

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**УЛЯНИЧ ІВАН ФЕДОРОВИЧ**



УДК 636.085.55

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРУДОВАНИХ КОРМІВ З  
ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ**

Спеціальність 05.18.02 – Технологія зернових, бобових,  
круп'яних продуктів і комбикормів, олійних і луб'яних культур

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2014**

**Дисертацією є рукопис**

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва Міністерства аграрної політики та продовольства України.

**Науковий керівник:** Заслужений діяч науки і техніки України,  
доктор технічних наук, професор  
**Шаповаленко Олег Іванович,**  
Національний університет харчових технологій,  
завідувач кафедри технології зберігання і переробки  
зерна.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Шаніна Ольга Миколаївна,**  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка  
Міністерства аграрної політики та продовольства  
України,  
завідувач кафедри технологій переробних і харчових  
виробництв,

кандидат технічних наук  
**Гулавський Володимир Тадеушевич,**  
директор філії ПАТ «Державна продовольча зернова  
корпорація України» (Новоукраїнський КХП)

Захист відбудеться “24” грудня 2014 р. об 14<sup>00</sup> год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано “21” листопада 2014 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

Ю.В. Камбулова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Завдання комбікормової промисловості полягає у виробленні такої продукції, яка поєднувала б у собі одночасно низьку ціну і гарантовано високу продуктивну дію. Однак на практиці деякі виробники в боротьбі за ринок виробляють продукцію на основі малоцінної, але дорогої сировини на шкоду поживності, або, навпаки, використовують дорогі кормові засоби і застосовують прийоми, які в повному обсязі розкривають поживність, і, тим самим, збільшують ціну продукції. Екструдери дозволяють ефективно й економно переробляти всі зернові у якісний корм. Екструдовані корми сприяють засвоюванню корму тваринами на 95 %. Максимальне використання кормових ресурсів та удосконалення технології приготування є нагальними вимогами часу, що і визначає актуальність теми.

Значний внесок у розроблення наукових основ технології виробництва й визначення якості кормів і кормових добавок зробили вітчизняні та закордонні вчені: В.А. Афанасьєв, Г.О. Богданов, Л.Я. Бойко, Ф.Д. Братерський, Б.В. Єгоров, А.М. Кошелєв, М.Ф. Кулик, Я.Ф. Мартиненко, А.І. Орлов, Е.В. Славнов, Н.П. Черняєв, О.І. Шаповаленко, А. L. Haufer, P.J. Lillford, D.A. Ledward, B. Van Lengerich, F. Mauser, J.R. Mitchell, W. Pfaller, A.C. Smith, K. Robinson та інші.

В Україні у 2015 р. планується збільшити поголів'я свиней, як мінімум до 8596,6 тис. голів, в тому числі в приватних господарствах населення до 4270,7 тис. голів, що становитимуть 49,7 % від загальної їх кількості.

В поточний час для стимуляції росту і розвитку тварин, а також для підвищення їхньої продуктивності й покращення стану здоров'я фахівці все частіше звертаються до використання природних кормових добавок у складі корму. Поряд з цим, у нашій країні постійно накопичуються великі запаси плодоовочевої сировини, яка поки що не достатньо використовується у кормовиробництві. Тому, перехід на альтернативні технології виробництва кормів з екологічно чистої сировини, є одним з найбільш ефективних варіантів збільшення обсягів кормової бази та зниження витрат на її виробництво. На сьогодні відсутні технології екструдування суміші зерна з плодоовочевою сировиною, як натурального екологічно-безпечного корму для відгодівлі тварин, особливо в приватних господарствах населення.

Тому, для підвищення якості кормів і вдосконалення раціону харчування тварин, в тому числі і у приватних господарствах населення, актуальним є введення до складу корму плодоовочевої сировини, що містить у своєму складі збалансований комплекс білків, ліпідів, амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів, а також має високі поживні та кормові властивості.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувалися відповідно до тематики науково-дослідних робіт Національного університету харчових технологій (НУХТ) «Розробка новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій», розділу «Розроблення та удосконалення технологій зберігання та оброблення зернових культур з метою отримання кормових і харчових продуктів покращеної якості та асортименту» (реєстраційний номер 0112U004886) та Уманського національного університету

садівництва (УНУС) «Розробка сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» (реєстраційний номер 0101U004498).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є розширення асортименту кормів для тварин за рахунок удосконалення технології екструдуювання суміші зернової сировини з плодоовочевими компонентами.

Для досягнення мети роботи потрібно вирішити наступні завдання:

- з'ясувати хімічний склад і фізико-технологічні властивості плодоовочевої сировини (буряку столового, моркви столової, картоплі, пастернаку, виноградних вичавок), як компонентів для виробництва кормових добавок і комбікормів;
- визначити вплив плодоовочевої сировини на процес екструдуювання кормової суміші;
- виявити зміни хімічного складу та кормову цінність розроблених кормових сумішей після екструдуювання;
- встановити зміни у показниках якості, що відбуваються в процесі зберігання кормових сумішей та визначити термін їх зберігання;
- розробити рецепти комбікормів з використанням отриманих екструдованих кормових добавок із суміші зерна і плодоовочевої сировини;
- розробити рекомендації з удосконалення технології екструдуювання зернової сировини в суміші з плодоовочевими добавками;
- провести впровадження удосконаленої технології екструдуювання кормосуміші;
- розрахувати економічну ефективність від виробництва екструдованих кормів з введенням до їхнього складу плодоовочевих компонентів.

**Об'єкт дослідження** – технологія екструдуювання зерна ячменю і кукурудзи в суміші з плодоовочевою сировиною.

**Предмет дослідження** – екструдовані продукти із зернових культур в суміші з плодоовочевими компонентами.

**Методи дослідження** – загальноприйняті та спеціальні технологічні, фізичні та мікробіологічні дослідження показників якості продукції; методи математичної обробки експериментальних даних.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних і експериментальних досліджень:

- удосконалено технологію екструдуювання зернової сировини з додаванням плодоовочевих компонентів;
- вперше експериментально визначено можливість виробництва екструдованих кормових продуктів на основі суміші зернової сировини (ячменю, кукурудзи) та нетрадиційної сировини (буряку і моркви столових, пастернаку, картоплі, виноградних вичавок);
- встановлено фізико-технологічні властивості та хімічний склад екструдованої суміші зерна з плодоовочевими культурами
- визначено граничні межі складових суміші зерна і плодоовочевої сировини для подальшого екструдуювання;

- вперше доведено, що волога овочів замінює додавання пари та води в процесі екструдуювання зернової сировини;
- розроблено рецепти комбікормів для відгодівлі свиней з введенням до їхнього складу екструдованих кормових добавок з використанням плодоовочевої сировини.

Наукову новизну підтверджено результатами аналізу літературних і патентних досліджень, а також патентом на корисну модель № 91952 «Спосіб введення овочевої сировини в комбікорми».

**Практичне значення одержаних результатів.** Обґрунтовано і удосконалено технологію екструдуювання кормосуміші зерна з використанням плодоовочевої сировини. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації виробництву з технології екструдуювання зерна в суміші з добавками. Доведено економічну ефективність виробництва екструдованих кормових сумішей.

