



ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА  
АВТОМАТИКИ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО  
ВИРОБНИЦТВА НААН  
України



НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
України



ІНСТИТУТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА  
ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
ДОСЛІДНИЦЬКОГО ІНСТИТУТУ  
(Польща)

**МАТЕРІАЛИ**  
**ХІІ-ї Науково-технічної конференції**  
**«Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»**

**02-20 жовтня 2023 року**

*У 2023 році конференція відбулася в рамках проведення  
XXX Міжнародної науково-технічної конференції ІМА АПВ НААН України  
«Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві»*

Глеваха - Київ  
2023

УДК 631.171

Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: XI Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 2-20 жовтня 2023 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2023. - 234 с.

В матеріалах конференції коротко викладені основні результати теоретичних та експериментальних досліджень з пріоритетних напрямків розвитку тваринництва та кормовиробництва. Наведені дані про ефективність результатів наукових досліджень та їх виробничої перевірки.

Матеріали розраховані на науковців та здобувачів наукового ступеня.

**Організаційний комітет конференції:** *Адамчук В.В.*, д.т.н., проф., академік НААН, директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України (голова оргкомітету); *Братішко В.В.*, д.т.н., проф., декан механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України (співголова оргкомітету); *Штробель В.Р.*, доктор наук, директор Інституту технологічних та природничих наук Національного дослідницького інституту, Польща, (співголова оргкомітету); *Ребенко В.І.*, к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України (секретар оргкомітету); *Ткач В.В.*, к.т.н., с.н.с. завідувач відділу механіки та автоматики біотехнічних систем у тваринництві ІМА АПВ НААН; *Хмельовський В.С.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Фененко А.І.*, д.т.н., проф., головний науковий співробітник ІМААПВ; *Голуб Г.А.*, д.т.н., проф., професор кафедри тракторів, автомобілів та біоенергосистем НУБіП України; *Собчук Генрик*, професор, голова вченої ради Інституту технологічних та природничих наук Національного дослідницького інституту, Польща; *Кузьменко В.Ф.*, к.т.н., с.н.с., завідувач лабораторії техніко-технологічних проблем в заготівлі кормів; *Ревенко І.І.*, д.т.н., проф., професор кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Роговський І.Л.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка; *Заболотько О.О.*, к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Сівак І.М.*, к.т.н., доц., доцент кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки ім. П.М. Василенка НУБіП України; *Тітова Л.Л.*, к.т.н., доц., доцент кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка НУБіП України.

*Рекомендовано до видання:*

вченою радою ІМААПВ НААН України (протокол № 15 від «20» листопада 2023 р.);  
вченою радою механіко-технологічного факультету НУБіП України  
(протокол № 4 від «16» листопада 2023 року)

*Адреси для листування:*

08631, Київська обл., Васильківський р-н, смт. Глеваха, вул. Вокзальна, 11  
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12, к. 11

*E-mail:* ima.apv.naan@gmail.com, mtf11k@ukr.net, info@animal-conf.inf.ua

*Сайт конференції:* <http://animal-conf.inf.ua>

© ІМА АПВ НААН України, 2023

© НУБіП України, 2023

## ЗМІСТ

<b>Bratishko V.V., Khmelovsky V.S., Shulga S.M., Tigonova O.A.</b> Botanical composition of ligninocellulosic raw materials of municipal origin .....	9
<b>Rebenko V.I.</b> Perspectives of smart farms .....	12
<b>Rogovskii I.L.</b> Adapability of seelf-propelled forage harvesters to smart technologies.....	14
<b>Алієв Е.Б., Лінко М.О.</b> Порівняння результатів чисельного моделювання і лабораторних досліджень процесу пресування комбікорму .....	18
<b>Афанасьєв І. А.</b> Результати виробничої перевірки блоку керування адаптивною доїльною апаратурою .....	21
<b>Бабин І.А.</b> Дослідження роботи мобільного подрібнювача-роздавача стеблових кормів .....	24
<b>Білецький В.Р., Гірш А.Ф.</b> Конструкції та класифікація живильних пристроїв плющилок зерна .....	26
<b>Білецький В.Р., Краузе Д.К.</b> Характеристика сівалок прямого посіву .....	31
<b>Білецький В.Р., Семенчук П.В., Хоменко С.М.</b> Аналіз існуючих способів зберігання насінневого зерна .....	34
<b>Бокоч В.В.</b> Туковисівні апарати у сільському господарстві .....	39
<b>Болтянський Б.В., Болтянська Л.О.</b> Обґрунтування періодичності обслуговування обладнання тваринницьких ферм .....	41

<b>Болтянський Б.В., Болтянська Л.О.</b> Перспективні напрями енерго- та ресурсозбереження при утилізації відходів тваринництва .....	44
<b>Бондаренко Д., Соловей О.Ю.</b> Ефективність використання гібридного жита в годівлі корів ...	48
<b>Бучковська В.І., Гоголь М.С.</b> Раціональна організація годівлі - запорука успішного ведення галузі тваринництва .....	51
<b>Бучковська В.І., Калиняк А.А.</b> Техніко-технологічне забезпечення виробництва ковбасних виробів .....	53
<b>Гераніна Л.А., Гайденок О.М.</b> Утримання свиней у таборах та з використанням пасовищ .....	55
<b>Гненюк М.В.</b> Класифікація відмов і ушкоджень кормозбиральних комбайнів	57
<b>Грабар І.Г., Киричко Д.О.</b> Конструктивно-технологічна схема підпружиненого леміша картоплезбиральних машин .....	60
<b>Дерев'яно Д.А., Онищук В.О.</b> Обґрунтування способу контролю та керування закінченням сушіння капілярно-пористих колоїдних матеріалів .....	63
<b>Євстафієва Ю.М., Кухтин Г.І.</b> Вирощування ремонтного молодняку - важлива ланка в техніко- технологічному плануванні виробництва молока .....	66
<b>Євстафієва Ю.М., Шарата Д.С.</b> Значення параметрів мікроклімату для формування продуктивності свиней .....	67
<b>Журавель Д.П.</b> Обґрунтування технологічного процесу обрушення насіння рицини для потреб кормовиробництва .....	69
<b>Заболотько О.О., Голубов Є.М.</b> Сучасні структурно-технологічні схеми для приготування збалансованих комбікормів для тварин в умовах господарства	71

<b>Заболотько О.О., Дейнека О.Р.</b> Використання систем "розумна тваринницька ферма" для великої рогатої худоби .....	75
<b>Заболотько О.О., Куроченко Ю.М.</b> Сучасні тенденції у використанні органічних добрив .....	77
<b>Гльченко А.В., Осовський М.В.</b> Будова лабораторної установки для дослідження відцентрово-решітного сепаратора .....	80
<b>Кернасюк Ю.В., Гайденко О.М.</b> Інноваційні перспективні напрями використання біосировини в умовах Кіровоградської області .....	84
<b>Кузьменко В.Ф., Пономаренко О.В., Онищенко В.Б., Холодюк О.В.</b> До методики вивчення роботи експериментального подрібнювача качанів та зерна кукурудзи .....	86
<b>Куликівський В.Л.</b> Особливості консервування фуражного зерна у герметичних умовах із застосуванням хіміко-біологічних препаратів .....	92
<b>Куликівський В.Л., Боята В.О.</b> Результати виробничих випробувань транспортерного калібрувального пристрою бульб картоплі .....	95
<b>Куликівський В.Л., Зінчук В.В.</b> Огляд наукових досліджень робочого процесу подрібнення коренебульбоплодів .....	97
<b>Куликівський В.Л., Острогляд В.О.</b> Дослідження змішувального вузла з теоретично визначеними конструкційними параметрами змішувача-ферментатора .....	101
<b>Куликівський В.Л., Яскажук В.О.</b> Опис конструкції та принципу роботи блока керування пристроєм оперативного контролю та підтримання в заданому стані рухомого шару зернового вороху .....	109
<b>Куліш О.М.</b> Системи очищення зерна при прийманні до елеватору .....	111

**Медвецький О.В., Осипчук О.М.**

Результати досліджень з визначення конструктивних параметрів пристрою перемикачання магнітного клапану блоку керування рівнем вакууму ..... 116

**Міненко С.В., Ананченко С.П.**

Будова експериментального комбінованого знаряддя з конусним ротаційним розпушувачем ..... 119

**Міненко С.В., Власюк С.В.**

Результати дослідження швидкості зерна під час руху за похилим кутом полиці камери обробки пристрою для передпосівної обробки насіння гарячим туманом ..... 121

**Міненко С.В., Гоменюк О.Ю.**

Технічні засоби для пророщування зерна методом гідропоніки 124

**Міненко С.В., Островський С.В.**

Впровадження освітлювальних елементів у біофільтри барабанного типу ..... 128

**Міненко С.В., Циганенко В.М.**

Характеристика способів і технічних засобів охолодження молока ..... 131

**Науменко О.А., Труфанова Т.О.**

Підвищення ефективності транспортних процесів в технологіях доставки молочних продуктів автомобільним транспортом ... 141

**Новицький А.В.**

Логіко-імовірнісна модель оцінки надійності змішувачів-кормороздавачів ..... 144

**Павленко С.І.**

Моделна схема операцій механізованого компостування ..... 147

**Полєвода Ю.А.**

Технологія енергоефективного та ресурсощадного процесу виробництва високопоживних кормів ..... 151

**Потапова С.Є., Лоцман А.Ю.**

Дослідження змішувача для приготування кормових добавок крохмале-патокового виробництва ..... 154

<b>Потапова С.Є., Пиляй Я.А.</b> Дослідження процесу подрібнення зерна у двостадійному подрібнювачі .....	157
<b>Ребенко В.І.</b> Тваринницька ферма - складна біотехнічна система .....	161
<b>Ревенко Ю.І.</b> Аналіз пропускної здатності агрегату для приготування комбікормів .....	164
<b>Савченко В.М., Желудько О.В.</b> Електрохімічні методи очищення стічних вод фабрик первинної обробки вовни та їх порівняльна характеристика .....	168
<b>Савченко В.М., Тертенюк О.В.</b> Способи підвищення продуктивності овець і перспективи використання лазерної терапії .....	170
<b>Семеновський О.Є., Дробязко Д.А., Дробязко П.А.</b> Оптимізація типу та конструкції підйомно-складних воріт для використання в обмеженому просторі .....	173
<b>Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М.</b> Нові рішення в технології активного компостування посліду птахів у буртах .....	174
<b>Скляр О.Г., Скляр Р.В., Комар А.С.</b> Аналіз технології глибокої переробки рідкого гною .....	177
<b>Скляр Р.В., Акулов В.Д.</b> Щодо питання енергозбереження в біогазових установках ....	180
<b>Сліпуха Т.І.</b> Організація транспортного процесу при перевезенні сільськогосподарської продукції .....	183
<b>Смичок А.І.</b> Агротехнології в умовах зміни клімату .....	185
<b>Смичок А.І.</b> Вологозбереження як умова сталого розвитку сільського господарства .....	187

