

УДК 631.363.285

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦІВ НА ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В СИЛОСНІЙ МАСІ

В. Ф. Кузьменко, *к.т.н, с.н.с.*

С. М. Ямпольський, *наук. співр., e-mail: s_jampol@mail.ru, тел. +38-096-753-27-29*

В. В. Максименко, *наук. співр. – Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

Резюме.

Проблема. Покращення якості кукурудзяного силосу потребує доподрібнення зерна спільно з усією біологічною масою. Це пов'язано з використанням вальцювого доподрібнювача, а отже і додатковими витратами енергії. Визначення впливу параметрів вальцювого доподрібнювача на доподрібнення зерна та на споживану для цього потужність дозволить визначити раціональні межі в доподрібненні зерна, порівнювати вальцювий доподрібнювач з іншими конструкціями.

Мета: встановити відсоток цілого зерна кукурудзи при спільній обробці всієї силосної маси експериментальним шляхом.

Методи. Вибір досліджуваних параметрів вальців та меж їх варіювання виконано на основі аналізу науково-технічної літератури. Експериментальне визначення з використанням методу планування чотири факторного експерименту впливу параметрів вальців на споживану потужність та доподрібнення зерна в силосній масі.

Результати. 1. Розроблена експериментальна установка та методика досліджень доподрібнення зерна кукурудзи.

2. Отримано рівняння регресії вмісту відсотка цілого зерна в масі та споживаної потужності в залежності від швидкостей вальців та співвідношення між ними, зазору між вальцями та зусилля їх стискання.

Висновки. 1. Розроблена експериментальна установка дозволяє змінювати швидкість вальців з 24,5 до 49,5 м/с, збільшувати швидкість бистрохідного вальця (ступінчато) в 1,14; 1,57; 2,00 рази, змінювати зазор між вальцями з 2 до 6 мм та зусилля їх стискання з 0,42 до 0,82 кН.

2. На основі експериментальних результатів побудовано рівняння регресії (поліноми другого порядку) споживаної на доподрібнення зерна кукурудзи потужності та відсотка вмісту цілого зерна в масі для силосування.

3. Відсоток цілого зерна в масі для силосування не перевищував 20%, а споживана потужність складала 2,3-3,6 кВт.

Ключові слова: вальцювий доподрібнювач різаної маси, живильні вальці, різальний барабан, транспортувальний канал, багатofакторний експеримент, вимірювальне обладнання.

UDC 631.363.285

INFLUENCE OF PARAMETERS OF ROLLER MILLS FOR GRINDING GRAIN CORN SILAGE

V. F. Kuzmenko, *candidate of technical Sciences, senior researcher*

S. M. Yampolsky, *researcher, e-mail: s_jampol@mail.ru, Tel: +38-096-753-27-29,*

V. V. Maksimenko, *researcher – NSC "IEAA"*

Summary

Problem. Improve the quality of corn silage requires dopadna grain together with the whole biological mass. This involves using roller dopadna, and therefore additional energy expenditure. Determination of the influence of rolling parameters on dopadna dopadna grain and the consumption for this power will allow to determine rational limits to dopadne grain roller dopadna to compare with other designs.

Purpose: to establish the percentage of the whole grain corn during the joint processing of all silage experimentally.

Methods. The studied parameters of the rollers and limits of their variation is made on the basis of analysis of scientific literature. Experimental determination using the method of planning a four-factorial experiment the effect of the parameters on the rollers and power consumption dopadna of grain in the silage.

Results. 1. Designed experimental setup and research methodology dopadna corn.

2. The resulting regression equation of the content of percentage of the whole grain in mass and power consumption depending on the speeds of rollers and the ratio between them, the gap between the rolls and the efforts of their compression.

Conclusions. 1. Developed experimental setup allows to change the speed of the rollers from 24.5 to 49.5 m/s, increase the speed bistrong drum (step) to 1.14; 1.57; 2.00 times to change the gap

between the rollers 2 to 6 mm and the force of their compression of 0.42 to 0.82 kN.

2. Based on the experimental results of the constructed regression equations (polynomial second order) consumed on dopadna corn output and percentage of whole grain in bulk for silage.

3. The percentage of whole grain in bulk for silage did not exceed 20%, and power consumption was 2.3-3.6 kW.

Keywords: roller dopadna pieces of mass, nutrients rollers, the cutter drum, conveyor channel, multiple-factor experiment, instrumentation.