Розроблені кормові добавки доцільно використовувати під час відгодівлі сільськогосподарських тварин на фермах і в приватних господарствах населення, частково замінюючи зернові культури плодоовочевою сировиною відповідно до рецептури корму. Удосконалену технологію апробовано на фермерських господарствах ТОВ «Новий Світ Агро», «Престиж Агролюкс», «АГРА», «Амо-С».

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто брав участь у розробленні та виконанні аналітичної та експериментальної роботи, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, удосконаленні технології екструдованих кормових сумішей і створенні їх нових видів з використанням плодоовочевої сировини.

Планування проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Шаповаленко О.І. Ряд досліджень виконано у співавторстві зі співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна НУХТ; кафедри технології зберігання і переробки зерна УНУС, а також на базі державної випробувальної лабораторії сільськогосподарської сировини та харчової продукції Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими публікаціями.

**Апробація результатів дисертації.** Основні матеріали дисертації викладено на 78-й, 79-й, 80-й наукових конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених НУХТ «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (2012–2014 рр.); Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю НУХТ «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» (Київ, 2014 р.); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених (Умань, 2011–2013 рр.); науково-практичній конференції «Сучасна освіта, наука та інновації» (Київ, 2012 р.); Всеукраїнській науковій конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах» (Умань, 2013 р.); Міжнародній науково-

практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2013 р.); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва (Умань, 2014 р.); Международной научно-практической конференции «Инновации в науке» (Новосибирск, 2014 г.).

**Публікації.** Результати дисертації відображенні у 22 друкованих роботах, у тому числі 5 статей у фахових виданнях України, 3 – у закордонних наукових виданнях, 1 патент України на корисну модель та 13 тезах доповідей на наукових, науково-практичних і міжнародних конференціях. Крім того, отримано 2 позитивних рішення на патенти України на корисну модель.

**Структура та об'єм роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел (250 найменувань) і 15 додатків. Основні матеріали викладені на 123 сторінках друкованого тексту, містять 18 рисунків і 21 таблицю.

### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність та зв'язок роботи з науковими програмами, темами сформульовано мету і завдання дослідження, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо їх апробації, визначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі «Сучасний стан виробництва екструдованих кормів»** проведено аналіз наукових публікацій, на підставі яких визначено конкретні завдання роботи. Проаналізовано стан сучасного ринку комбікормів. Розглянуто напрями підвищення поживної, біологічної цінності продуктів високотемпературної екструзії, перспективність використання з цією метою нетрадиційної сировини рослинного походження, зокрема плодоовочевих компонентів. Показано, що екструдування дозволяє підвищити поживність кормів, поліпшити показники якості. Наведено хімічних склад обраної нетрадиційної сировини.

Встановлено, що на технологію екструдування сировини впливає їх вологість, крупність частинок, величина зазору між матрицею і шнеком прес-екструдера. Обґрунтовано основні напрямки виконання досліджень.

У **другому розділі «Об'єкти та методи дослідження»** визначено науково-методичні основи проведення досліджень, описано експериментальну базу, програму проведення досліджень та зв'язок основних етапів роботи (рис.1). Відображено характеристику сировини, лабораторного обладнання (екструдери ПЕК-40х5В і КЕШ-1) для виробництва екструдованих кормосумішей з плодоовочевими компонентами, методики експериментальних досліджень, які дозволили визначити показники якості компонентів суміші та поживні властивості. Наведено технологічні, мікробіологічні методи досліджень, математичні методи оброблення експериментальних даних.



Рисунок 1 – Блок-схема комплексних досліджень.

Стандартними методами досліджували зерно ячменю і кукурудзи, буряк столовий, моркву столову, пастернак, картоплю, виноградні вичавки, а також кормові суміші на основі зернової сировини і плодоовочевих компонентів та екструдовані кормосуміші з різною концентрацією зерна і плодоовочевих компонентів.

Коефіцієнт спучення встановлювали як відношення діаметру перетину екструдату до діаметру отвору матриці екструдера. Для встановлення оптимального дозування плодоовочевих компонентів в суміші, що екструдується використовували методи експериментального моделювання (ЕСМ). Статистичне оброблення результатів дослідження, побудову графіків і діаграм виконували з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica та MS Office Excel.

У третьому розділі «Дослідження показників якості компонентів комбікорму» наведені результати експериментальних досліджень з визначення показників якості зерна ячменю і кукурудзи та плодоовочевої сировини, яку вводили до складу кормової суміші, що екструдується. Визначено фізико-технологічні показники кормосуміші і встановлено, що органолептична оцінка показників якості зерна ячменю і кукурудзи та плодоовочевих культур виявила повну відповідність ознак даних рослин певним таксонометричним одиницям або видам і культурам (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-технологічні властивості овочевих та плодівих культур

Показник	Овочеві коренеплоди				Вичавки виноградні
	буряк столовий	морква столова	пастернак	картопля	
Колір	темно-червоний	жовто-оранжевий	сірий	світло-сірий	світло-коричневий
Запах	специфічний, притаманний даній рослині, без сторонніх запахів				кислуватий
Вологість, %	92,1±0,2	87,7±2	77,4±2	82,1±2	48,6±2
Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	570±5	530±5	465±5	660±5	860±5
Фізична густина, кг/м <sup>3</sup>	1075±5	1080±5	995±5	1130±5	1170±5
Шпаруватість, %	47±0,5	51±0,5	53±0,5	42±0,5	26±0,5
Здатність до стискання, %	17,0±1	17,5±1	19±1	17,014±1	17±1
Кут природного нахилу, град.	48±2	45±2	52±2	43±2	64±2

Фізична густина овочевих коренеплодів буряку і моркви відповідала значенням 1075–1080 кг/м<sup>3</sup>, картоплі – 1130 і виноградних вичавок – 1170 кг/м<sup>3</sup>. Встановлено, що шпаруватість картоплі досягає рівня –42 %, буряку – 47, пастернаку – 53, моркви – 51 % і чим більший розмір коренеплоду і бульби, тим більша шпаруватість і навпаки.

Встановлено, що за кутом природного нахилу усі культури мають нормальну сипкість 43–52 град. і дещо гірша у вичавок виноградних – 64 град. Здатність до стискання залежно від продукту знаходилася у коренеплодів у межах 17,0–19,0 %, що менше 20 % та під час зберігання не створюється загроза завалів.

Низькі показники об'ємної маси, фізичної густини, шпаруватості, здатності до стискання, кута природного нахилу свідчать про властивості продукту у статичному стані мати добру сипкість, а у динамічному – вільно переміщуватися під час транспортування самопливами і транспортними механізмами та свідчать про сприятливі передумови їх використання на усіх етапах технологічного процесу.

Встановлено, що сировина овочевих і плодових культур містить значну кількість поживних речовин. Відзначено підвищений вміст перетравного протеїну в виноградних вичавках – 44 г/кг, калію в коренеплодах пастернаку – 5,8 г/кг і в бульбах картоплі – 4,8 г/кг, каротину в моркви – 605 мг/кг на суху речовину, вітаміну Е в коренеплодах пастернаку – 73 мг/кг, холіну в моркві, буряку і картоплі – 465, 642, 518 мг/кг сухої речовини відповідно.