<b>Смоляр В.І.</b>	
На повноцінних кормах - справжні курячі яйця .....	188
<b>Соколовський О.Ф., Савченко В.М.</b>	
Аналіз енергетичних установок для фільтрації та знезараження дренажного розчину при вирощуванні продукції рослинництва захищеного ґрунту .....	191
<b>Стрілецька В.Л., Хмельовський В.С.</b>	
Біогазові установки - перспективи для тваринництва .....	197
<b>Ткач В. В., Афанасьєв І.А., Яцко С.А.</b>	
Результати моніторингу температурно-вологісних параметрів реконструйованого приміщення для утримання корів .....	199
<b>Холодюк О.В., Кузьменко В.Ф.</b>	
Особливості конструкцій сучасних візків-підбирачів .....	202
<b>Хоружий Є.В.</b>	
Полуниця: місце в ягідництві України та технологія вирощування .....	207
<b>Цивенкова Н.М., Савченко М.С.</b>	
Ефективність роботи протипотокового газогенератора на кукурудзинні .....	210
<b>Черниш О.М.</b>	
Міцність і надійність робочих елементів робототехнічних систем .....	214
<b>Шевковий О.М.</b>	
Озимий ячмінь: основні рекомендації до вирощування .....	217
<b>Шевковий О.М.</b>	
Ячмінь як стратегічний елемент світового аграрного ринку ..	219
<b>Юраш І.В., Бучковська В.І.</b>	
До питання організації годівлі овець .....	221
<b>Яропуд В.М.</b>	
Дослідження процесу функціонування повітряного теплообмінника для тваринницьких приміщень .....	224



**Шевченко Т.Б., Маргес А.О.**

Техніко-технологічне забезпечення заводу виготовлення круп та комбікормів ..... 228

**Василенко М.О., Буслаєв Д.О., Калінін О.Є., Кононогов Ю.А.**

Аналіз забезпечення працездатності технічних засобів, що застосовуються в тваринництві ..... 231

UDC 577.23

## **BOTANICAL COMPOSITION OF LIGNOCELLULOSIC RAW MATERIALS OF MUNICIPAL ORIGIN**

**Bratishko V.V.,<sup>1</sup> Sc.D. Eng., Khmelovsky V.S.,<sup>1</sup> Sc.D. Eng.,**

**Shulga S.M.,<sup>2</sup> Sc.D. Biol., Tigunova O.A.,<sup>2</sup> Ph.D. Biol.**

*<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*<sup>2</sup>Institute of Food Biotechnology and Genomics of NAS of Ukraine*

An important raw material resource for use in liquid and gaseous biofuel technologies is the lignocellulosic raw material of municipal origin. To use this raw material, it is important to know the botanical composition and volume of its formation. For this purpose, it is advisable to distinguish the following three main groups of raw materials: 1) green waste from mowing lawn grass and weeds; 2) cuttings of branches and bushes, tree crowning waste; 3) fallen leaves.

To determine the botanical (species) composition of lignocellulosic raw materials of municipal origin (example of the city of Kyiv), we used the information from the "Unified State Web Portal of Open Data"<sup>1</sup>, where among the managers of the information there are communal enterprises for the maintenance of green spaces<sup>2</sup>.

To establish the botanical (species, breed) composition, data sets were analysed by taking into account the frequency of mention of the corresponding breed/species of green plantings, followed by ranking according to the frequency of mention.

Information about the botanical (species/species) composition of green spaces, based on the example of the general information of the communal enterprise on the maintenance of green spaces in the Sviatoshyn district of Kyiv, is given in Table 1. The average age of the spaces listed in Table 1 exceeds 35 years.

As can be seen from Table 1, 82.7 % of all plantations (or 91.6 % excluding coniferous plantations) are made up of only six types of trees: maple, linden, poplar, chestnut, oak, and birch.

In further research, it is advisable to focus on the main types of deciduous plantations (Fig. 1), which, without taking into account grass species, form the

---

<sup>1</sup> <https://data.gov.ua/organization/kp-uzn-sviatoshynskoho-raionu-mkyieva>

<sup>2</sup> <https://data.gov.ua/dataset/8b8c5b5f-8b5f-49ad-8525-b07dc0010589>

bulk of lignocellulosic raw materials of municipal origin in the form of branch clippings, crowning waste, fallen leaves, etc.

Structured information on the botanical (species) composition of herbs used by municipal enterprises of the city of Kyiv is not a separate data set and is not included in the existing data sets of municipal enterprises. The analysis of the data of the electronic public procurement system Prozorro shows that the procurement of lawn grass seeds is carried out by municipal enterprises under the code of the state classifier DK 021:2015 "Unified procurement dictionary" 03110000-5 "Agricultural crops, products of commercial horticulture and plant growing" and does not contain requirements or information about species composition of herb seeds.

Table 1 – Botanical (breed) composition of green spaces of Sviatoshyn district of Kyiv

The type of green spaces	Frequency of mention, %
Maple	21.1 %
Linden	20.3 %
Poplar	14.8 %
Chestnut	12.7 %
Oak	7.2 %
Birch	6.8 %
Pine	5.1 %
Acacia	3.0 %
Spruce	3.0 %
Rowan	1.7 %
Thuja	1.7 %
Nut	1.3 %
Pear	0.8 %
Willow	0.4 %
Brush	0.4 %

Information on the species composition of lawn grasses is provided in the Sectoral Utility Rules of Ukraine GKN 02.08-2005 "Rules for sowing lawn grass seeds for the creation and repair of lawns in populated areas of Ukraine", approved and put into effect by the order of the Ministry of Construction, Architecture and Housing of Ukraine dated 01.02.2006 No. 31.

The mentioned norms contain the following list of names of types of lawn grasses: common ryegrass, broad-eared ryegrass, narrow-eared ryegrass, red sedge, sedge, sheep's sedge, white clover, red clover, meadow foxtail, hornwort,

blue alfalfa, yellow alfalfa, common sedge, white sedge, rhizomes wheatgrass, pasture ryegrass, multi-flowered ryegrass, annual ryegrass, meadow sedge, common sedge and forest sedge.

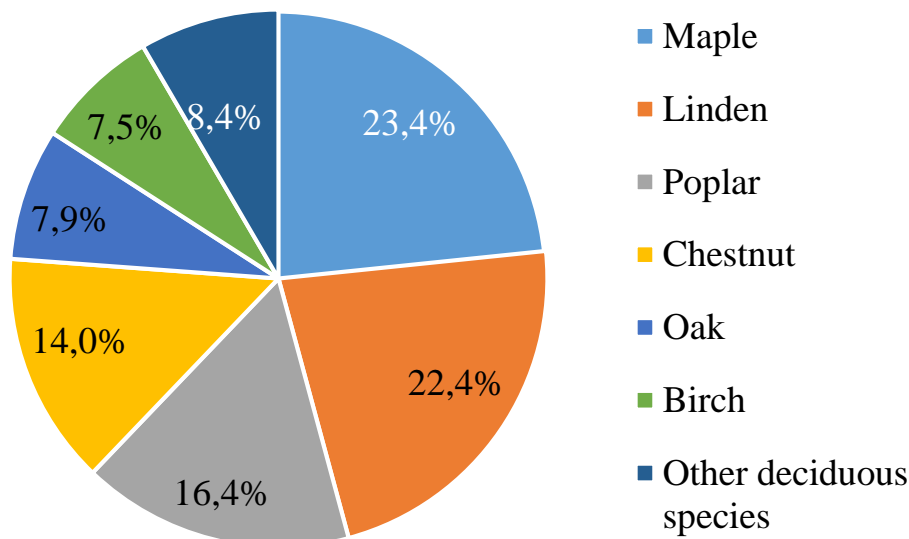


Figure 1 – Botanical composition of green spaces, deciduous species (Sviatoshyn district of the city of Kyiv)

The existing practice of creating and repairing lawns does not exclude the use of different types of lawn grasses on the same site. On the contrary, the mentioned sectoral communal norms of Ukraine GKN 02.08-2005 provide for the formation of grass mixtures for the creation and repair of various types of lawns.

The structure of green economy improvement objects includes objects that belong to both general-use plantations (parks, public squares, etc.) and special-purpose plantations (transport interchanges, protective lanes, etc.). In view of this, it is advisable to distinguish two generalized types of grass raw materials - lawn grass and roadside grass. Miscanthus is a promising culture for use in an urban, urban environment, which is characterized by compositional and aesthetic value.

Therefore, according to the results of the analysis, the following types of lignocellulosic raw materials of municipal origin are the most promising for use in biofuel technologies: 1) green waste from mowing lawn grass and weeds: lawn grass; roadside grass; miscanthus; 2) branch trimmings, crowning waste: maple; linden; poplar; chestnut; oak; birch; 3) fallen leaves: maple; linden; poplar; chestnut; oak; birch.



UDC 631.3:636

## PERSPECTIVES OF SMART FARMS

**Rebenko V.I.**, PhD, As. Prof., *rebenko@nubip.edu.ua*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

In the 2022 year, the industry size of smart farms was over USD 15.18 Billion. Smart Farms Market size is poised to cross USD 71.3 billion by the end of 2035, growing at a CAGR of 12.74 % during the forecast period, i.e., 2023 – 2035. The demand for smart farms is attributed to the rising use of technologies in agriculture. For instance, according to the National Institute of Food and Agriculture, modern farms and agricultural operations work far differently than those available in earlier times, primarily due to the advancements in technology, including devices, machines, sensors, and information technology.

Besides this, the smart farms market is also expected to grow on account of the rise in the initiatives taken by the government to support smart farming.



