрактів містить майже всі незамінні амінокислоти, необхідні тваринам для життєдіяльності. Лімітуючою амінокислотою в обох зразках є лізин, який знаходиться в межах 0,66-0,89%. Біологічна цінність лляних кормових

екстрактів становить 84-87,8%, що свідчить про добру засвоюваність білка тваринами. Незамінні амінокислоти повинні надходити до організму з кормом, оскільки вони не синтезуються в організмі.

■ Таблиця 2. Амінокислотний склад концентрованих залишків лляних кормових екстрактів

Показник	Шкала FAO/WHO, %	ЛКЕОВ		ЛКЕОС	
		%	скор	%	скор
Валін	5,0	1,56	31	1,31	26
Лізин	7,7	0,89	12	0,66	9
Лейцин	9,9	1,52	15	1,53	15
Ізолейцин	4,6	1,42	30	1,24	27
Треонін	5,0	1,65	33	1,44	29
Метіонін+цистеїн	3,5	0,86	25	0,84	24
Фенілаланін+тирозин	7,6	1,94	26	1,65	22
Гістидин	2,9	0,78	27	0,63	22
Аргінін	4,4	3,05	69	2,72	62
Сума незамінних амінокислот		13,76		12,02	
КРАС, %		16			14,2
БЦ, %		84			87,8

Найважливішими мікроелементами для тварин є кальцій і фосфор. Їхній обмін в організмі тварини тісно пов'язаний між собою. Тому для нормального функціонування його ці елементи повинні надходити у певних співвідношеннях 1,5-2. За нестачі цих елементів у тварин сповільнюється ріст, погіршується апетит, знижується продуктивність і плодючість. Результати наших досліджень показали (табл. 3), що вміст кальцію у лляних кормових екстрактах становить 1,06-1,23 г/кг, а фосфору – 2,4-2,58 г/кг.

■ Таблиця 3. Мінеральний склад концентрованих залишків лляних кормових екстрактів

Показник	ЛКЕОВ	ЛКЕОС
<b>Макроелементи, г/кг</b>		
Кальцій	1,23	1,06
Магній	0,93	0,74
Натрій	1,00	0,91
Фосфор	2,58	2,40
Калій	5,40	5,10
<b>Мікроелементи, мг/кг</b>		
Залізо	44,86	41,35
Цинк	22,11	20,74
Мідь	3,15	2,93
Марганець	15,64	15,23

Під час проведення дослідів було вивчено зміни мікробіологічного стану лляних кормових екстрактів у процесі зберігання за такими показниками: загальна кількість мікробних клітин (МАФАМ), наявність патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели, наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП, КУО/г), наявність анаеробів та аеробів.

Відомо, що термостійкість мікроорганізмів залежить від властивостей середовища, тобто рослинної суміші, яка нагрівається, а саме: кількості та стану білків, жиру, РН середовища. Бактеріологічне визначення термічної

гибелі мікроорганізмів – це коли вони втрачають можливість до поновлення своїх життєвих функцій. Термостійкість мікроорганізмів є максимальною у невеликому діапазоні – від РН 6,0 до 7,0, причому за межами цього діапазону різко зменшується. В нашому випадку багатфакторна дія механізмів ДІВЕ приводить до суттєвого збільшення РН – від 4,7 у вихідній суміші до РН 6,5-6,8 після обробки на апаратах РІА.

Автори [6] стверджують, що «бактерії вважаються померлими, якщо вони втратили здатність до відновлення навіть тоді, коли для цього створено найоптимальніші умови». При однофакторній дії тепла клітини отримують ушкодження, які в сприятливих умовах поновлюють життєдіяльність, а в інших приводять до загибелі клітин. Після поновлення ушкоджень, що спричинило прогрівання, клітини можуть розмножуватися, як і клітини, які не отримали дії тепла. Тобто поновлення сублетальних термопошкоджень – це процес, що проходить тільки у відповідних умовах, в яких відновлюється нормальний склад і функції клітини та здатність до розмноження. Загибель мікроорганізмів від дії тепла залежить від терміну обробки, стану і властивостей середовища, опору мікроорганізмів, і тільки за відсутності цього різного опору діє лінійність кривої гибелі мікроорганізмів.