Кількість кормових одиниць в 1 кг буряку столового становить 0,1 кг, моркви столової – 0,2, пастернаку і картоплі – 0,3, вичавок виноградних – 0,7 кг. Отримано розрахункові дані щодо обмінної енергії, які підтверджують енергетичну цінність плодоовочевих культур. Висока поживна якість плодоовочевої продукції дозволяє віднести її до кормової сировини з підвищеною біологічною цінністю.

У четвертому розділі «Дослідження фізико-технологічних властивостей екструдованої суміші зерна з плодоовочевими компонентами» результати досліджень показали, що у процесі екструдування значно знижується вологість продукції. Встановлено, що незалежно від овочевого компоненту та його концентрації вологість суміші (на загальну масу) після екструдування знизилася у середньому на 4,5–8,6 % (рис.2).

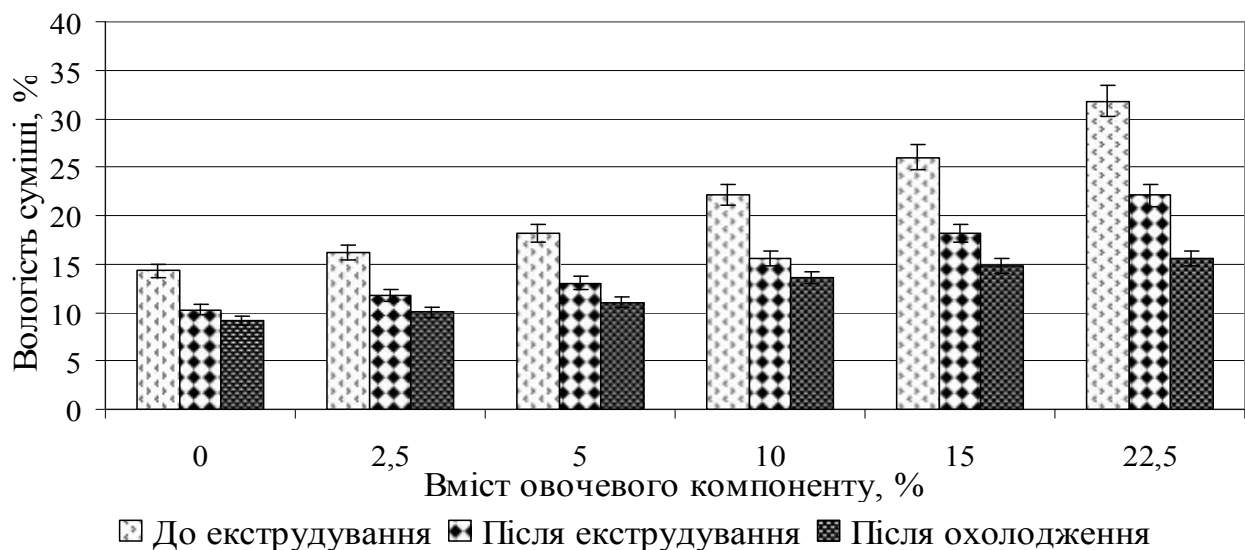


Рисунок 2 – Втрати вологи при екструдуванні зерна з овочевими компонентами.

Втрата вологи у екструдованих зернових зразках без додавання овочевих компонентів становила 4,5 %. Додавання до суміші буряку столового у різних концентраціях сприяло підвищенню вологи у екструдованій суміші на 1,8 – 13,4 %, а з морквою – на 1,3 – 13,0 % порівняно з екструдованим ячменем.

Визначення основних фізико-технологічних показників суміші ячменю з овочевими компонентами, таких як об'ємна маса, набухання, кут природного нахилу, показали, що зміна цих показників залежить від концентрації компонентів у суміші (табл. 2).

Таблиця 2 – Фізичні показники зерна ячменю у суміші з овочевими компонентами залежно від їхньої концентрації

Суміш ячменю з овочевими коренеплодами		Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	Набухання, мл/г	Кут природного нахилу, град	Сипкість, см <sup>3</sup> /с	Коефіцієнт спучення	
Ячмінь + буряк столовий, %	100	вихідна	649,9	-	44	15,6	-
		екструдов.	138,4	8,6	45	17,3	3,56
	97,5+2,5	вихідна	692,0	-	41	14,8	-
		екструдов.	147,7	8,4	43	16,4	3,57
	95,0+5,0	вихідна	703,3	-	43	14,2	-
		екструдов.	156,4	8,2	44	15,9	3,08
	90,0+10,0	вихідна	658,3	-	33	-	-
		екструдов.	198,7	7,4	35	15,7	2,03
	85,0+15,0	вихідна	715,7	-	40	-	-
		екструдов.	242,8	6,0	41	15,1	1,78
	77,5+22,5	вихідна	753,7	-	38	-	-
		екструдов.	272,1	4,6	40	13,4	1,10
Ячмінь + морква столова, %	100	вихідна	675,5	-	44	15,6	-
		екструдов.	135,6	8,6	45	17,3	3,97
	97,5+2,5	вихідна	688,9	-	41	14,7	-
		екструдов.	145,3	8,6	42	16,3	3,72
	95,0+5,0	вихідна	697,0	-	44	14,1	-
		екструдов.	151,5	8,0	45	15,9	2,66
	90,0+10,0	вихідна	712,2	-	36	13,8	-
		екструдов.	194,0	7,3	38	15,6	1,93
	85,0+15,0	вихідна	718,8	-	39	-	-
		екструдов.	245,2	6,2	41	15,4	1,57
	77,5+22,5	вихідна	741,5	-	39	-	-
		екструдов.	262,7	4,4	40	13,5	1,05

Отримані дані вказують, що із збільшенням концентрації овочевих компонентів збільшується об'ємна маса суміші від 658,3 до 753,7 кг/м<sup>3</sup> у вихідній сировині та від 135,6 до 272,1 кг/м<sup>3</sup> у екструдованій.

Кут природного нахилу змінювався у вихідній сировині в бік зменшення із збільшенням концентрації овочевих складових від 44 до 33 град. Процес екструдкування сприяв незначному підвищенню цього показника на 1 – 3 град.

Дослідженнями встановлено, що у екструдованому зерні ячменю набухання складає 8,6 мл/г. Додавання до ячменю овочевих коренеплодів у різній концентрації знижувало властивість суміші вбирати воду.

Так, за концентрації компонентів 2,5 % набухання залежно від коренеплоду і становило 8,4 – 8,6 мл/г. Підвищення концентрації до 10 % викликало зниження показника до 7,3 – 7,4 мл/г, а підвищення до 15 % – до 6,0–6,2 мл/г. Подальше збільшення концентрації овочевих компонентів у суміші до 22,5 % викликало зниження набухання суміші до 4,4 – 4,6 мл/г.

Сипкість продукції змінювалася у сторону зменшення із збільшенням концентрації овочевих компонентів. Екструдований подрібнений продукт має кращу сипкість, ніж вихідна суміш.

Коефіцієнт спучування екструдованого ячменю становив 3,56. У екструдованій суміші ячменю з буряком столовим у міру збільшення вмісту коренеплоду у суміші коефіцієнт мав тенденцію до зниження від 3,57 за вмісту 2,5 % до 1,1 за вмісту 22,5 %. У екструдованій суміші ячменю з морквою столовою, у міру збільшення вмісту коренеплоду у суміші, коефіцієнт мав тенденцію до зниження від 3,72 за вмісту 2,5 % до 1,05 за вмісту 22,5 %. Залежність коефіцієнту спучення екструдованої суміші від вмісту овочів показано на рис. 3.