### Growth Drivers

- *Rising Demand for Food*– The demand for food is increasing, owing to the rapidly growing population. As the world's population continues to rise, the area of land available for agriculture is on the decline.
- *Increasing Adoption of Smartphones*– The use of smartphones in

*agriculture helps to provide real-time information about crops and machinery to the user, regardless of the farmer's physical presence. Today, the smartphone has a wide range of sensors that plays an essential role in real-time information gathering on weather, crop conditions, and soil health information. This contributes to additional revenue growth in the smart agriculture market.*

- *Growing Automation of Commercial Greenhouses – The key factor driving demand during the forecast period is increasing automation of commercial greenhouses to obtain a higher yield and maintain optimum growing conditions. To support everyday greenhouse operations, such as climate control, irrigation, and energy management, will provide artificial intelligence technologies and services.*

### **Challenges**

- *Technical Risks – Compared to traditional farming, smart farming is a technology-intensive farming. Hence, high reliance on technology comes with a potentially serious downside for the agrarian, if there is a breakdown in the unit/sensor failure. For instance, if the smart irrigation sensors are not working, it is possible that the plants will either be under or overwatered. As a result, food safety is endangered in such cases, which can lead to high losses to the farmers.*

- *Low Adoption in Rural Farms*

- *High Cost of Components such as Imaging Sensors*

Precision farming entails extremely precise, accurate, and optimum agricultural production. It enables improved productivity, more effective resource use, and minimal environmental impact all at once. For instance, farmers using precision technology experienced an increase of 4 % in crop production, an increase of 7 % in fertilizer placement efficiency, a reduction of 9 % in herbicide and pesticide use, and a reduction of 6 % in fossil fuel use. A focused pesticide application with AI-assisted analysis, targeting only areas that need attention instead of a blanket application, is the best illustration of a precision farming approach. These technologies allow farmers to collect and analyze data on a plethora of factors including weather, soil conditions, and crop growth to make more informed decisions about planting, irrigation and fertilizer use.

Smart farming technologies can be used to monitor and manage livestock in a variety of ways. Smart farming technologies, such as farm management software, and digital farming can also be used to control and automate the delivery of feed, water, and veterinary care to animals. By using IoT technologies like geofencing, RFID, and sensors, farmers can collect and analyze a wide range of data that can be used to improve efficiency, reduce costs, and optimize animal

health and welfare. Furthermore, the livestock monitoring and management segment is predicted to grow in the context of preventing disease outbreaks by early detection. This leads to a more sustainable way of farming that also considers animal well-being.

The growing number of educated farmers all around the world is a significant factor propelling smart farms market expansion. The market is growing due to the growing adoption of smart irrigation controllers, AI-based land analytics services, and rising agritech-startups in agrarian countries.

Many companies will offer AI-based smart farm solutions to monitor crops in greenhouses and fields and provide farmers with cutting-edge and optimal automatic control solutions.



УДК 631.01.004

## **ADAPTABILITY OF SELF-PROPELLED FORAGE HARVESTERS TO SMART TECHNOLOGIES**

**Rogovskii I. L.**, DS, Professor, *rogovskii@nubip.edu.ua*,  
ORCID ID 0000-0002-6957-1616

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Self-propelled forage harvesters (SPFH) have three to four times the capacity of a pull-type harvester, so the shift to self-propelled machines has dramatically reduced the total unit sales. The power range in the newest series of SPFH from the leading machinery manufacturers usually goes from 300 to 800 kW (400–1000 HP), with diesel engines from 6 to 12 cylinders and from 9 to 24 liters of displacement. The commercial models have a base unit unloaded weight (without header) from 11 to 18 t (Fig. 1).

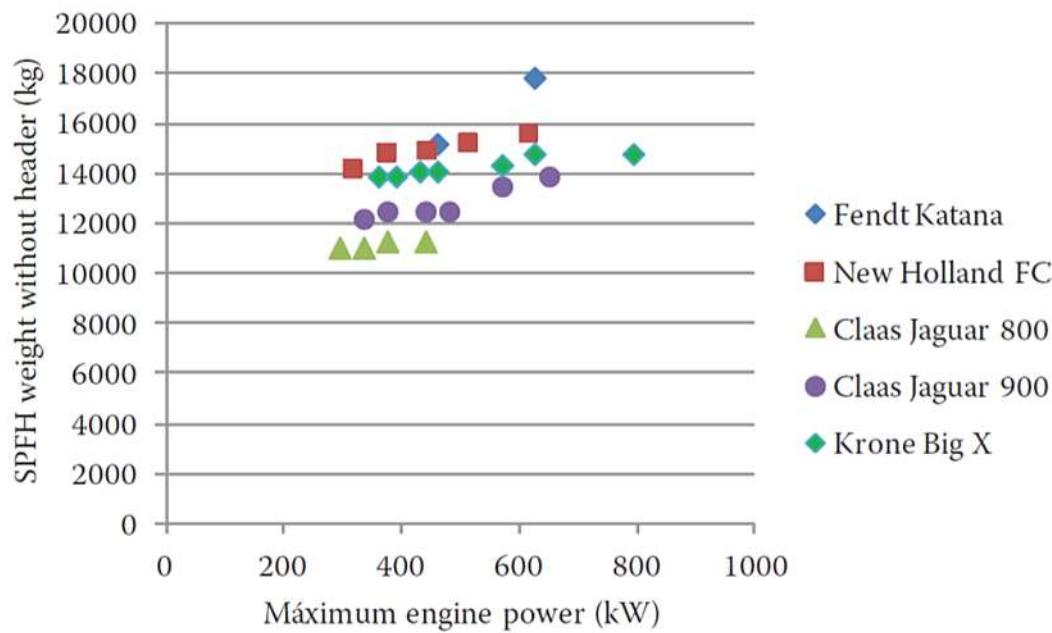


Figure 1 – SPFH base unit weight without header (kilograms) and maximum engine power (kilowatts)

A SPFH is a machine for universal use with a range of headers with which it can be attached [1]. Grass pickup, corn rotary header, whole-crop header, and corn picker for earl age are the most common four headers for a SPFH. The headers pick up the crop and convey it to the chopping unit that is formed by four elements: feeder, drum, corn cracker, and discharge accelerator [2]. During the periods in which corn is not chopped, the corn cracker is removed from the chopping unit [3]. The feeder has four or six feed rollers, with a transmission that allows settings for different cutting lengths [4]. A metal detection system is placed in the feed rollers and, in some models, a stone detector. The drum or cutting cylinder chops the forage with the combined action of knives and a shear bar. These cutter heads mount from 20 to 64 knives, with diameters from 630 to 720 mm, and a width of 630 to 850 mm. There are two main options for arranging the knives in the cutting cylinder: in a V-shape or chevron-style, or the multi-knife cylinder. It is essential to keep the knives on the forager chopping drum sharp, and to adjust the counter blade appropriately. Manufacturers include automatic sharpening systems and sensors for adjusting the gap between knives and shear bar. One of the last innovations is to measure the gap with an inductive method and two special sensors instead of the help of vibration sensors (Fig. 2).



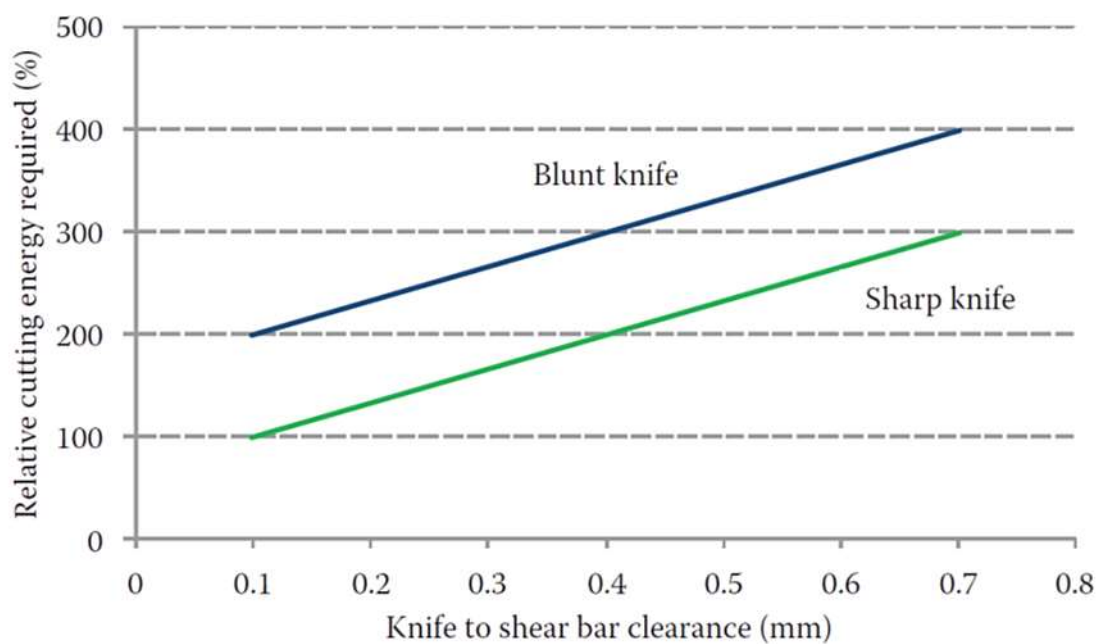


Figure 2 – Effect of knife sharpness and clearance from the shear bar on energy requirements for self- propelled forage harvesters

Resistive or near infrared (NIR) moisture sensing systems provide the operator with a real-time and an average moisture reading on the cab monitor. This moisture reading can be used for automatically calibrating the chop length and for the precise application of additives, improving the silage packing. The near-infrared technology sensor mounted in the spout of some SPFH brands also measures crop constituents in real-time. Acid detergent fiber, neutral density fiber, starch, protein, and sugar readings are possible in alfalfa, barley, corn earlage, grass, maize, wheat, and whole crop (Fig. 3).



Claas  
Deere

New Holland

Krone

John

Figure 3 – Sensors for measuring crop moisture and crop constituents in spout of SPFH

Hydrostatic transmission is the type of ground drive in the SPFH with field speeds of up to 25 km.h<sup>-1</sup> and road speeds of up to 40 km.h<sup>-1</sup>. Tire pressure adjustment of the front tires from the cab is offered in some brands. It allows reduction of the tire pressure from 2.0 bar to 1.2 bar, increase in traction, and to decrease fuel consumption during field work. Guidance systems are available for operating with a self-propelled forage harvester. GPS guidance systems are at present widely used in agricultural machines. Automatic steering with GPS reduces the stress on the operator significantly, and enables the working width to be used effectively. When harvesting grass with the pickup header, systems with 3D cameras detect the swath as a three-dimensional image. Correction signals are transmitted to the steering mechanism in the event of deviations in the swath shape or direction. The steering axle then responds to these steering commands. In corn headers, mechanical touch sensors can be mounted for sensing row position. The signals generated by these sensors are translated into corrective steering impulses. Hydrostatic transmission is the type of ground drive in the SPFH with field speeds of up to 25 km.h<sup>-1</sup> and road speeds of up to 40 km.h<sup>-1</sup>. Tire pressure adjustment of the front tires from the cab is offered in some brands. It allows reduction of the tire pressure from 2.0 bar to 1.2 bar, increase in traction, and to decrease fuel consumption during field work.