Після обробки теплом залишається якась кількість мікроорганізмів, здатних до відновлення і подальшого розмноження. Авторі [6] встановили, що причиною цього є те, що завдяки дії енергії порушуються водневі зв'язки у клітині, які можуть поновлюватися завдяки довгохвильовому світлу або речовинам, що несуть електричний заряд і здатні зв'язуватися з воднем. Тому перед екструдванням попередня обробка на апаратах РІА, де діють механізми дискретно-імпульсного вводу енергії, забезпечує: максимальне зменшення вегетативної мікрофлори; спорової мікрофлори; плісняв і дріжджів. Зміну мікробіологічних показників лляних кормових екстрактів у процесі зберігання наведено у табл. 4.

Аналіз даних, наведених у табл. 4, для всіх зразків лляних кормових екстрактів показує, що як на початку, так і в кінці зберігання для них характерним є досить низький рівень мікробіологічного обсіменіння. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) у лляних кормових екстрактах знаходиться в допустимих межах 3·10<sup>4</sup> - 5·10<sup>4</sup> (не більше 5·10<sup>5</sup> КУО/г) [7-8].

Також було проведено дослідження щодо визначення терміну придатності лляних кормових екстрактів. Щоб отримати повну картину про якість лляних кормових екстрактів, необхідно дослідити зміну перекисного числа жиру під час їхнього зберігання (табл. 5).

За чинною нормативно-технічною документацією допустимий вміст перекисного числа жиру у кормах для сільськогосподарських тварин і птиці має бути не більше 0,3% І<sub>2</sub>. Отримані дані досліджень вказують на те, що протягом усього терміну зберігання у всіх зразках лляних кормових екстрактах зростає перекисне число жиру. Значне зростання перекисного числа жиру спостерігається після 45 днів зберігання за температури 20°C.

■ Таблиця 4. Зміна мікробіологічних показників лляних кормових екстрактів у процесі зберігання

Продукт	Термін зберігання, днів	МАФАМ, КУО/г	БГКП, КУО/г	Патогенні мікроорганізми, КУО/г	Анаероби
<b>За температури 20°C</b>					
ЛКЕОВ	0	< 10	н/в	н/в	н/в
	15	2*10 <sup>2</sup>	н/в	н/в	н/в
	30	9*10 <sup>2</sup>	н/в	н/в	н/в
	45	5*10 <sup>3</sup>	н/в	н/в	н/в
	60	3*10 <sup>4</sup>	н/в	н/в	н/в
ЛКЕОС	0	< 10	н/в	н/в	н/в
	15	5*10 <sup>2</sup>	н/в	н/в	н/в
	30	1*10 <sup>3</sup>	н/в	н/в	н/в
	45	7*10 <sup>3</sup>	н/в	н/в	н/в
	60	5*10 <sup>4</sup>	н/в	н/в	н/в
<b>За температури 0°C</b>					
ЛКЕОВ	0	< 10	н/в	н/в	н/в
	15	< 10	н/в	н/в	н/в
	30	< 10	н/в	н/в	н/в
	45	< 10	н/в	н/в	н/в
	60	< 10	н/в	н/в	н/в
ЛКЕОС	0	< 10	н/в	н/в	н/в
	15	< 10	н/в	н/в	н/в
	30	< 10	н/в	н/в	н/в
	45	< 10	н/в	н/в	н/в
	60	< 10	н/в	н/в	н/в

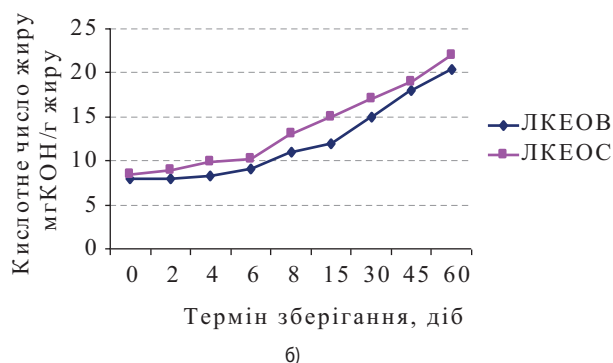
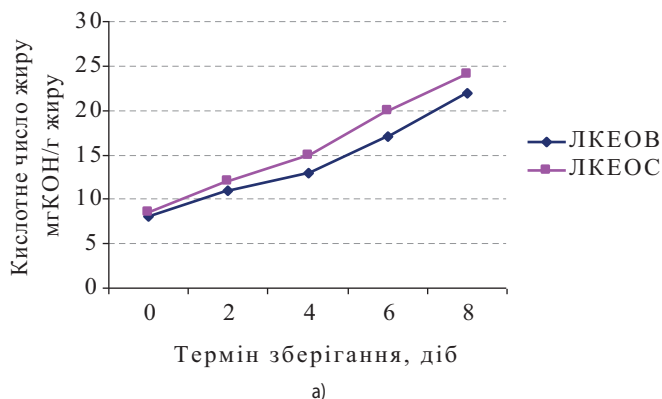
■ Таблиця 5. Зміна перекисного числа жиру у ЛКЕ під час зберігання