УДК 631.363.285

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВАЛЬЦОВ НА ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В СИЛОСНОЙ МАССЕ

В. Ф. Кузьменко, к.т.н., с.н.с.

С. М. Ямпольский, науч. сотр., e-mail: s_jampol@mail.ru, тел. +38-096-753-27-29

В. В. Максименко, науч. сотр. – Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Резюме

Проблема. Улучшения качества кукурузного силоса требует доизмельчения зерна совместно со всей биологической массой. Это связано с использованием вальцового доизмельчителя, а следовательно и дополнительными расходами энергии. Определение влияния параметров вальцового доизмельчителя на доизмельчение зерна и на потребляемую для этого мощность позволит определять рациональные пределы в доизмельчении зерна, сравнивать вальцовой доизмельчитель с другими конструкциями.

Цель: установить процент целого зерна кукурузы при совместной обработке всей силосной массы экспериментальным путем.

Методы. Выбор исследуемых параметров вальцов и пределов их варьирования выполнено на основе анализа научно-технической литературы. Экспериментальное определение с использованием метода планирования четыре факторного эксперимента влияния параметров вальцов на потребляемую мощность и доизмельчение зерна в силосной массе.

Результаты. 1. Разработана экспериментальная установка и методика исследований доизмельчения зерна кукурузы.

Проблема. При заготівлі кукурудзяного силосу на сучасних кормозбиральних комбайнах встановлюють доподрібнювач вальцового типу для забезпечення подрібнення зерна кукурудзи, що призводить до ускладнення конструкції комбайна, а також до збільшення витрат енергії [1, 5-7, 10-11, 14]. Але завдяки покращенню технологічної надійності процесу, недоліки, що пов'язані з додатковими енергетичними витратами,

2. Получено уравнение регрессии содержания процента целого зерна в массе и потребляемой мощности в зависимости от скоростей вальцов и соотношения между ними, зазора между вальцами и усилия их сжатия.

Выводы.

1. Разработанная экспериментальная установка позволяет изменять скорость вальцов с 24,5 до 49,5 м/с, увеличивать скорость быстроходного вальца (ступенчато) в 1,14; 1,57; 2,00 раза, изменять зазор между вальцами с 2 до 6 мм и усилие их сжатия с 0,42 до 0,82 кН.

2. На основе экспериментальных результатов построены уравнения регрессии (полиномы второго порядка) потребляемой на доизмельчение зерна кукурузы мощности и процента содержания целого зерна в массе для силосования.

3. Процент целого зерна в массе для силосования не превышал 20%, а потребляемая мощность составляла 2,3-3,6 кВт.

Ключевые слова: вальцовый доизмельчитель резаной массы, питательные вальцы, режущий барабан, транспортировочный канал, многофакторный эксперимент, измерительное оборудование.

перекриваються. Тому необхідне уточнення енергетичного балансу робочих органів кормозбирального комбайна, а саме витрат енергії, яку споживає вальцовий доподрібнювач кормозбирального комбайна. Інформація про якісні та енергетичні показники процесу роботи вальцового доподрібнювача кормозбирального комбайна в науково-технічній літературі відсутня. Таким чином для отримання інформації слід розробити,

виготовити експериментальну установку, розробити методику дослідження процесу доподрібнення різаної стеблової маси кукурудзи та провести попередні дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процеси плющення, подрібнення вальцями зерна різної вологості достатньо вивчені та описані в науково-технічній літературі [4, 12-13]. Описані умови плющення, подрібнення стеблових матеріалів. В літературі наявна інформація по конструкціях вальцювих плющилок, дробарок та доподрібнювачів.

Однак інформація про вальцювий доподрібнювач в складі кормозбирального комбайна в літературі подана як опис і технічна характеристика. А інформація про процес доподрібнення вальцювим доподрібнювачем в складі кормозбирального комбайна відсутня.

Відомо значна кількість робіт присвячених загальним питанням експериментального дослідження вальцювих плющилок і дробарок (переважно стаціонарного типу) [4, 12-13].

Основною метою експериментів є визначення властивостей об'єктів дослідження та перевірка справедливості гіпотез. Величини, що діють на об'єкт дослідження називають факторами. Залежно від числа факторів, що

діють на об'єкт дослідження, експеримент буває однофакторним та багатофакторним.