Guidance systems are available for operating with a self-propelled forage harvester. GPS guidance systems are at present widely used in agricultural machines. Automatic steering with GPS reduces the stress on the operator significantly, and enables the working width to be used effectively. When harvesting grass with the pickup header, systems with 3D cameras detect the swath as a three-dimensional image. Correction signals are transmitted to the steering mechanism in the event of deviations in the swath shape or direction. The steering axle then responds to these steering commands. In corn headers, mechanical touch sensors can be mounted for sensing row position. The signals generated by these sensors are translated into corrective steering impulses.

## REFERENCES

1. Nazarenko, I., Dedov, O., Bernyk, I., Rogovskii, I., Bondarenko, A., Zapryvoda, A. & Titova, L. (2020). Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7–108): 71–79.
2. Nazarenko, I., Mishchuk, Y., Mishchuk, D., Ruchynskiy, M., Rogovskii, I., Mikhailova, L., Titova, L., Berezovyi, M. & Shatrov, R. (2021).

Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(7(112)): 41–49.

3. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Gumenyuk, Yu. O. & Nadtochiy, O. V. (2021). Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839: 052055.

4. Rogovskii, I., Titova, L., Novitskii, A. & Rebenko, V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*, 18: 291–298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.



УДК 631.363

## ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ КОМБІКОРМУ

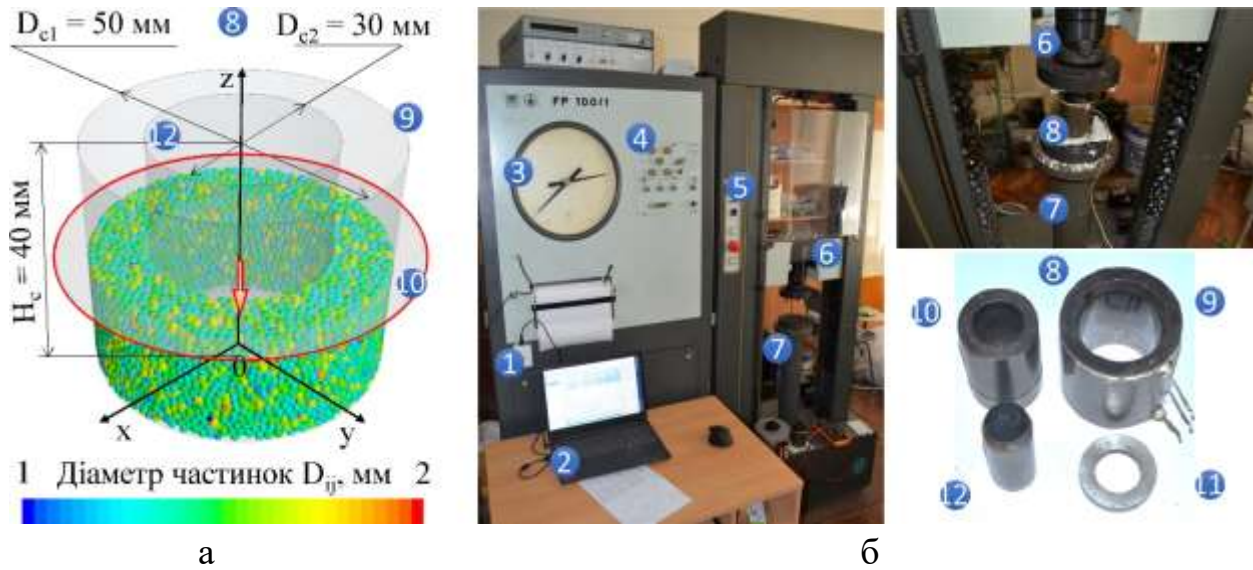
**Алієв Е. Б.**, д.т.н., старш. дослідн., *aliev@meta.ua*,

**Лінко М. О.**, аспірант

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Дослідження процесу пресування комбікорму проводили в два етапи: чисельне моделювання в програмному пакеті Simcenter STAR-CCM+ [1, 2] (рис. 1, а) і лабораторні дослідження з використанням випробувальної машини Heckert FP-100/1 з додатковим обладнанням (рис. 1, б).

В ході чисельного моделювання встановлені залежності у вигляді рівнянь регресії зміни площі петлі пружного гістерезису  $S_{\Delta P}^T(D_{\mu}, E_p, \mu_p, W_p)$ , коефіцієнта механічних втрат  $\Psi^T(D_{\mu}, E_p, \mu_p, W_p)$ , висоти отриманого експандату  $h_a^T(D_{\mu}, E_p, \mu_p, W_p)$  від середнього діаметра частинок суміші  $D_{\mu}$ , модуля пружності Юнга  $E_p$ , коефіцієнта Пуассона  $\mu_p$  і роботи когезії на одиницю площі  $W_p$ .



1 – аналогово-цифровий перетворювач NI USB-6008; 2 – ПЕОМ;  
 3 – силовімірник; 4 – панель налаштувань FP-100/1; 5 – панель керування FP-100/1; 6 – рухома траверса; 7 – нерухома траверса; 8 – прес-форма з досліджуванним зразком; 9 – матриця; 10 – пуансон верхній; 11 – пуансон нижній; 12 – знак

Рисунок 1 – Схема чисельного моделювання (а) та загальний вигляд (б) випробувальної машини Heckert FP-100/1 з додатковим обладнанням

В свою чергу результати лабораторних досліджень дали змогу визначити рівняння регресії зміни  $S_{\Delta P}^E(W, T, D_\mu)$ ,  $\Psi^E(W, T, D_\mu)$ ,  $h_a^E(W, T, D_\mu)$  від вологості комбікорму  $W$ , його температури  $T$  та середнього діаметра частинок подрібнених компонентів  $D_\mu$ .

Прирівнюючи зазначені залежності отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} S_{\Delta P}^E(W, T, D_\mu) = S_{\Delta P}^T(D_\mu, E_p, \mu_p, W_p); \\ \Psi^E(W, T, D_\mu) = \Psi^T(D_\mu, E_p, \mu_p, W_p); \\ h_a^E(W, T, D_\mu) = h_a^T(D_\mu, E_p, \mu_p, W_p). \end{cases} \quad (1)$$

Приведену систему рівнянь вирішено в Wolfram Cloud шляхом складання відповідної програми, алгоритм якої передбачає виконання наступних етапів: завдання рівнянь регресії у вигляді функції декількох змінних; завдання технологічних параметрів  $W$ ,  $T$ ,  $D_\mu$  з використанням функції динамічних спайдерів; візуалізація функції перетину системи

рівнянь (1) у вигляді тривимірного графіку (рис. 2); вирішення системи рівнянь (1) з використанням функції чисельного обчислення NSolve; побудова графіків залежностей  $S_{\Delta P}^E(D_\mu)$  і  $S_{\Delta P}^T(D_\mu)$ ,  $\Psi^E(D_\mu)$  і  $\Psi^T(D_\mu)$ ,  $h_a^E(D_\mu)$  і  $h_a^T(D_\mu)$  для порівняння результатів теоретичних і експериментальних залежностей.

Для прикладу розглянемо деякі зв'язки технологічних параметрів із фізико-механічними властивостями суміші комбікормів:

–  $D_\mu = 1,5$  мм,  $W = 20$  %,  $T = 110$  °С →  $E_p = 18,3$  МПа,  $\mu_p = 0,28$ ,  $W_p = 0,35$  Н/м →  $S_{\Delta P} = 0,802$  МПа,  $\Psi = 1,532$ ,  $h_a = 14,5$  мм;

–  $D_\mu = 0,5$  мм,  $W = 10$  %,  $T = 80$  °С →  $E_p = 10,8$  МПа,  $\mu_p = 0,366$ ,  $W_p = 0,21$  Н/м →  $S_{\Delta P} = 1,733$  МПа,  $\Psi = 1,15$ ,  $h_a = 17,2$  мм;

–  $D_\mu = 2,5$  мм,  $W = 30$  %,  $T = 140$  °С →  $E_p = 16,4$  МПа,  $\mu_p = 0,20$ ,  $W_p = 0,31$  Н/м →  $S_{\Delta P} = 0,274$  МПа,  $\Psi = 1,675$ ,  $h_a = 15,8$  мм.

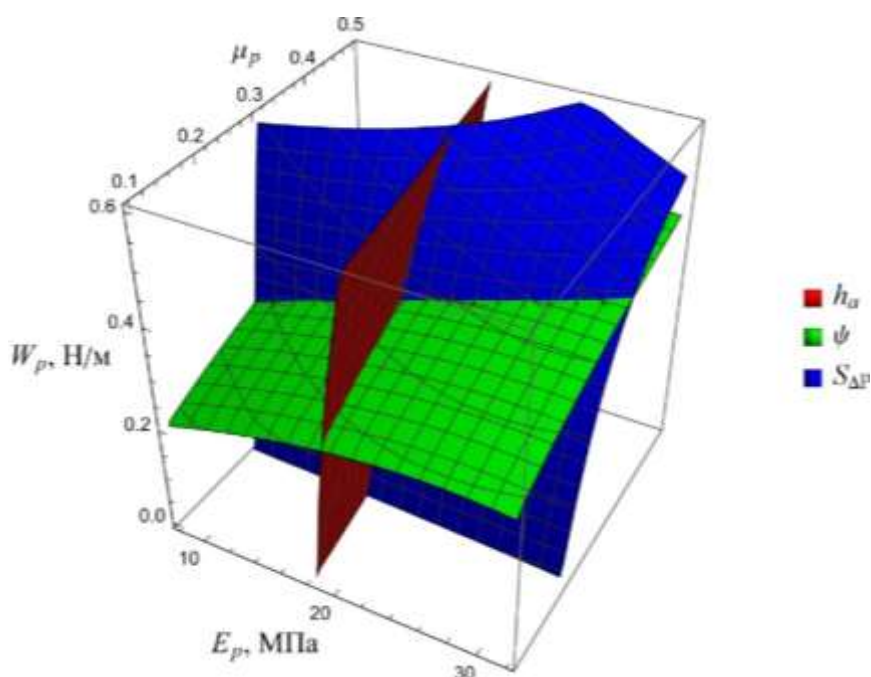


Рисунок 2 – Візуалізація функції перетину системи рівнянь (1) при  $D_\mu = 0,5$  мм,  $W = 20,7$  %,  $T = 137,0$  °С

Порівняння залежностей  $S_{\Delta P}^E(D_\mu)$  і  $S_{\Delta P}^T(D_\mu)$ ,  $\Psi^E(D_\mu)$  і  $\Psi^T(D_\mu)$ ,  $h_a^E(D_\mu)$  і  $h_a^T(D_\mu)$  проведемо при умові раціональних технологічних параметрів і встановлені достатньо високий коефіцієнт кореляції Пірсона (0,94–0,99).



## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Aliiev, E., Dudin, V., Linko, M. (2022). Physico-mathematical apparatus for numerical modelling of feed expander. *Machinery & Energetics*, 13(3): 9–16. DOI: 10.31548/machenergy.13(3).2022.9-16.

2. Алієв, Е. Б., Лінко, М. О., Алієва, О. Ю. (2022) Симуляція процесу експандованого приготування кормів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, 5(36), II: 176–185. DOI: 10.32515/2664-262X.2022.5(36).2.176-185



УДК 637.115

## РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧОЇ ПЕРЕВІРКИ БЛОКУ КЕРУВАННЯ АДАПТИВНОЮ ДОЇЛЬНОЮ АПАРАТУРОЮ

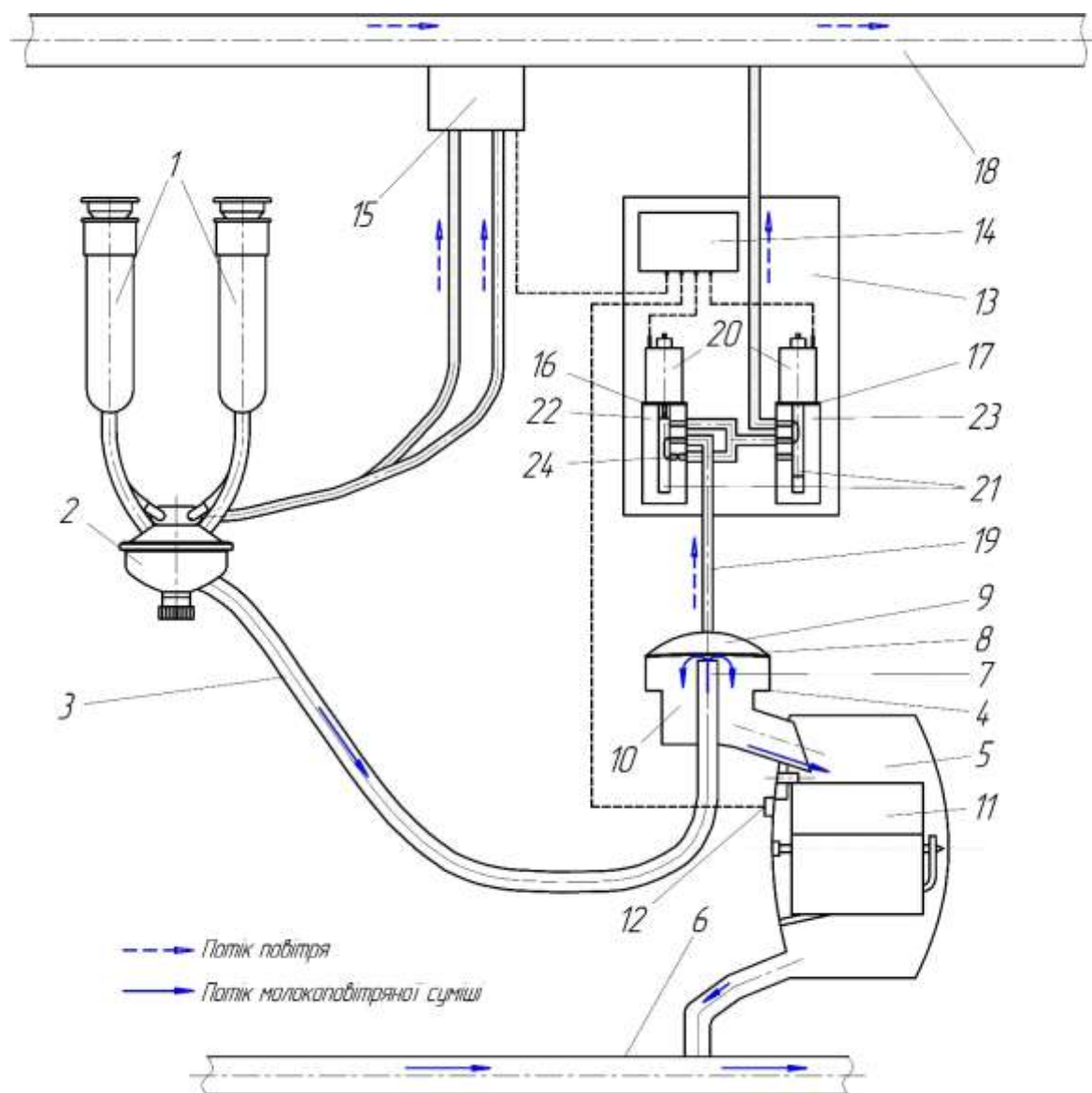
**Афанасьєв І. А.**, науковий співробітник, *i.afanasiev1993@gmail.com*,  
ORCID iD 0000-0003-2995-1072

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

Запорукою ефективного та безпечного процесу доїння є забезпечення стабільного вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора. Що дозволить зменшити травмування вим'я та створить сприятливі умови для використання повного потенціалу тварини.

Для адекватного управління режимом роботи адаптивним доїльним апаратом необхідне оперативне та точне визначення інтенсивності молоковидедення. На сьогодні вітчизняні автоматизовані установки для доїння корів в залах комплектуються порційними лічильниками вагового типу, яким властива значна похибка вимірювання підчас високої інтенсивності молоковидедення, що може спричиняти невідповідність режиму роботи доїльної апаратури та фактичної інтенсивності молоковидедення, особливо підчас високої інтенсивності молоковидедення.

Тому нами розроблено експериментальний блок керування адаптивної доїльної апаратури на базі порційного лічильника вагового типу (рис. 1). та перевірено його роботу здатність в виробничих умовах. Дослідження проводилися на молочнотоварній фермі ДПДГ «Оленівське».



1 – доїльні стакани; 2 – колектор; 3 – молокопровідний шланг; 4 – регулюючий клапана; 5 – порційний лічильник молока; 6 – молокопровід; 7 – патрубок підводу молока; 8 – мембрана; 9 – камера управління; 10 – камера постійного тиску; 11 – лоток; 12 – лічильний пристрій; 13 – блок управління; 14 – плата управління; 15 – пульсатор; 16 – клапан переключення вакууму; 17 - клапан включення вакууму; 18 – вакуум-провід; 19 – вакуум-провідний шланг; 20 – соленоїди (механізми керування); 21 – повзунки; 22 – корпус клапана переключення вакууму; 23 – корпус клапана включення вакууму; 24 – калібрований дросельний отвір

Рисунок 1 – Конструкційно-технологічна схема адаптивної доїльної апаратури з керованим робочим тиском

При обробці попередніх результатів лабораторних досліджень було отримано рівняння регресії для визначення ваги порції та інтенсивності молоковидедення при перекиданні лотка, які покладено за основу при розробці експериментального блоку керування для адаптивної зміни режиму роботи доїльного апарата (рис. 2).



Рисунок 2 - Загальний вигляд доїльного апарата з експериментальним блоком керування для адаптивної зміни режиму роботи

Програма виробничої перевірки передбачала запис дійсної ваги молока та даних з контролера удосконаленого блоку керування адаптивного доїльного апарата, результати вимірювань дано в таблиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати виробничої перевірки показників порційного лічильника молока вагового типу

№ п/п	Кількість видоєного молока, г	Кількість видоєного молока (по лічильнику), г	Похибка, %
1	10819	11395	-5.3233
2	9291	9891	-6.4534
3	12940	12299	4.9522
4	11460	12295	-7.2864
5	8058	7772	3.5458

З результатів виробничої перевірки показників порційного лічильника молока вагового типу визначено, що максимальна похибка при визначенні кількості видоєного молока зменшилась з 12 % до 7,3 %.





УДК 631.363.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОБІЛЬНОГО ПОДРІБНЮВАЧА-РОЗДАВАЧА СТЕБЛОВИХ КОРМІВ

**Бабин І. А.**, к.т.н., доцент, *Ihorbabyn@gmail.com*

*Вінницький національний аграрний університет*

Однією з головних умов сталого розвитку тваринництва в Україні є корінна модернізація матеріально-технічної бази галузі на основі використання вискоєфективних систем машин і комплектів технологічного устаткування. Зокрема проблемним є забезпечення сільського господарства універсальними засобами для приготування кормів на фермах і комплексах. Одним з найбільш важливих процесів приготування кормів є їх подрібнення і роздача в годівниці [1].

Подрібнення стеблових кормів раціонально здійснювати за один пропуск протягом нетривалого часу, тому найбільш придатними для цього є подрібнювачі відкритого типу. Один з напрямів наукових розробок цього процесу пов'язаний зі створенням спеціальних універсальних машин для обробки і роздачі рулонованих кормів, а саме, мобільних подрібнювачів-роздавачів.

Результати аналізу роботи мобільних подрібнювачів-роздавачів доводять, що вони повинні забезпечувати завантаження рулонованих кормів в місцях складування, транспортування, подрібнення, а також дозовану їх видачу в зоні згодовування.

За умови задовільної якості готового продукту, ефективність роботи подрібнювача можна збільшити за рахунок зниження енергоємності процесу подрібнення. З енергетичної точки зору найбільш вигідною технологічною схемою подрібнювача стеблових кормів слід визнати ту, яка складається з мінімально необхідних складових: подача початкового матеріалу, подрібнення та відведення готового продукту [2].

В цьому випадку подрібнювач може складатися з живильного пристрою і подрібнюючого апарату без пристрою відведення, а готовий продукт може відводитися/викидатися за рахунок сил інерції отриманих від подрібнюючих робочих органів.

В запропонованій моделі функціонування подрібнювача (рис. 1) вхідними параметрами прийняті змінні, що визначають умови його роботи:

подача стеблового корму  $Q_n(t)$ , яку за необхідності можна виміряти та вологість стеблового корму  $W(t)$ , яка є некерованим чинником і контролюється при проведенні дослідів. Вихідними змінними є: потік подрібненої маси (пропускна спроможність)  $Q(t)$ , середня довжина різки  $l_{cp}(t)$  і питомі енерговитрати  $E(t)$ .