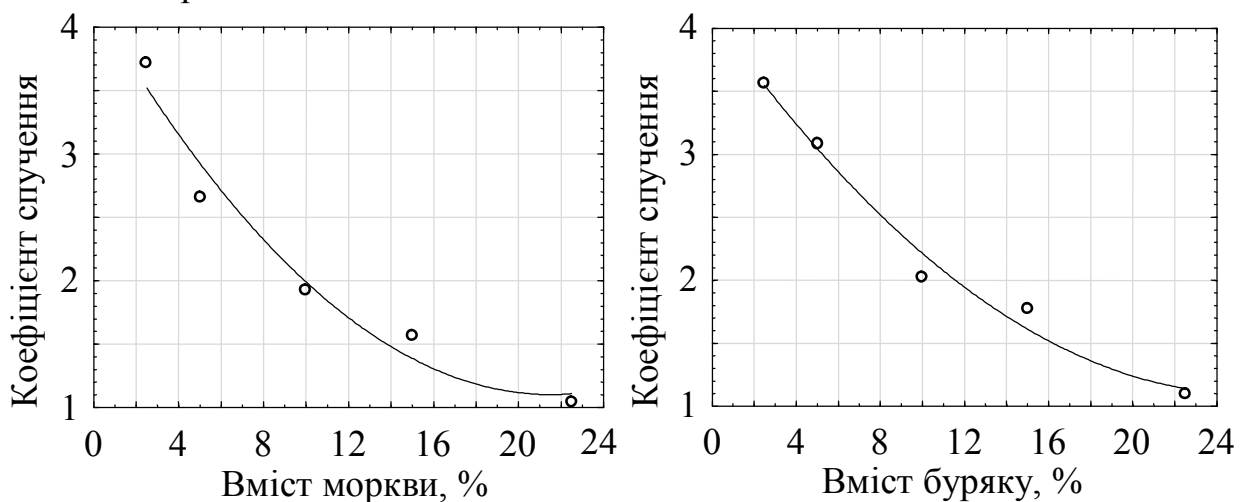


Рисунок 3 – Зміна коефіцієнту спучення залежно від вмісту овочів.

Дослідженнями встановлено, що коефіцієнт спучення знижується за рахунок додавання до суміші плодоовочевих компонентів. Отримано рівняння, які дозволяють розрахувати коефіцієнт спучення від кількості доданої до суміші плодоовочевої сировини. Визначено вплив кількості плодоовочевої сировини в суміші на наступні показники: продуктивність екструдера, питомі витрати електроенергії на екструдування, температуру суміші після екструдера.

Продуктивність за додавання лише 2,5 % буряку до зерна ячменю збільшилась на 16 % і становила 27,6 кг/год, дещо менше за додавання 2,5 % моркви – на 13 % (26,7 кг/год). За збільшення концентрації плодоовочевої сировини продуктивність зменшується до 17–18 кг/год. За додавання пастернаку та зі збільшенням його концентрації продуктивність зменшувалася

від 31,3 до 18,4 кг/год. Із збільшенням вмісту плодоовочевих компонентів в суміші з 5,0 % до 15,0 % збільшувались питомі витрати електроенергії: для суміші з буряком на 16 кВт\*год/т, з морквою – на 9, з пастернаком – на 16, з картоплею – на 17 кВт\*год/т. При цьому температура екструдованої суміші зі збільшенням кількості введення плодоовочевої сировини від 5,0 % до 15,0 % зменшувалась на 16 – 19°C в залежності від її виду.

На рис.4 представлено зміну продуктивності екструдера в залежності від вмісту плодоовочевої сировини в суміші із зерновими компонентами.

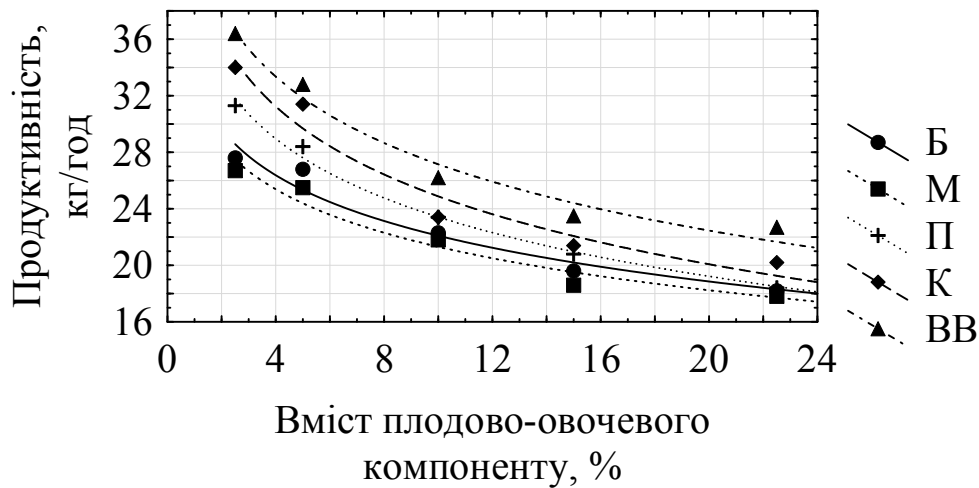


Рисунок 4 – Зміна продуктивності залежно від вмісту: Б – буряку столового, М – моркви столової, П – пастернаку, К – картоплі, ВВ – виноградних вичавок.

За допомогою програми Statistica 10 отримали графіки і рівняння залежності продуктивності від вмісту плодоовочевої сировини:

$$Y_B = 32,85 - 10,76 \cdot \log_{10}(x) \quad (1)$$

$$Y_M = 31,54 - 10,23 \cdot \log_{10}(x) \quad (2)$$

$$Y_P = 37,35 - 13,94 \cdot \log_{10}(x) \quad (3)$$

$$Y_K = 40,85 - 15,97 \cdot \log_{10}(x) \quad (4)$$

$$Y_{VV} = 42,74 - 15,59 \cdot \log_{10}(x) \quad (5)$$

На рис.5 графічно відображено лінійну залежність коефіцієнту спучення від крупності подрібненого зерна та крупності подрібнених коренеплодів.

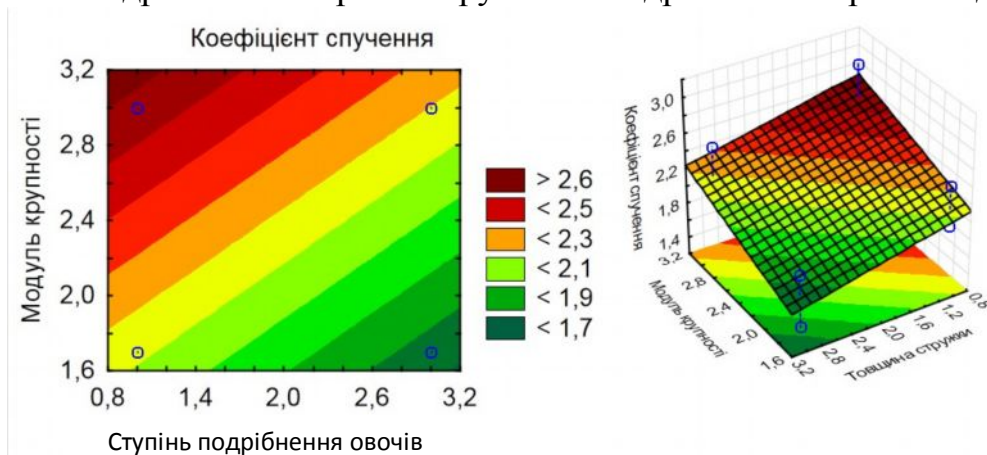


Рисунок 5 – Залежність коефіцієнту спучення від крупності інгредієнтів суміші

Встановлено, що коефіцієнт спучення був вищим 2,6 за більш тонкого подрібнення овочевого компоненту і більш грубого розмелу зерна. І навпаки, зменшувався до 1,7 за грубого подрібнення овочевого компоненту та тоншого розмелу зерна.