Складність процесу доподрібнення різаної стеблової маси, вплив як технологічних (подача, вологість) так і конструкційних факторів вальцювого доподрібнювача (діаметр та колова швидкість вальців, співвідношення між швидкостями вальців, зазор між вальцями, зусилля стискання вальців та інше) на нього, неоднозначність впливу конструкційних параметрів на якісні та енергетичні показники процесу доподрібнення, складність експериментальної установки, трудомісткість проведення досліджень робить необхідним виготовлення спеціалізованої експериментальної установки і розроблення методики проведення експериментальних досліджень для визначення раціональних параметрів вальцювого доподрібнювача різаної маси кормозбирального комбайна.

Методи досліджень. Завданням експериментальних досліджень було визначення двох показників: відсотка цілого зерна кукурудзи та питомої енергоємності процесу доподрібнення різаної стеблової маси кукурудзи. Вказані показники дозволяють встановити раціональні параметри доподрібнювального вальцювого пристрою. Для проведення досліджень була використана експериментальна установка (рис.1).

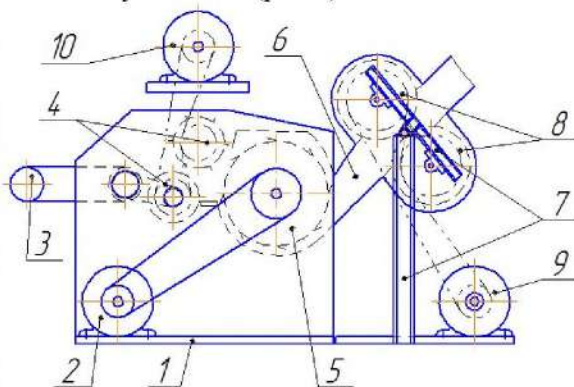


Рис.1. Експериментальна установка для вивчення доподрібнення зерна кукурудзи та питомої енергоємності процесу.

1 – рама подрібнювача; 2 – електродвигун приводу різального барабана; 3 – подавальний транспортер; 4 – живильні вальці; 5 – різальний барабан; 6 – транспортувальний канал; 7 – рама вальцювого доподрібнювача; 8 – доподрібнювальні вальці; 9 – електродвигун приводу вальцювого доподрібнювача; 10 – електродвигун приводу живильника.

Fig.1. Experimental setup for the study doption of the corn and of the energy intensity of the process.

1 – shredder frame; 2 – electric motor drive the cutting drum; 3 – feed conveyor; 4 – feed rollers; 5 – cutting drum; 6 – conveying channel; 7 – frame roller dopadna; 8 – dopogny-wide rolls; 9 – electric motor drive roller dopadna; 10 – electric motor drive of the feeder.

Експериментальна установка включає дві основні частини: подрібнювач і вальцювий доподрібнювач. Подрібнювач складається із рами, живильного транспортера та вальців, різального барабана і двох окремих приводів. Транспортер і живильні вальці приводилися в рух електродвигуном через варіатор та ланцюгову передачу, а різальний барабан – електродвигуном через пасову передачу. Доподрібнювач встановлювався на рамі з можливістю поворота і закривався кожухом. В рух він приводився окремим електроприводом з пасовими передачами зі змінними шківками.

Експериментальні дослідження проводилися на кукурудзі молочно-воскової фази стиглості. Вологість стеблової маси становила 62,3-74,1 %, а зерна 26,1-32,7%. Під час проведення експериментальних досліджень використовувалось наступне обладнання: лабораторні електронні ваги CERTUS BALANCE CBA-3000-0,5, ВЛК-500, лінійка, штангенциркуль 0 – 125мм, аналого-цифровий перетворювач АЦП Е14-140-М-Д, комп'ютер (ноутбук) з відповідним програм-

ним забезпеченням для АЦП, трансформатори струму УТТ-5М (3 штуки), динамометр ДПУ-0,2-2, набір решіт, сушильна шафа. Трансформатори УТТ-5М були протаровані за допомогою вимірювального комплексу К-505.

Всі дослідження проводились із сталою частотою обертання різального барабана, що становила 995 об/хв. В подрібнювач подавалися снопи кукурудзи масою 6-8 кг. Живильні вальці забезпечували довжину різання 18,1-22,4 мм.

Перед проведенням основних досліджень були проведені попередні (пошукові) однофакторні дослідження. Ці дослідження проводились для визначення пропускної здатності експериментальної установки, і для визначення довжини різання кукурудзи, яку може забезпечити установка.