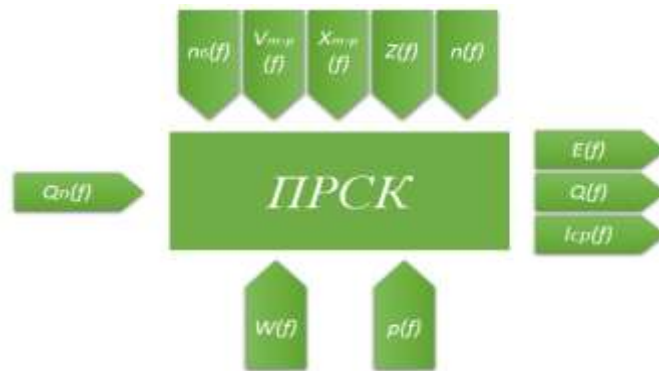


Рисунок 1 – Узагальнена модель функціонування подрібнювача-роздавача стеблових кормів

На вихідні параметри впливають конструктивно-технологічні параметри, що характеризують положення робочих органів: колова швидкість молоткового ротора  $V_{m-p}(t)$ ; частота обертання бункера  $n_b(t)$ ; кут нахилу подрібнюючого ротора  $X_{m-p}(t)$  відносно вертикальної осі; кількість молотків на осі підвісу  $z(t)$  та число осей підвісу  $n(t)$ .

Взаємодія молоткового робочого органу зі стебловим матеріалом в процесі його руйнування характеризується надзвичайно складними явищами. Завдяки поєднанню теорії з експериментом, можливий підхід до розуміння справжньої фізичної картини цього процесу, зокрема який можна представити схемою яка складається з двох тіл: 1 - ротор з молотковим робочим органом та 2 - стебло з приєднаною масою (рис. 2).

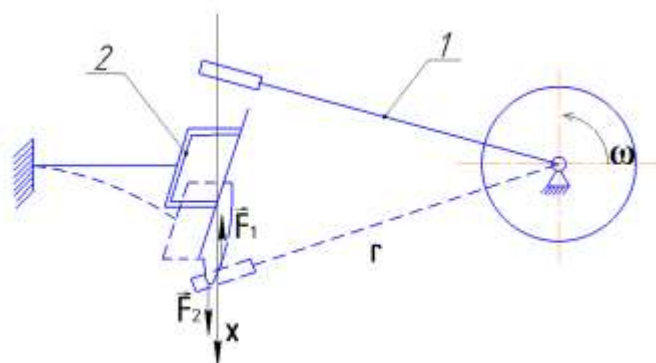


Рисунок 2 – Схема взаємодії робочого органу із стеблом

Стебло з приєднаною масою можна розглянути, як пружну систему, представлену консольною балкою.

Метою досліджень передбачалось встановлення впливу основних конструктивно-технологічних параметрів роторного подрібнювача на енергетичні і якісні показники його роботи.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Шленський О.Б., Грицун О.А., Грицун А.В. Тенденції використання мобільних подрібнювачів-роздавачів стеблових кормів органами. *Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2013. Вип. 12(75). С.48-56.

2. Грицун А.В., Бабин І.А., Грицун О.А. Деякі результати досліджень мобільного подрібнювача-роздавача стеблових кормів. *Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. Вип. 3(92). С.17- 19

3. Грицун А.В., Грицун О.А., Бабин І.А. Дослідження процесу руйнування стеблових матеріалів молотковими робочими органами. *Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. Вип. 2(90). С.10-14.



УДК 631.363

## КОНСТРУКЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЖИВИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПЛЮЩИЛОК ЗЕРНА

**Білецький В.Р.** к.т.н., доцент, *ttctc-pny@online.ua*, **Гірш А.Ф.** студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для того, щоб забезпечити ефективне функціонування плющилки, необхідний пристрій, а саме живильник, який дає змогу забезпечити технологічний процес одержання плющеного корму завдяки безперервному та рівномірному поданню матеріалу в робочу зону плющилки і запобігає завалюванню дозувального вікна.

Живильники характеризуються великою різноманітністю типів, які обирають у кожному окремому випадку залежно від виду і властивості вантажу, необхідної продуктивності та місцевих умов.

На підставі огляду наукових і патентних літературних джерел нами було проведено аналіз основних типів живильних пристроїв і складено класифікацію живильних пристроїв, наведену на рис. 1.

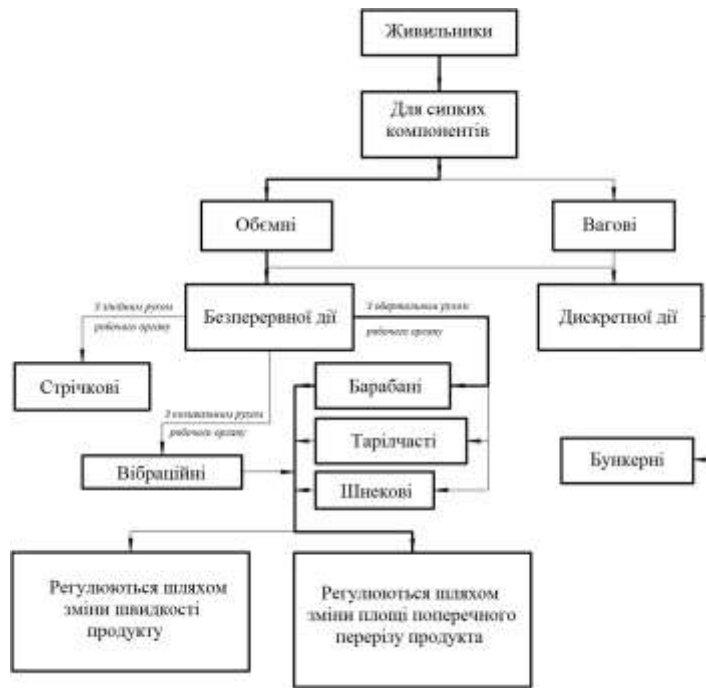


Рисунок 1 – Класифікація живильників

У подальшому аналізі розглядаються живильники тільки безперервної дії, у зв'язку з тим, що вони забезпечать технологічно необхідну швидкість уведення матеріалу в робочу зону плющилки та високу пропускну здатність.

Характеристика окремих видів живильників наведена нижче:

1. Стрічкові живильники (рис. 2) можуть бути з розташованим робочим органом (стрічкою): горизонтальними або похилими. Роликові опори стрічкових живильників розташовуються на близькій відстані одна від одної, за малої довжини роликкоопори відсутні повністю. Вони мають нерухомі борти вздовж робочого органу і малу швидкість стрічки (0,1...1 м/с). Стрічкові живильники застосовують головним чином під час переміщення зернистих, дрібно- і середньокускових вантажів. Регулювання продуктивності досягається за допомогою переставної засувки або зміною швидкості стрічки. До переваг стрічкових живильників належать надійність, невелика маса і широкий діапазон пропускну здатності.

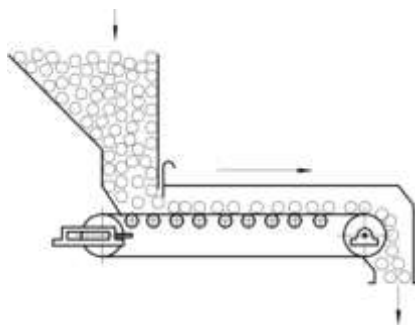


Рисунок 2 – Живильник стрічкового типу

2. Гвинтові живильники (рис. 3) мають повностінний гвинт, змонтований на двох підшипниках, що обертається в закритому жолобі або трубі. Для полегшення руху вантажу гвинт виконують із малим кроком, а іноді - двозахідним. Гвинтові живильники використовують для транспортування пилоподібних, зернистих, а також дрібнокускових насипних вантажів.

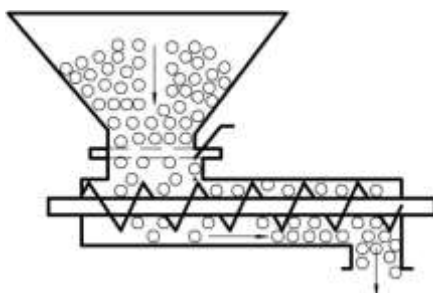


Рисунок 3 – Гвинтовий живильник

3. Коливальні живильники (рис. 4), являють собою горизонтальний або похилий (з нахилом донизу) лоток з рухомими або нерухомими бортами, що спирається на стаціонарні роликові або каткові опори, або підвішений на тягах, і здійснює від кривошипно-шатунного механізму зворотно-поступальний рух. При прямому ході лотка шар вантажу, що лежить на ньому, захоплюється в бік руху тертям. При цьому з бункера в вільний простір, що утворився під отвором, надходить деяка кількість вантажу, заповнюючи його. Під час зворотного ходу, внаслідок підпору, утвореного задньою нерухомою стінкою отвору бункера, вантаж не рухається назад і тому частково зсипається через передню грань лотка.

Пропускна здатність живильників, що гойдаються, регулюється перестановкою засувки і зміною ходу лотка. Живильники, що хитаються, застосовують для транспортування рядових і сортованих вантажів зі шматками малих, середніх і великих розмірів і за широкого діапазону

пропускної спроможності, проте їх не можна використовувати для вантажів, що налипають. До переваг живильників належить простота і міцність конструкції.

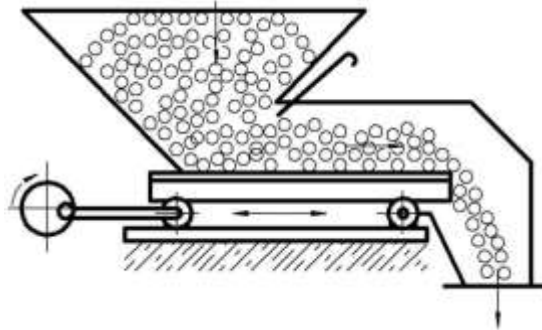


Рисунок 4 – Коливальний живильник

4. Дискові або тарілчасті живильники (рис. 5) складаються з круглого столу-диска, що обертається навколо вертикальної осі, над яким укріплено телескопічний циліндричний патрубок, який не доходить до його поверхні та розміщений під круглим випускним отвором бункера, і нерухомого косоного скребка, що скидає частину вантажу, який лежить на диску. Пропускна здатність живильника регулюють перестановкою патрубку і скребка. Живильники цього типу застосовують під час переміщення пилоподібних, зернистих і дрібнокускових добре сипучих вантажів.

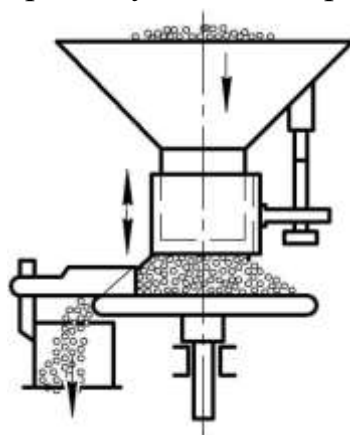


Рисунок 5 – Дисковий або тарілчастий живильник

5. Барабанні живильники (рис. 6) мають найпростішу конструкцію. Їх застосовують із гладкою поверхнею барабана для добре сипких зернистих і дрібнокускових вантажів і з ребристою поверхнею барабана - для крупнокускових вантажів. Пропускна здатність живильників пропорційна перерізу шару вантажу та окружній швидкості барабана.