У екструдованих кормах на 0,8–1,1 % зменшується об'єм сирової клітковини, основу якої складає целюлоза, геміцелюлоза та інкрустуючі речовини клітинних стінок (легнін, кутин, суберин), що визначає найменш цінну частину корму.

Дослідження показали, що готовий корм містить на 9,8 – 12,5 % менше безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), які в основному представлені малозасвоюваним крохмалем. Так, меншим вмістом БЕР характеризувалися кормові суміші з додаванням моркви і пастернаку. В екструдованих кормосумішах збільшується вміст легкозасвоюваних цукрів на 0,66 – 0,72 %, що дозволить повніше збалансувати раціони тварин за цукро-протеїновим співвідношенням, що особливо важливо для приватних господарств населення, які не мають великих площ для вирощування кормових коренеплодів. Доцільним є введення до кормосуміші плодоовочевої сировини в кількості 10 – 15 %.

Питомі витрати повітря на охолодження екструдату становлять 5,0...5,2 (м<sup>3</sup>/год)\*кг суміші.

В результаті високих температур і тиску в екструдованій суміші ячменю (85 %) і буряка (15 %) спостерігалось зниження кількості вітаміну А на 20 %, Е – на 20 %, В<sub>1</sub> – на 3 %, В<sub>3</sub> – на 7 %. Екструдування кукурудзи (85 %) в суміші з овочевою сировиною (15 %) призвело до зниження кількості вітамінів в екструдаті майже до тих же значень, що й за використання в суміші ячменем.

В результаті екструдування суміші зерна з плодоовочевою сировиною поліпшуються показники санітарної якості екструдованого продукту за рахунок дії на нього високої температури і тиску. Результати досліджень кількості мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) показали, що під час зберігання зразків упродовж двох місяців за температури 0°C спостерігалось збільшення загальної кількості мікроорганізмів в 2 – 4 рази, а за температури +20 °C – у 7 – 12 разів.

**У розділі 5 «Удосконалення технології кормових добавок з використанням плодоовочевої сировини»** запропонована технологічна схема виробництва кормових добавок з використанням плодоовочевої сировини (рис.6).

Удосконалена схема передбачає наступні технологічні лінії: очищення сировини; попереднє подрібнення сировини; дозування і змішування; екструдування підготовлених сумішей; охолодження і подрібнення; просіювання продукту для відокремлення дрібних частинок; безтарне зберігання, пакування і відпуск готової продукції.

На заключній стадії виробництва готовий продукт проходить перевірку в магнітних сепараторах на наявність металоманітної домішки, зважується на автоматичних вагах і направляється на пакування та зберігання.

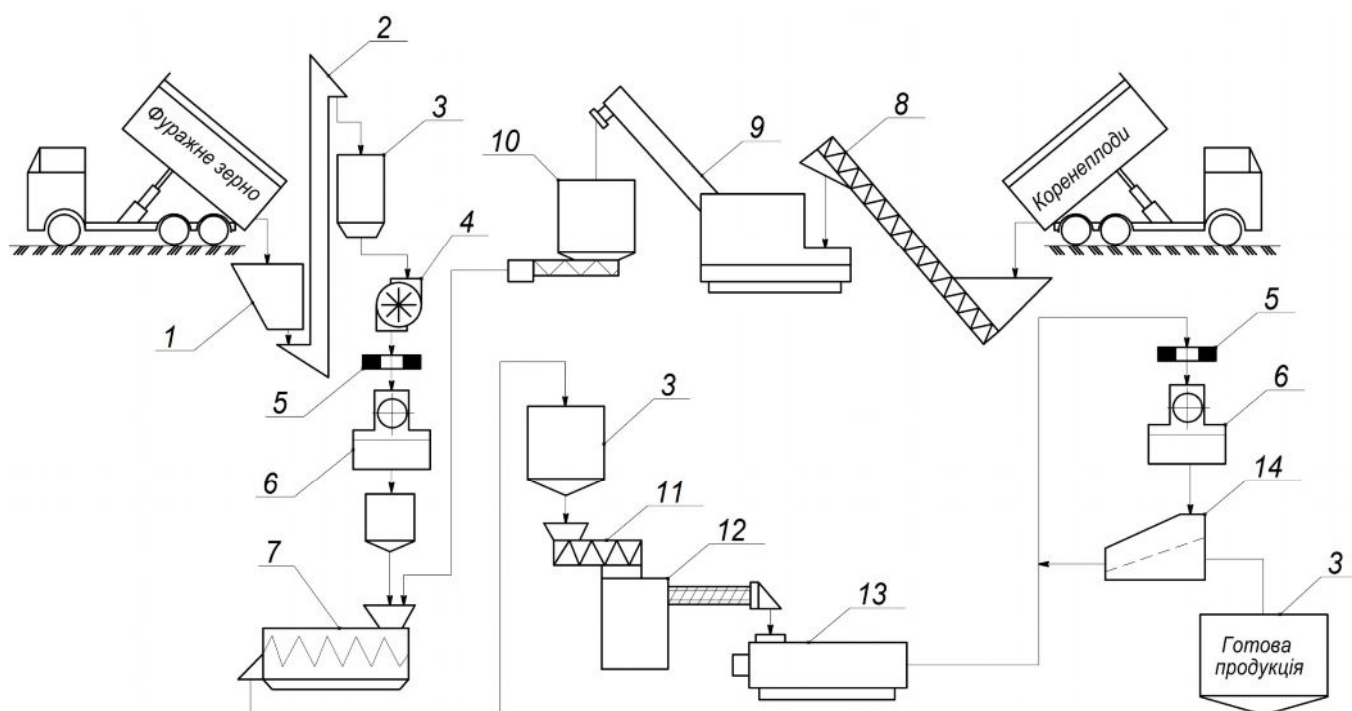


Рисунок 6 – Технологічна схема виробництва кормових добавок з використанням плодоовочевої сировини:

1 – бункер завальний; 2 – норія; 3 – бункер накопичувальний; 4 – дозатор зерна; 5 – магнітна колонка; 6 – дробарка; 7 – змішувач; 8 – ланцюговий транспортер; 9 – мийка-подрібнювач коренеплодів; 10 – бункер-дозатор подрібнених коренеплодів; 11 – живильник екструдера; 12- екструдер; 13 – охолоджувач; 14 – просіювач.

Розраховані рецепти комбікормів для сільськогосподарських тварин з частковою заміною в рецептах зернової сировини розробленими екструдованими кормовими сумішами. Розрахунок рецептів комбікорму проводили за допомогою програми Microsoft Excel (табл. 3).