Основні дослідження проводилися по плану Бокса для чотирьохфакторного експерименту (таблиця 2). Стебла з качанами кукурудзи масою 6-8 кг спрямовувалися в подрібнювач, встановлена довжина різання складала 18,1-22,4 мм, співвідношення маси стебел до маси качанів – 0,55-0,60:0,45-0,40.

Таблиця 1. Рівні варіювання факторів та їх кодові значення
Table 1. The variation Levels of the factors and their coded values

Фактор	Позначення	Рівень варіювання			Інтервал варіювання
		-1	0	+1	
Колова швидкість вальців, м/с	X ₁	24,5	37,0	49,5	12,5
Співвідношення між швидкостями вальців, %	X ₂	14	57	100	43
Зазор між вальцями, мм	X ₃	2	4	6	2
Зусилля стискання вальців, кН	X ₄	0,42	0,62	0,82	0,2

Кожен дослід із плану Бокса проводився у трьохразовій повторності.

Таблиця 2. Фрагмент плану Бокса (B₄) для визначення впливу конструкційних параметрів доподрібнювача на вміст цілого зерна та споживану потужність

Table 2. Detail plan of Box (B₄) to determine the effect of structural parameters dopadna on the content of the whole grain and power consumption

№ дослідю	Колова швидкість вальців, м/с (X ₁)		Співвідношення між швидкостями вальців, % (X ₂)		Зазор між вальцями, мм (X ₃)		Зусилля стискання вальців, кН (X ₄)		Вміст цілого зерна, % (Y ₁)	Потужність на доподрібненн я, кВт (Y ₂)
	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1		
1	+1	49,5	+1	100	+1	6	+1	0,82	18,5	2,84
2	-1	28,4	+1	100	+1	6	+1	0,82	19,1	2,79
3	+1	49,5	-1	14	+1	6	+1	0,82	17,6	2,39
4	-1	28,4	-1	14	+1	6	+1	0,82	20,3	2,71
5	+1	49,5	+1	100	-1	2	+1	0,82	0,48	2,92
20	0	37,0	-1	14	0	4	0	0,62	3,9	2,56
21	0	37,0	0	48	+1	6	0	0,62	16,7	2,38
22	0	37,0	0	48	-1	2	0	0,62	0,95	3,26
23	0	37,0	0	48	0	4	+1	0,82	4,3	2,61
24	0	37,0	0	48	0	4	-1	0,42	2,7	2,45

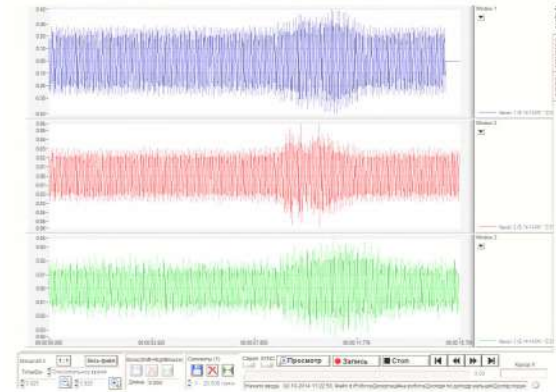
Послідовність проведення дослідів

Перед початком проведення дослідів відповідно до плану Бокса регулювали натяг пружин вальцьового доподрібнювача за допомогою гвинтового механізму, зазор між доподрібнювальними вальцями за допомогою комплекту пластин та встановлювали шківів необхідного діаметру.



Рис. 2. Процес проходження дослідів записаний на комп'ютері
Fig. 2. The Process of passing experience recorded on computer

Пробу кукурудзи молочно-воскової стиглості зерна рівномірно розкладали на столі для забезпечення рівномірної подачі. Запускали електродвигуни приводу живильних вальців, різального барабана і вальцьового доподрібнювача. Варіатором приводу вальцьового доподрібнювача встановлювали необхідну колову швидкість вальців та включали АЦП в режим запису.



Зформовану пробу кукурудзи із столу переміщували на подавальний транспортер, який спрямовував її до живильних вальців. Останні спрямовували сніп кукурудзи до різального барабана, який подрібнював її і по транспорту-вальному каналу подавав суміш різаної маси та качанів до доподрібнювальних вальців. Вальці додатково подрібнювали зернову складову різаної кукурудзяної маси та розщеплювали частки стебел. Доподрібнена кукурудзяна маса по вивантажувальному дефлектору викидалась у закріпленій на ньому пробовідбірник (мішок). Після проходження маси вимикали АЦП з режиму запису і вимикали електродвигуни приводів. Інформація про споживану двигунами в процесі дослідів потужність відображалася на моніторі комп'ютера і фіксувалося у електронному вигляді.