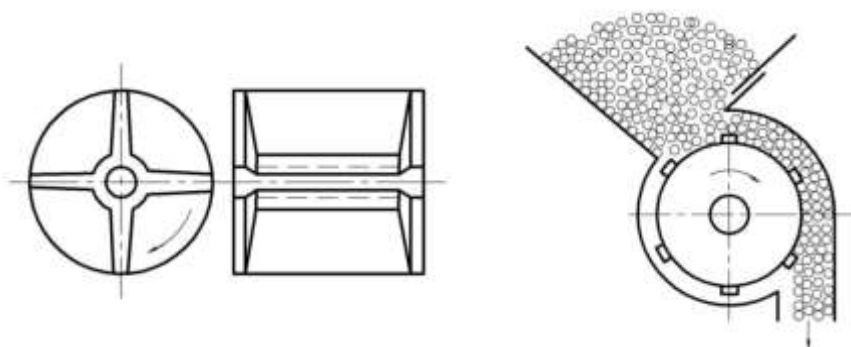


Рисунок 6 – Барабанний живильник

При виборі та розробці живильної пристрої повинні відповідати таким вимогам:

- здійснювати безперервну й рівномірну подачу матеріалу;
- забезпечувати необхідну пропускну здатність матеріалу до робочих органів плющилки зерна;
- здійснювати подачу матеріалу до робочих органів плющилки зерна з технологічно необхідною швидкістю.

Живильники з лінійним рухом робочого органа набули широкого поширення в сільськогосподарському виробництві для транспортування вологих, крупнокускових і сипучих вантажів. Живильники такого типу не можуть бути використані в подачі зернистого матеріалу до робочих органів плющилки, оскільки не можуть забезпечити технологічно необхідну швидкість введення матеріалу в робочу зону плющилки зерна.

Живильні пристрої безперервної дії з коливальним рухом так само малоприйнятні для технологічно необхідної швидкості введення в робочу зону плющилки.

Таким чином, найдоцільнішим є застосування живильного пристрою з обертальним рухом робочого органа, що забезпечуватиме необхідну швидкість введення та рівномірність подачі матеріалу в робочу зону плющилки.



УДК 631.33.024

## ХАРАКТЕРИСТИКА СІВАЛОК ПРЯМОГО ПОСІВУ

**Білецький В.Р.** к.т.н., доцент, *info@animal-conf.inf.ua*,

**Краузе Д.К.** студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Технологія прямого посіву зернових культур знаходить дедалі ширше застосування порівняно з традиційною. Пряма сівба - це сівба по стерні попередника без заходів із передпосівного обробітку ґрунту. Численними дослідженнями доведено позитивний вплив технології прямої сівби на структурно-агрегатний склад ґрунту, водоміцність і щільність ґрунту, накопичення продуктивної вологи, потенційну і фактичну забур'яненість ґрунту, урожайність вирощуваних культур.

Технологія прямого посіву ґрунтується на засадах ґрунтозахисного землеробства, покликаною захистити ґрунт від ерозій і переущільнення. У зв'язку з цим до посівних машин для прямого посіву, крім вимог до традиційних посівних машин, додатково висувуються вимоги щодо мінімального розпушування та перемішування ґрунту, збереження стерні, полову та інших рослинних залишків. На рис. 1 відображено одну з найпоширеніших вітчизняних стерньових сівалок – СЗС-2,8.

Вона призначена для посіву зернових культур і внесення в ґрунт мінеральних добрив з одночасним підрізуванням стерні та бур'янів і коткуванням ґрунту.

Однопосівний агрегат комплектується з тракторами класу тяги 1,4; двопосівний – класу 3; трипосівний – класу 4; чотирьохпосівний – класу 5.

Сівалка СКП-2,1 використовується для смугового посіву зернових культур, з одночасною культивацією, внесенням мінеральних добрив і коткуванням ґрунту.

Сівалка СКП-2,1 може входити в широкозахватні багатомодульні посівні комплекси (рис. 2).

За один прохід висівний комплекс виконує розпушування ґрунту зі створенням ущільненого насінневого ложа для насіння та дрібногрудкуватого мульчувального наднасінневого шару ґрунту рівномірної товщини; підрізання бур'янів і винесення їх на поверхню поля, унеможливаючи приживлюваність; розкидний підґрунтовий посів.





Рисунок 1 – Сівалка зернова стерньова СЗС-2,8



Рисунок 2 – Широкозахватний посівний комплекс тримодульний  
(із сівалок-культиваторів СКП-2,1)

Сівалка прямого посіву "Берегиня" АП-322 (рис. 3) та її модифікації призначені для прямого посіву зернових культур. Дводисковий сошник сівалки має конструкцію зі зміщенням дисків відносно один одного, що дає змогу подрібнювати великий шар рослинних решток. Передсошникові ріжучі диски сошника мають можливість самозагострюватися. Контроль глибини загортання насіння здійснюється знімними ребордами на 2,5; 4 і 6 см. Прикочувальне колесо може використовуватися для контролю глибини посіву в діапазоні 2...9 см.

На відміну від сівалки АП-322, зернова механічна сівалка ДОН-114 оснащена хвостовиком-пакувальником, який притискає висіяне насіння до ґрунту, забезпечуючи добрий контакт із ґрунтом. Така конструкція замінює вдавлювальні котки, виключаючи їхній недолік викидати насіння з борозни за високої вологості ґрунту.



Рисунок 3 – Сівалка прямого посіву АП-322

Ґрунтообробні комбіновані агрегати АКП-4 і АКП-7,4 містять у собі важкий культиватор, який оснащений лапами і котками. Агрегати призначені для безполицевого, передпосівного обробітку ґрунту, а також обробітку парів. Лапи культиватора підрізають бур'яни та розпушують поверхню поля. Котки вичісують підрізані бур'яни, подрібнюють грудки, вирівнюють поверхню поля. При цьому створюють на поверхні шар із мульчі та ущільнене ложе для насіння по ньому.

Посівні агрегати фірми GP 1000, фірми Case і Marliss, Monsanto відрізняються тим, що використовують батареї дискових ножів на індивідуальній підвісці із запобіжною пружиною.

Усі розглянуті сівалки здебільшого забезпечують дотримання агротехнічних вимог до сівби по стерньовому фону, проте вони не мають високої продуктивності через малу ширину захвату та високу енергоємність процесу сівби одночасно з обробітком ґрунту. Зі збільшенням ширини захвату виникає потреба в потужніших енергетичних засобах.



## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЕВОГО ЗЕРНА

<sup>1</sup>Білецький В.Р. к.т.н., доцент, <sup>1</sup>Семенчук П.В. студент,  
<sup>2</sup>Хоменко С.М. к.т.н.

<sup>1</sup>Поліський національний університет, м Житомир

<sup>2</sup>Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Для зберігання насінневого зерна використовують два основні способи: зберігання в тарі (в мішках) і насипом.

Тарний спосіб зберігання зерна застосовується тільки під час зберігання елітного насіння і насіння першої репродукції. Зберігають також у тарі насіння, що має тендітну оболонку або легко розтріскується (арахіс, суха квасоля тощо).

Основним видом тари для зерна є мішки, виготовлені з лляної, напівлляної, льон-джутової, льон-джутокенафної та пенькоджутової тканини. Вид тканини, використовуваної для пошиття мішка, визначає міцність мішка. Мішки можуть бути звичайної міцності без кольорової смуги або з підвищеною міцністю з однією або кількома кольоровими смужками.

Для затарювання і зашивання мішків застосовуються комплекс затарювання мішків КЗМ - 1. На кожен затарений і зашитий мішок із насінням кріпиться спеціальний ярлик із зазначенням категорії насіння.

Мішки укладають на піддони висотою 12 – 15 см штабелями. Для цього на піддон кладуть по три мішки в кожен ряд штабеля, під час укладання до двох паралельно покладених мішків перпендикулярно кладуть третій, у наступному ряду мішки розміщують у зворотному порядку, отримуючи надійну "зв'язку" мішків.

Усі мішки під час формування штабеля укладають всередину зашитою стороною, між штабелями залишають проходи 1 - 2 метри для контролю за зберіганням і за потреби перекладання мішків.

Між штабелями і стінками зерносховища залишають прохід не менше 0,75 м. Раціональна висота штабеля для зернових і зернобобових культур становить 6-8 мішків, але за нестачі площ для зберігання зерна допускається висота штабеля до 20 мішків, рис. 1.



Рисунок 1 – Тарний спосіб зберігання зерна

Тара з лляної, напівлляної, льоноджутової, льоноджутокенафної та пенькоджутової тканини має гарну гігроскопічність, що призводить до зміни вологості зерна, яке зберігається. Влітку і восени насіння підсихає, а взимку і навесні істотно підвищує свою вологість. Інтервал коливань вологості зерна може досягати до 2,5-3 %, що доводить вологість насіння, яке зберігається, в окремі періоди до 16...16,5 % .

Останнім часом для зберігання зерна стали використовувати паперові та поліетиленові мішки. Перевагою паперових мішків є їхня відносна дешевизна, поліетиленових - відсутність гігроскопічності.

Ефективне зберігання насіння в поліетиленовому пакуванні, яке обмежує доступ вологи до насіння і тим самим знижує інтенсивність дихання насіння, може бути, якщо насіння в поліетиленові мішки закладали абсолютно сухим (початкова вологість 9-10 %). При сезонному зберіганні насіння, що закладається з вологістю близькою до критичної, достатньо паперової упаковки.

Загалом недоліками тарного способу зберігання зерна є його висока собівартість, викликана трудомісткістю робіт, додатковими витратами на тару та придбання комплексів для затарювання мішків, велика частка ручної праці, що виконується під час робіт із формування штабелів і перекладання мішків.

Основним способом зберігання насіннєвого і фуражного зерна, в даний час, є зберігання зерна насипом, яке в свою чергу підрозділяється на підлогове і силосне.

Залежно від цільового призначення і стану зерна встановлюється висота насипання зернової маси. З максимально можливою висотою насипу зберігають продовольче і фуражне зерно, що має докритичну вологість, пройшло післязбиральне дозрівання і очищене від домішок.

Для партій такого зерна висота насипу може бути обмежена тільки висотою і міцністю самого зерносховища.

Партії насінневого зерна для збереження життєздатності насіння зберігають у зерносховищах за висоти насипу від 1 до 3 метрів.

Аналіз літературних джерел показав, що зниження висоти насипу насінневого зерна зумовлено специфікою вентилявання зернової маси.