Для контролю було обрано рецепт відповідних вікових груп та призначення: для свиней у віці від 90 до 200 діб повнораціонний комбікорм для м'ясної відгодівлі свиней ПК 55-4. При складанні рецепту для свиней було замінено зернову сировину (кукурудзу, ячмінь) на суміші екструдовані в кількості 38,5 %, введення ячменю і кукурудзи в загальному вигляді складає 77,0 %.

Вміст сирого протеїну в розрахованому комбікормі був менший ніж у контролі – 122 г/кг. Але за рахунок кращої засвоюваності протеїну у екструдованих кормових сумішах вміст перетравного протеїну був вищий – 105 г/кг. Разом з цим спостерігається більша кормова цінність розробленого рецепту – 1,21 к.о., що на 0,9 к.о. більше ніж у рецепті ПК 55-4.

Також лімітуючим компонентом для свиней є клітковина, вміст якої у розробленому комбікормі був менший і становив – 43 г/кг у порівнянні з базовим комбікормом – 45 г/кг.

Розраховані рецептури повнораціонних комбікормів та комбікормів-концентратів для свиней повністю задовольняють їхні потреби в поживних речовинах і обмінній енергії.

Таблиця 3 – Рецепти комбікорму для свиней віком 90-200 діб з використанням кормосумішей екструдованих

Компоненти	Масова частка в рецепті, %	
	Контрольний рецепт ПК 55-4	Розроблений, з додаванням зерно-овочевих сумішей екструдованих
1	2	3
Ячмінь + морква (90:10)	-	38,5
Кукурудза + буряк (90:10)	-	38,5
Ячмінь	38,5	-
Кукурудза	38,5	-
Висівки пшеничні	15,0	15,0
Дріжджі кормові	1,5	1,5
Борошно м'ясокісткове	0,5	0,5
Борошно рибне	0,5	0,5
Борошно трав'яне	1,0	1,0
Шрот соняшниковий	1,5	1,5
Горох	1,5	1,5
Крейда	1,0	1,0
Сіль	0,5	0,5
Всього	100	100
В 1 кг корму міститься, г		
Сирий протеїн	125	122
Перетравний протеїн	94	105
Сира клітковина	45	43
Лізін	5,53	5,40
Метіонін+цистин	3,63	3,54
Триптофан	1,31	1,28
Кальцій	5,9	5,8
Фосфор	4,8	4,6
Кормових одиниць в 1кг	1,12	1,21

Примітка. Премікс в контрольний рецепт комбікорму вводиться окремо.

На основі існуючих рецептів комбікормів-концентратів для свиней К56-1, К56-2, К55-25, К55-13 розраховані рецепти з введенням до їх складу екструдованих сумішей із зерна і плодоовочевої сировини в кількості 15,0 – 88,0 %. Вміст перетравного протеїну в яких складає 133 – 172 г/кг корму. Кількість кормових одиниць в 1 кг зазначених рецептів становила 1,13 – 1,17.

### ВИСНОВКИ

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень удосконалено технологію екструдування зернової сировини з додаванням плодоовочевих компонентів.

1. Визначено фізико-технологічні і хімічні властивості плодоовочевої сировини: фізична густина буряку столового і моркви столової становить  $1075 - 1080 \text{ кг/м}^3$ , пастернаку – 995, картоплі 1130, а виноградних вичавок –  $1170 \text{ кг/м}^3$ ; шпаруватість картоплі досягає 44 %, буряку 47 %, пастернаку – 53 %, а моркви – 51 %; кут природного нахилу коренеплодів – 43...52 град. Хімічний склад плодоовочевої сировини становить: масова частка сирого протеїну – 1,0...1,7 %, жиру – 0,1...0,3 %. Вміст мінеральних речовин, зокрема калію, становить у картоплі – 510 пастернаку – 569 мг/100 г, кальцію – у моркви – 51 мг/100 г сирової речовини, фосфору у буряку столового – 28 мг/100 г, а у пастернаку, моркви і картоплі – 54, 55 і 60 мг/100 г відповідно.

2. Встановлено енергетичну цінність коренеплодів моркви і пастернаку – 170 і 296 кДж/100 г, картоплі – 257 кДж/100 г, а вичавок виноградних – 714 кДж/100 г. Кількість кормових одиниць в 1 кг буряку становить 0,10, моркви – 0,16, картоплі і пастернаку – 0,24 і 0,28, вичавок виноградних – 0,69.

3. Вперше встановлено, що на процес екструдювання кормової суміші впливає кількість, вид та вологість плодоовочевої сировини, що додається до зернових культур. За введення 5,0 % сировини вологість суміші коливається від 16,0 % до 18,2 %, за введення 10,0 % – знаходиться в межах 17,7 – 21,6 %, за 15 % – становить 19,5 – 26,0 %, а вологість екструдюваної суміші становить відповідно 9,1 – 11,1 %, 10,4 – 13,6 % і 11,7 – 14,8 %. Продуктивність екструдера за додавання до зернових культур 15,0 % плодоовочевої сировини зменшується на 25,5 – 32,8 %, в залежності від виду сировини, порівняно з її введенням в кількості 5,0 %. Питомі витрати електроенергії за введення до кормової суміші 5,0 % плодоовочевої сировини становлять 90 – 114 кВт\*год/т, за 10,0 % – 101 – 112, за 15 % – 107 – 115 кВт\*год/т.

4. З'ясовано, що введення 5,0 – 15,0 % плодоовочевої сировини до складу суміші з зерновими культурами підвищує її вологість і дозволяє не використовувати воду або пару при екструдюванні кормосуміші.

5. Встановлено, що після екструдювання суміші зерна з плодоовочевою сировиною змінюється хімічний склад екструдату в залежності від кількості додавання плодоовочевих компонентів: кількість сирого протеїну зменшується на 2,0 – 2,3 %, сирого жиру – на 0,1 – 0,5 %, сирової клітковини – на 0,6 – 1,5 %, крохмалю на 8,0 – 12,2 %, вітаміну А – на 20 %, Е – на 20 %, В<sub>1</sub> – на 2,3 %, В<sub>3</sub> – на 7 % кількість декстринів збільшується в 11-12 разів, кількість кормових одиниць в 1 кг продукту становить 1,1 – 1,2 кг.

6. Визначено вплив процесу екструдювання на зміну санітарної якості суміші під час зберігання: при початковому значенні МАФМ в екструдюваних зразках від  $2 \cdot 10^3$  КУО/г до  $6 \cdot 10^3$  КУО/г, через 60 діб зберігання при температурі 20° С цей показник в зразках становив  $1,8 \cdot 10^4 - 4,4 \cdot 10^4$  КУО/г, за цей же час при температурі зберігання 0° С він становив  $8 \cdot 10^3 - 1,4 \cdot 10^4$  КУО/г. При дослідженнях в екструдюваної суміші не виявлено патогенних мікроорганізмів, пліснявих грибів, бактерій групи кишкової палички та анаеробів. Оптимальний термін зберігання екструдату становить два місяці.

7. Вперше розраховано рецепти комбікормів для свиней з додаванням екструдованих кормових сумішей зерна ячменю і кукурудзи з плодоовочевою сировиною: буряком і морквою столовою, пастернаком, картоплею і вичавками виноградними.