Із мішка із доподрібненою кукурудзяною масою відбиралась проба у окрему ємність для визначення вологості всієї маси та якості подрібнення зерна кукурудзи. Визначення вологості доподрібненої кукурудзяної маси проводилося класичним ваговим методом. Для визначення якості подрібнення зерна кукурудзи відбирали три близькі по масі проби і зважували їх на електронних вагах. Кожну відібрану пробу за допомогою набору решіт із різними діаметрами отворів просі-

ювали для відокремлення зерна кукурудзи, як подрібненого, так і цілого. Потім розділяли виділену зернову складову на подрібнене і ціле зерно. Із відібраного зерна брали пробу на вологість. Процес визначення вологості зерна аналогічний процесу визначення вологості кукурудзяної маси.

Результати досліджень

По результатам проведених дослідів були визначені рівняння регресії у вигляді квадратичних поліномів:

$$P_{ДЛВ} = 12,439 - 0,34935 \cdot v + 0,02935 \cdot v^2 - 1,53691 \cdot z - 2,99163 \cdot F + 0,00017 \cdot v \cdot k + 0,01287 \cdot v \cdot z + 0,07156 \cdot v \cdot F + 0,00162 \cdot k \cdot z + 0,05362 \cdot k \cdot F + 0,50953 \cdot z \cdot F + 0,00301 \cdot v^2 - 0,0005 \cdot k^2 + 0,05475 \cdot z^2 - 4,11255 \cdot F^2$$

відсотку цілого зерна

$$U_3 = -17,6748 + 160414 \cdot v + 0,0305 \cdot k - 11,5493 \cdot z + 52,3086 \cdot F + 0,0013 \cdot v \cdot k - 0,1118 \cdot v \cdot z - 0,2624 \cdot v \cdot F + 0,0162 \cdot k \cdot z - 0,1203 \cdot k \cdot F + 1,4156 \cdot z \cdot F - 0,009 \cdot v^2 - 0,0003 \cdot k^2 + 2,2936 \cdot z^2 - 31,5805 \cdot F^2$$

де - v - швидкість обертання доподрібнювальних вальців, м/с; k - співвідношення між швидкостями обертання, %; z - зазор між доподрібнювальними вальцями, мм; F - зусилля стискання доподрібнювальних вальців, кН.

За результатами дослідів встановлено, що збільшення зазору між вальцями призводить до збільшення відсотка цілого зерна, при цьому інтенсивне збільшення відбувається при збільшенні зазору в межах від 5 до 6 мм.

Більш складним є вплив співвідношення швидкостей на вміст цілого зерна. Спочатку збільшення різниці швидкостей між вальцями призводить до зменшення кількості цілого зерна. Подальше збільшення різниці швидкостей вальців збільшує кількість цілого зерна в пробі.

Висновки. 1. Розроблена експериментальна установка дозволяє змінювати швид-

кість вальців з 24,5 до 49,5 м/с, збільшувати швидкість бистрохідного вальця (ступінчато) в 1,14; 1,57; 2,00 рази, змінювати зазор між вальцями з 2 до 6 мм та зусилля їх стискання з 0,42 до 0,82 кН.

2. На основі експериментальних результатів побудовано рівняння регресії (поліноми другого порядку) споживаної на доподрібнення зерна кукурудзи потужності та відсотка вмісту цілого зерна в масі для силосування.

3. Відсоток цілого зерна в масі для силосування не перевищував 20%, а споживана потужність складала 2,3-3,6 кВт.

Бібліографія

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Гриник І.В. Перспективи розвитку і застосування у сільському господарстві сучасних високотехнологічних засобів. – Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки та технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. / «УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого». – Дослідницьке, 2013. – Вип. 17 (31). – С. 22-33.

2. Афанасьєва Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента / Н. Ю. Афанасьева. 2010. – М.: KnoРус, 2010. – 330 с.

3. Бохан Н.И., Дмитриев А.М., Нагорский И.С. Планирование экспериментов в исследованиях по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства/ БСХА. – Горки, 1986. – 80 с.