Термін зберігання, днів	ЛКЕОВ		ЛКЕОС	
	Температура зберігання, °C			
	0	20	0	20
0	0,05	0,05	0,08	0,08
2	0,05	0,07	0,08	0,1
4	0,06	0,08	0,1	0,15
6	0,09	0,13	0,12	0,17
8	0,1	0,14	0,14	0,19
15	0,17	0,2	0,19	0,24
30	0,2	0,23	0,23	0,27
45	0,25	0,29	0,27	0,31
60	0,32	0,38	0,35	0,42

При підвищеному кислотному числі жири не завжди бувають прогірклими, а кислотне число зіпсованих продуктів не завжди буває високим. На рисунку наведено зміну кислотного числа жиру в лляних кормових екстрактах у процесі зберігання.

Аналіз рисунків свідчить про те, що кислотне число жиру найінтенсивніше зростає за температури 20°C і перевищує норму 20 мг КОН/г жиру вже на 8 день зберігання, а за температури зберігання 0°C дані перевищують норму лише після 45 днів зберігання. Тому встановлено, що зберігатися лляні кормові екстракти на основі води або сироватки можуть протягом 7 днів за температури 20°C, а за температури 0°C вони зберігаються 45 днів.

Результати досліджень хімічного складу, поживності та вмісту мінеральних речовин свідчать про те, що лляні кормові екстракти є цінними побічними продуктами виробництва лляних екстрактів харчового призначення і їх доцільно використовувати при виробництві кормів для сільськогосподарських тварин та птиці.



Зміна кислотного числа жиру у лляних кормових екстрактах у процесі зберігання:  
а) за температури 20°C; б) за температури 0°C

ЛІТЕРАТУРА

1. Долинский А.А. Использование механизмов ДИВЭ при роторно-пульсационной обработке гетерогенных сред. / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий, А.Н. Ободович. // Пром. теплотехника. – 2008. – №4. – С. 38-46.
2. Павлюченко О.С. Удосконалення технології виробництва комбікормів для риби з використанням насіння льону [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Павлюченко Олена Станіславівна; Національний ун-т харчових технологій. – К., 2009. – 20 с.
3. Ноздрюхіна І.В. Удосконалення технології виробництва комбікормів для перепелів [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.02 / Інна Володимирівна Ноздрюхіна; Національний ун-т харчових технологій. – К., 2013. – 21 с.
4. Пат. 107257, Україна, МПК А23С 11/10, А23J 1/14. Спосіб одержання лляного напою / О.І. Шаповаленко, Т.І. Янюк, В.В. Ганзенко, К.В. Баранова, О.О. Євтушенко; власник НУХТ. – 201303588; заявл. 22. 03. 2013; опубл. 10. 12. 2014, Бюл. №19.
5. Тракало Т.О. Амінокислотний склад екструдованих кормових сумішей / Т.О. Тракало, Шаповаленко О.І., Янюк Т.І., Шаран А.В. / Хранение и переработка зерна. - №4. - 2016. – С. 55-59.
6. Шурчкова Ю.О. Вплив технологій ДІВЕ на властивості води і молока / Ю.О. Шурчкова, А.О. Проценко, А.В. Коник // Наукові праці ОНАХТ. – 2008. – №30. – С. 116-119.
7. Методичні рекомендації «Порядок і періодичність контролю комбікормів і комбікормової сировини за показниками безпеки». – К.: Міністерство АПК України, Держ. департамент ветеринарної медицини, 1997. – 24 с.
8. Правила бактериального исследования кормов // Утвержденные Главным управлением Министерства сельского хозяйства СССР от 10.06.1975 г.