8. Впровадження у виробництво рекомендацій з технології екструдування зерна ячменю і кукурудзи в суміші з плодоовочевою сировиною в селянському фермерському господарстві “Амо-С” сприяло отриманню середньодобового приросту живої маси тварин на 62,5 г більше ніж у контрольній групі.

9. Економічний ефект від виробництва однієї тонни живої маси свиней становить 980 грн в порівнянні з контрольною групою тварин.

### **СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Використання нетрадиційної сировини у складі кормосуміші / О.І. Шаповаленко, О.О. Євтушенко, В.А. Почеп, А.О. Бондар, І.Ф. Улянич // Хранение и переработка зерна. – 2012. – №6 (156). – С. 40-42.
2. Шаповаленко, О.І. Екструдування зерна з додаванням овочевих компонентів корму / О.І.Шаповаленко, О.О.Євтушенко, І.Ф.Улянич // Хранение и переработка зерна.– 2012. – №11 (161). – С. 62-63.
3. Улянич, І.Ф. Вплив різної концентрації овочевих компонентів на процес екструдування зерна ячменю / І.Ф. Улянич // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2013. – Вип. 21. – С.100-104.
4. Екструзійна обробка кукурудзи з нетрадиційними компонентами / О.І.Шаповаленко, О.О.Євтушенко, В.А.Почеп, І.Ф. Улянич // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Механізація сільськогосподарського виробництва. – 2013. – Вип. 135. – С. 429-434.
5. Шаповаленко, О.И. Экструдирование кормовых смесей с включением нетрадиционных видов сырья / О.И. Шаповаленко, О.Е. Евтушенко, И.Ф. Улянич // Вестник Алматинского технологического университета. – 2013. – №5(101). – С. 54-57.
6. Шаповаленко, О.И. Свойства смеси из ячменя и овощных компонентов при экструдировании / О.И. Шаповаленко, О.Е. Евтушенко, И.Ф. Улянич // Комбикорма. – 2013. – №8. – С.40-42.
7. Патент 91962 UA, МПК А23К 1/16 (2006.01) Спосіб введення овочевої сировини в комбікорми / Євтушенко О.О., Шаповаленко О.І., Улянич І.Ф.; заявник Національний університет харчових технологій. № u 2014 01369; заявл. 12.02.2014; опубл. 25.07.2014, Бюл. № 14., 2014 р.
8. Улянич, І. Ф. Використання відходів овочевої продукції у кормовиробництві / І.Ф. Улянич // Проблеми сталого розвитку агросфери: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченій 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В.В.Докучаєва, 4-6 жовтня 2011 р.: тези доп. – Харків : ХНАУ, 2011. – С.507-508.

9. Улянич, І.Ф. Перспективна альтернативна сировина у виробництві комбікормів / І.Ф. Улянич // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених : тези доп. – Умань : УНУС, 2011. – Ч. 1. – С. 194.
10. Улянич, І.Ф. Обґрунтування вибору рослинних компонентів для екструдованих комбікормів / І.Ф. Улянич, Є.О. Стояновський // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених : тези доп. – Умань : УНУС, 2012. – Ч. 1. – С. 207-208.
11. Стояновський, Є. О. Екструдкування зернових сумішей з овочевими компонентами / Є.О. Стояновський, І.Ф. Улянич // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 78 Міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 2-3 квітня 2012 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – Ч. 1 – С.140-141.
12. Улянич, І.Ф. Збагачення екструдату овочевими складовими / І.Ф. Улянич // Сучасна освіта, наука та інновації: Матеріали науково-практичної конференції, 13–14 грудня 2012 р.: тези доп. – К., 2012. – С.153-154.
13. Шаповаленко, О.І. Оптимальне співвідношення кукурудзи і овочевих коренеплодів у екструдованих кормо сумішах / О.І. Шаповаленко, І.Ф. Улянич // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2013. – Вип. 82. – С. 179-185.
14. Улянич, І.Ф. Влияние овощных компонентов и их концентрации на качество экструдированной кормосмеси / И.Ф. Улянич // Научное обеспечение картофелеводства и овощеводства: Достижения и перспективы: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Боброва Л.Г. – Республика Казахстан, Алматы, 2013. – С.540-544.
15. Улянич, І.Ф. Фізико-технологічні властивості екструдованої зернової сировини з овочевими компонентами / І.Ф. Улянич // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 79 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2013 р. : тези доп. – К. : НУХТ, 2013. – Ч. 1. – С.232-234.
16. Шаповаленко, О.І. Співвідношення зернових і овочевих компонентів у екструдованій кормосуміші та її якість / О.І. Шаповаленко, І.Ф. Улянич // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: Всеукраїнська наукова конференція, 24-25 жовтня 2013 р. тези доп. – Умань : УНУС, 2013. – С. 16-19.
17. Улянич, І.Ф. Визначення технологічних показників екструдованого ячменю з овочевими компонентами / І.Ф.Улянич // Матеріали Всеукраїн. наук. конф. молодих учених (до 60-річчя створення Черкаської області ), тези доп. – Умань : УНУС, 2013. – Ч.1. – С. 186-187.
18. Улянич, І.Ф. Вплив овочевих компонентів на якість екструдованої кормосуміші / І.Ф. Улянич // Актуальні питання сучасної аграрної науки: Матеріали Міжнародної науково-практичної. конференції, тези доп. – Умань : УНУС, 2013. – С. 151-152.

19. Улянич, І.Ф. Співвідношення кукурудзи і коренеплодів у екструдованих кормосумішах / І.Ф. Улянич // Матеріали Всеукраїнс. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС, тези доп. – Умань : УНУС, 2014. – С. 140-141.
20. Шаповаленко, О.И. Влияние состава экструдированного корма на его ценность и качество / О.И. Шаповаленко, И.Ф. Улянич // Инновации в науке: Материалы XXX Международной научно-практической конференции, февраль 2014 г.: матер. конф. – Новосибирск: Изд. СибАК, 2014. – Вып. 2(27). – Ч.1. – С. 128-132.
21. Янюк, Т. Волого-теплова обробка зернової сировини / Т. Янюк, І. Улянич, О. Шаповаленко. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: – 80 Міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 10-11 квітня 2014 р. : тези доп. – К. : НУХТ – Ч.1. – С. 263-265.
22. Шаповаленко, О.І. Вплив екструдювання на показник якості кормової суміші / О.І. Шаповаленко, Т.О. Тракало, І.Ф. Улянич // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: Міжнарод. наук. конф. присвячена 130-річчю НУХТ, – 13–17 жовтня 2014 р.: тези доп. – К. : НУХТ. – С. 100.

**Особистий внесок автора:** проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації [1, 4, 8-12]; проведення патентного пошуку, участь у розробці патенту і підготовці матеріалів до патентування [7]; проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до публікацій [2, 3, 5, 6, 13-22].

## АНОТАЦІЯ

**Улянич І.Ф. Технологія виробництва екструдованих кормів з використанням нетрадиційної сировини. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України. – Київ, 2014.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню доцільності застосування нетрадиційної сировини в комбікормовому виробництві (буряку столового, моркви столової, пастернаку, картоплі та виноградних вичавок) та удосконалення технології екструдювання зерна ячменю і кукурудзи в суміші з плодово-овочевими добавками.