4. Дешко В.И. Исследование и обоснование режимов площения зерна после влаготепловой обработки. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ленинград – Пушкин, 1978. – 170 с.

5. Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Ямпольський С.М. Аналіз схем сучасних кормозбиральних комбайнів та особливості їх конструкцій. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 94. – Глеваха, 2010. – С. 279-287.

6. Кузьменко В.Ф., Ямпольський С.М., Максименко В.В. Аналіз конструкцій доподрібновальних пристроїв кормозбиральних комбайнів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 96. – Глеваха, 2012. – С. 320-328.

7. Кузьменко В.Ф., Ямпольський С.М., Максименко В.В. Експериментальне визначення фракційного складу маси кукурудзи при заготівлі силосу у пізні строки. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 99. Том 1. – Глеваха, 2014. – С. 559-568.

8. Курська Т.М., Угрюмов М.Л. Методика та організація наукових досліджень. Курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 98 с.

9. Мельников С.П., Рошин П.М., Алешкин В.Р. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

10. Особов В.И. Тенденции развития самоходных кормоуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. – 2002. – № 10. – С. 28-33.

11. Осьмак В.Я., Качан І.В. Класифікація та прогноз розвитку конструкцій кормозбиральних комбайнів // Зб. наук. праць Укр. НДІПВТ. – Дослідницьке, 2003. – Вип. 6 (20), кн. 2. – С. 250-254.

12. Павленко С.И. Повышение качества подготовки консервируемой кукурузы доизмельчающими устройствами. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Минск – Днепропетровск, 1989. – 193 с.

13. Потапова С.Є. Обґрунтування основних параметрів одновальцевої зерно-дробарки. Диссертация на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ, 2014. – 120 с.

14. Чепурной А.И., Козлов В.В. Перспективные кормоуборочные комбайны и технологии // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2005 – №6. – С. 14-18.

References

1. Adamchuk V.V., Bulgakov V.M., Grynyk I.V. Perspektyvy rozvytku i zastosuvannya u silskomu gospodarstvi suchasnyh vysokotehnologichnyh zasobiv. – Tehniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoyi tehniki ta tehnologiyi dlya silskogo gospodarstva Ukrayiny: Zb. nauk. prats. / «UkrNDIPVT im. Leonida Pogorilogo». – Doslidnytske, 2013. – Vyp. 17 (31), – S. 22-33.

2. Afanaseva N. Ju. Vychislitelnye i eksperimentalnye metody nauchnoho eksperimenta / N. Ju. Afanaseva. 2010. – M.: KnoРус, 2010. – 330 s.

3. Bohan N.I., Dmitriev A.M., Nagorskiy I.S. Planirovanie eksperimentov v issledovaniyah po mehanizatsii i avtomatizatsii selskohozyaystvennogo proizvodstva/ BSHA. – Gorki, 1986. – 80 s.

4. Deshko V.I. Issledovanie i obosnovanie rezhimov plyushcheniya zerna posle vlagoteplovy obrabotki. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk. Leningrad – Pushkin, 1978. – 170 s.

5. Kuzmenko V.F., Maksimenko V.V., Yampolsky, S.M. Analiz shem suchasnykh kormozbyralnykh kombayniv ta osoblyvosti yih konstruktsiy. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 94. – Glevaha, 2010. – S. 279-287.

6. Kuzmenko V.F., Yampolsky S.M., Maksimenko V.V. Analiz konstruktsiy dopodribnyuvalnykh prystroyiv kormozbyralnykh kombayniv. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 96. – Glevaha, 2012. – S. 320-328.

7. Kuzmenko V.F., Yampolsky S.M., Maksimenko V.V. Eksperymentalne vyznachennya fraktsiynogo skladu masy kukurudzy pry zagotivli sylosu u pizni stroky. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 99. Tom 1. – Glevaha, 2014. – S. 559-568.

8. Kurskaya T.M., Ugrumov M. L. Metodyka ta organizatsiya naukovykh doslidzhen. Kurs lektsiy. – X.: NUTSZU, 2011. – 98 s.

9. Melnikov S.P., Roisin M.P., Aleshkin V. R. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah selskohozyaystvennykh processov. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.

10. Osobov V.I. Tendentsii razvitiya samohodnykh kormouborochnykh kombaynov // Tehnika i oborudovanie dlya sela. – 2002 — № 10 — S. 28-33.

11. Osmak V.J., Kochan V.I. Klasyfikatsiya ta prognoz rozvytku konstruktsiy kormozbyralnykh kombayniv // Zb. nauk. prats Ukr. Ukr NDIPVT. — Doslidnytske, 2003. – Vyp. 6 (20), kn. 2. – S. 250-254.

12. Pavlenko S.I. Povyshenie kachestva podgotovki konserviruemoy kukurudzy doizmelchajushchimi ustroystvami. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk. Minsk – Dnepropetrovsk, 1989. – 193 s.

13. Potapova S.E. Obgruntuvannya osnovnykh parametriv odnvaltsevoyi zerno-drobarky. Dysertatsiya na zdobuttya naukovogo stupenya kandydata tehniknykh nauk. Kyiv, 2014. – 120 s.

14. Chepurnoy A.I., Kozlov V.V. Perspektivnye kormouborochnye kombayny i tehnologii // Traktory i selskohozyaystvennye mashyny. – 2005. – № 6. – S. 14-18.

References

1. Adamchuk V., Bulgakov V.M., Grynyk I.V. Prospects for the development and application of modern high-tech agricultural products. - Technical and technological aspects of the development and testing of new techniques and technologies for agriculture Ukraine: Coll. Science. works. / "Ukr

NDIPVT them. Leonid burned ". - Research, 2013. - Vol. 17 (31). – P. 22-33.

2. Afanasyev N.Y. Computational and experimental methods of scientific experimentation / N.Y. Afanasyeva, 2010. M.: KnoRus 2010. – p-330.

3. Bohan N.I., Dmitriev A.M., Nagorskiy I.S. Design of experiments in research on mechanization and automation of agricultural production / BSKHA. - Gorki, 1986. – P. 80.

4. Deshko V.I. Research and study mode after crushing grain moistureheat treatment. Thesis for the degree of candi-date technical sciences. Leningrad - Pushkin, 1978. – 170 p.

5. V.F. Kuzmenko, Maksimenko V.V., Yampolsky S.M. Analiz schemes Suchasnyj kormozbyralnykh kombayniv that osoblyvosti ih konstruktsiy. Mexanizatsiya that elektrifikatsiya silskogo Gospodarstva. Key infrastructure- 94 Glevakha, – 2010. – P.279-287.

6. V.F. Kuzmenko, Yampolsky S.M., V.V. Maksimenko kombayniv. Mexanizatsiya that elektrifikatsiya silskogo Gospodarstva. 96. Key infrastructure - Glevakha, 2012. – P. 320-328.

7. V.F. Kuzmenko, Yampolsky S.M., V.V. Maksimenko Experimental at line. Key infrastructure 99. -Volume 1- Glevakha- 2014. – P. 559-568.

8. Kurska T.M., M.L. Ugrumov The procedure was organizatsiya science research. Course lection. – H.: NUTSZU, 2011. – 98p.

9. Melnikov S.P., Roisin P.M., V.R. Aleshkin Experimental Design in studies of agricultural processes. – L.: Kolos, 1980. – 168 p.

10. SPECIAL V.I. Trends in the development of self-propelled forage kombay// new machinery and equipment for the village. – 2002. – № 10. – P. 28-33.

9. Melnikov S.P., Roisin P.M., V.R. Aleshkin Experimental Design in studies of agricultural processes. – L.: Kolos, 1980. – 168 p.

10. SPECIAL V.I. Trends in the development of self-propelled forage kombay-// new machinery and equipment for the village. – 2002. – № 10. – P. 28-33.

11. Osmak V.J., Swing I.V. Classification and prediction of structures forage harvesters // Coll. Science. works Eng. Ukr NDIPVT. - Hold a-Experiment, 2003. – Vol. 6 (20), Vol. 2. – P. 250-254.

12. Pavlenko S.I. Improving the quality of the preparation of canned corn ustroystvomi regrinding. Thesis for ste-interest of the candidate of technical sciences. Minsk - Dnepropetrovsk, 1989. – 193 p.

3. S. Potapov Justification of the main parameters zerno drum crushers. The thesis for the degree of candidate of technical sciences. Kyiv, 2014. – 120 p.

14. Chepurnoy A.I., Kozlov V.V. Advanced self-propelled foragers and technology // Tractors and agricultural machinery. – 2005. – №6. – P. 14-18.