В роботі наведені результати досліджень по визначенню фізико-технологічних і хімічних показників якості та кормову цінність плодово-овочевої сировини. Досліджено гранулометричний склад подрібненої зернової сировини (ячменю, кукурудзи). Досліджено вплив співвідношення суміші,

модуля крупності, часу відлежування і ступеню подрібнення коренеплодів на процес екструдуювання.

Науково обґрунтовано й експериментально підтверджено високі споживні властивості екструдованих сумішей зерна з буряком, морквою, пастернаком, картоплею, виноградними вичавками та встановлено зміни мікробіологічних показників під час зберігання.

За результатами роботи розроблено рекомендації з технології екструдуювання зерна ячменю і кукурудзи в суміші з плодово-овочевими добавками, які впроваджено у виробництво на фермерських господарствах. Визначена економічна ефективність від впровадження розроблених рекомендацій.

**Ключові слова:** екструдуювання, плодовоовочева сировина, фізичні властивості, технологічні властивості, якість, кормова суміш.

## АННОТАЦІЯ

**Ульянич И.Ф. Технология производства экструдированных кормов с использованием нетрадиционного сырья. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов, масличных и лубяных культур. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины. – Киев, 2014.

Диссертация посвящена научному обоснованию целесообразности применения нетрадиционного сырья в комбикормовом производстве (свеклы столовой, моркови столовой, пастернака, картофеля и виноградных выжимок) и совершенствованию технологии экструдирования зерна ячменя и кукурузы в смеси с плодовоовощными добавками. И внедрение данной технологии в мелкие фермерские хозяйства.

В работе приведены результаты исследований по определению физико-технологических и химических показателей качества и кормовую ценность плодовоовощного сырья. Отмечено повышенное содержание переваримого протеина в виноградных выжимках – 44 г/кг, калия в корнеплодах пастернака – 5,8 г / кг и в клубнях картофеля – 4,8 г/кг, каротина в моркови – 605 мг/кг сухого вещества, витамина Е в корнеплодах пастернака – 73 мг/кг, холина в моркови, свеклы и картофеля – 465, 642, 518 мг/кг сухого вещества соответственно.

Исследован гранулометрический состав измельченного зернового сырья (ячменя, кукурузы). Установлено модуль крупности для измельченного зерна в зависимости от установленных сит в молотковых дробилках – 6,0 мм, 4,0 мм, 3,0 мм, которое было равным для зерна ячменя – 2,8; 2,2; 1,7 и для кукурузы – 3,0; 2,2; 1,7 соответственно. Исследовано влияние соотношения смеси, модуля крупности, времени отлежки и степени измельчения корнеплодов на процесс экструдирования. Установлена оптимальная концентрация плодовоовощных компонентов в смесях – 5 – 15 %.

Отмечено, что в процессе экструдирования значительно снижается влажность продукции. Анализ полученных данных показал, что независимо от овощного компонента и его концентрации, влажность смеси (на общую массу) после экструдирования снизилась в среднем на 4,5 – 8,6 %. На основании результатов исследования испарения влаги рассчитаны количественные потери массы смесей в процессе экструдирования, которые составляют для соотношений: 95:5 – 7,2 %; 90:10 – 8,5 %; 85:15 – 11,2 %.

На основании исследований доказано, что добавление влажных измельченных компонентов снижает нагрузку на двигатель, увеличивает продуктивность и в следствие уменьшается удельный расход электроэнергии на 11–35 %. Таким образом можно исключить предварительное пропаривание или увлажнение зерна заменив его добавлением плодоовощных компонентов.

Научно обосновано и экспериментально подтверждено высокие питательные свойства экструдированных смесей зерна со свеклой столовой, морковью, пастернаком, картофелем, выжимками виноградными. Установлено, что в процессе экструдирования изменяются химические показатели кормосмесей и содержание декстринов увеличилось на 7,4 – 11,8 % в смеси с ячменем и на 6,1 – 12,0 % в смеси с кукурузой. Общий сахар увеличился на 0,4 – 0,8 %. Содержание сырой клетчатки в кормосмеси с ячменем снизился на 1,1 – 1,7, с кукурузой – на 0,5 – 0,7, жиров – на 0,1 – 0,5 %.

Установлено, что наиболее устойчивыми к высоким температурам и давлению оказались витамины E, B1, B2, и B3, потери которых не превышали 9 %. Несколько большие потери оказались по содержанию каротина и пиридоксина – 37 % и 20 % соответственно.

Установлено изменения микробиологических показателей при хранении. Кормосмеси хорошо сохраняется в течение 60 суток при начальной влажности образцов 10,2 – 11,5 %, как в летний, так и зимний периоды.

На основании исследований усовершенствована технология экструдирования зернового сырья с добавлением плодоовощных компонентов заключается в предварительной подготовке сырья: очистке, измельчении, ее дозировке согласно состав рецепта, смешивании, экструдирования смеси, охлаждении и измельчении продукта в зависимости от назначения корма. Доказано, что на комбикормовых заводах экструдированные кормовые смеси можно вводить, используя линию шротов, если они поступают на предприятие от других производителей, и линию экструдирования, если она предусмотрена на предприятии.

Рассчитаны рецепты полнорационных комбикормов для свиней и комбикорма-концентраты с частичной заменой в рецептах зернового и незернового сырья экструдированными кормовыми смесями. Установлено, что введение экструдированных кормовых смесей в рецепты комбикормов для свиней повышает биологическую и кормовую ценность последних.

По результатам работы разработаны рекомендации по технологии экструдирования зерна ячменя и кукурузы в смеси с плодоовощными добавками, которые введены в производство на фермерских хозяйствах.

Определена экономическая эффективность от внедрения разработанной технологии.

**Ключевые слова:** экструдирование, плодоовощное сырье, физические свойства, технологические свойства, качество, кормовая смесь.

#### ANNOTATION

**Ulyanych I.F. Technology of production of extruded feed using unconventional raw materials. – A handwriting.**

Ph.D. Thesis in Engineering Science of specialization 05.18.02 – technology of cereals, beans, grains and feed compound, oil crops and fiber crops. – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kyiv, 2014.

The dissertation is dedicated to the scientific rationale for the use of unconventional raw material in feed compound production (table beet, table carrot, parsnip, potato and grape pomace) and improvement of technology of extruding of barley and corn grain mixed with fruit and vegetable additives.

This paper presents the results of studies on determination of physical-technological and chemical quality indices and feeding value of fruit and vegetable raw materials. The grain-size distribution of crushed grain raw materials (barley, corn) is investigated. The influence of the ratio of mixture, fineness module, binning time and degree of grinding of roots on the process of extrusion is investigated.

High nutritive properties of extruded mixtures of grains with beet, carrot, parsnips, potatoes, grape pomace are scientifically substantiated and experimentally confirmed. Changes of microbiological indices are established during storage.

Due to research results, the recommendations on the technology of extruding barley and corn grain mixed with fruit and vegetable additives are developed and put into production on farms. An economic effectiveness of implementation of the developed technology is determined.

**Keywords:** extrusion, fruit and vegetable raw material, physical properties, technological properties, quality, feed mixture.

Підписано до друку 20.11.2014. Наклад 130 пр. Зам. №

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.08.04р.