Перевагами способу зберігання насінневого зерна насипом є:

- більш повне використання площі та об'єму зерносховища;
- можливість використовувати засоби механізації для переміщення зернової маси;
- зручність проведення контролю за збереженням зерна, за всіма прийнятими напрямками;
- можливість боротьби зі шкідниками зернових продуктів.

До недоліків цього способу слід віднести значні витрати на будівництво та утримання (підготовку до приймання врожаю) зерносховища.

До недоліків цього способу слід віднести значні витрати на будівництво та утримання (підготовку до приймання врожаю) зерносховища.

Усі зерносховища можна поділити на зерносклади та елеватори. Зерносклади – це споруди з горизонтальними або похилими підлогами, призначені для зберігання зерна насипом по всій площі складу.

Зернові склади класифікують залежно від способу розміщення зерна, ступеня механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, терміну зберігання зерна та виду будівельного матеріалу. Найпоширеніша форма - прямокутник.

Сучасні зерносклади (рис. 2) характеризуються використанням таких технологічних прийомів:

- механізацією транспортних і навантажувально-розвантажувальних робіт;
- контролем температури й вологості зерна;
- регулюванням температури й вологості зерна, що зберігається, шляхом вентилявання повітрям;



- додатковою обробкою зерна перед і в процесі зберігання з метою підтримання його якості (очищення, сушіння, охолодження, дезінсекція тощо).



1 – вентиляційні установки; 2 – датчики контролю температури зерна

Рисунок 2 – Зберігання зерна в зерноскладі насипом

Зерносклади будь-якого типу зазвичай будують неопалюваними, без горючих покриттів.

Залежно від способів зберігання зерна зерносклади, що споруджуються в сільськогосподарських підприємствах і хлібоприймальних пунктах, поділяються на такі типи:

- закромні, де зерно зберігають в окремих ємностях - закромах (відсіках);
- підлогові, де зерно зберігають насипом на горизонтальній або похилій підлозі, а насіннєве зерно - у тарі на горизонтальній підлозі;
- комбіновані, в яких зерно зберігають насипом на підлозі та в окремих засіках;
- бункерні, в яких зерно зберігають в окремих бункерах або силосах.

Закромні зерносклади найбільш зручні для роздільного зберігання відносно невеликих партій зерна різної якості та призначення. Ці сховища насамперед придатні для сортового і насіннєвого зерна, яке повинно зберігатися невисоким шаром за сортами і категоріями в умовах, що виключають можливість змішування зерна, яке лежить поряд. Для утворення засіків зерносклад усередині розгороджують перегородками з чистих дощок на відділення, які і є найпростішими засіками. Усі засіки влаштовують однакової місткості, оскільки це дає змогу уніфікувати

розміри елементів і деталей для їх виготовлення. У разі потреби місткість кожного засіку може бути зменшена або збільшена шляхом встановлення додаткових перегородок або зняттям їх.

Місткість окремих закромів для зберігання насінневого зерна приймають не більше 25 т за гранично допустимої висоти завантаження зерна в них 3 м.

Закрома розташовують групами у 2...4 ряди з утворенням між ними поздовжніх проходів, призначених для завантаження і розвантаження зерна, а також поперечних проходів із безпосередніми виходами назовні. Ширину поздовжніх проходів приймають залежно від габаритів механізмів, призначених для переміщення і обробки зерна, але не менше 2 м.

У підлогових зерноскладах зерно засипають на підлогу. Висота насипу залежить від стану зерна і зазвичай не перевищує біля стін 2,5 м, а посередині зерноскладу – 5 м, і воно зазвичай застосовується для зберігання продовольчого і фуражного зерна.

Комбінований спосіб зберігання зазвичай застосовують, якщо потрібне роздільне зберігання невеликих партій зерна різних культур, призначень або в зерноскладі одночасно зберігається зерно з використанням різних способів зберігання (наприклад зберігання насипом і тарний спосіб зберігання).

Площу зерноскладу перегороджують пересувними щитами висотою 2,5 - 4 метри.

Закромні та підлогові зерносклади розраховуються на експлуатацію їх із застосуванням пересувних машин пересувних транспортерів, тракторних навантажувачів тощо. Зерно приймають і відпускають через розпашні ворота.

У період зберігання зернової маси в зерноскладі встановлюють причину псування або зниження якості зерна. Тому незважаючи на значні матеріальні витрати зерносклади ретельно готують до приймання нового врожаю.

Підготовку до приймання починають одразу після вивезення старої зернової маси.

Для запобігання потраплянню в зерносклад дощової води біля нього роблять вимощення або водостічні канали. Якщо відволожуються стіни, то їх зсередини обшивають дошками або панелями з ДСП на висоту передбачуваного насипу зерна. Між панелями і стіною влаштовують повітряний проміжок 20-40 мм, для природної вентиляції. Усі тріщини в

будівельних конструкціях закладають промасленою ганчіркою або цементують.

Після звільнення зернового складу від зерна інвентар, все обладнання та приміщення складу очищають від залишків зерна і сміття. Мішки та брезенти прогрівають у гарячій воді (70...90 °С), просушують і прибирають на зберігання в окреме приміщення. Після цього склади обробляють фосфорорганічними сполуками - карбофосом, хлорофосом тощо. Проводять заходи, спрямовані на знищення комах-шкідників хлібних злаків і гризунів, дезінсекцію та дезактивацію приміщення.

У сучасних умовах спосіб зберігання зерна в металевих ємностях (силосах) є найперспективнішим та економічно доцільним через низьку вартість зберігання та швидкість будівництва самого сховища. Так у США, Канаді, Франції та інших країнах у металевих ємностях зберігаються понад 70 % зерна, укладеного на довгострокове зберігання.

При цьому зерно добре очищається від домішок, воно повністю проходить процес післязбирального дозрівання і має вологість 13...14 %.

Вартість зберігання 1 тонни зерна в металевій ємності в 2...3 рази нижча, ніж зберігання в складах із залізобетонних конструкцій або цегли. При будівництві металевого сховища питома витрата сталі становить 10...18 кг на тонну зерна.



УДК 631.334

## ТУКОВИСІВНІ АПАРАТИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Бокоч В.В.**, студент, *karapuzio1999@gmail.com*  
*Сумський національний аграрний університет*

Зниження витрат при посівних кампаніях є одним із пріоритетних напрямків розвитку сільського господарства України в умовах ринкової економіки та глибокої інтеграції в глобальну систему всесвітньої продовольчої безпеки. Питання підвищення рентабельності зернових та олійних культур, які є основою експорту сільськогосподарської продукції України, стоїть дуже гостро в умовах військової інтервенції, що



відбувається в даний час.

Значне підвищення вартості експортування української сільськогосподарської продукції для кінцевого споживача спричинено знищенням обладнання для приймання, доведення до товарних кондицій, зберігання та відвантаження зернових та олійних культур під час військового вторгнення російської федерації. Знищення портової інфраструктури та блокування морських шляхів транспортування теж вимагає зміни логістики експорту, що в свою чергу призводить до підвищення собівартості та, як наслідок, до зниження конкурентоспроможності української сільськогосподарської продукції на світовому ринку.

Застосування туковисівних апаратів дозволяє комбінувати декілька технологічних операцій за один цикл, тим самим сприяючи оптимізації посівної компанії. Внесення добрив є важливою складовою технологічного процесу та має стратегічне значення в системі заходів по збереженню родючості сільськогосподарських угідь України. Туковисівні апарати застосовують для одночасного внесення мінеральних добрив та висівання насінневого матеріалу.

За принципом дії робочого органу туковисівні апарати поділяють на:

- ротаційно-виштовхувальні;
- вигрібаючої дії;
- самопливні апарати;
- апарати, що працюють за принципом фрезерування;
- апарати із вільним внесенням туків із бункера-живильника.

Ключовими параметрами роботи туковисівного апарату є точність дозування та рівномірність внесення мінеральних добрив. Так, при нерівномірному внесенні 80 кг/га активних речовин азотовмісних добрив з варіацією від 40 % до 60 % втрати врожаю озимої пшениці становлять 4,5–5 %, а при нерівномірності від 60 % до 80 % – 10–11 %.

Викладені дані спонукають до більш детального вивчення процесів, які відбуваються безпосередньо в робочому органі туковисівного апарату. Насамперед потребує більш ретельного дослідження пульсація, яка виникає при роботі шнекового туковисівного апарату.



УДК 631.363.636

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ

**Болтянський Б.В.**, к.т.н., *boris.boltianskyi@tsatu.edu.ua*,

**Болтянська Л.О.**, к.е.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Визначення доремонтних строків служби машин доцільно проводити методом математичної статистики. Для цього використовуються фактичні данні про наробіток цих машин, які отримані в господарствах Запорізької області та в спеціалізованих майстернях, де проводився їх ремонт. Данні про доремонтний наробіток групувались в варіаційні ряди за інтервалами. По кожному ряду визначалися параметри емпіричного розподілу [1-3].

В якості прикладу приводяться вихідні данні та послідовність розрахунків доремонтного ресурсу для подрібнювача соковитих кормів – кормороздавача КТУ-10А, як найбільш поширеного у тваринницьких господарствах області.

Нова випадкова величина визначається за формулою [4-5]

$$x'_i = \frac{x_i - x_o}{h}, \quad (1)$$

де  $h$  - величина інтервалу;

$x_o$  - умовна середня. Умовною середньою приймається величина, яка знаходиться в середині варіаційного ряду  $x_o = 18250$  т.

Визначаються початкові моменти [4-5]

$$a_1 = \bar{x}_1 = \frac{\sum m_i x'_i}{\sum m_i}; \quad (2)$$

$$a_1 = -1,341;$$

$$a_2 = \frac{\sum m_i (x'_i)^2}{\sum m_i}; \quad (3)$$

$$a_2 = 25,790;$$

$$a_3 = \frac{\sum m_i (x'_i)^3}{\sum m_i}; \quad (4)$$

$$a_3 = -40,093;$$

$$a_4 = \frac{\sum m_i (x'_i)^4}{\sum m_i}; \quad (5)$$

$$a_4 = 1735,426.$$

Визначаються центральні моменти [4-5]

$$m_2 = a_2 - a_1^2, \quad (6)$$

$$m_2 = 23,992;$$

$$m_3 = a_3 - 3a_1a_2 + 2a_1^3; \quad (7)$$

$$m_3 = 61,249;$$

$$m_4 = a_4 - 4a_1a_3 + 6a_1^2a_2 - 3a_1^4; \quad (8)$$

$$m_4 = 1788,894.$$

Середнє значення буде складати [4-5]

$$\bar{x} = x_0 + a_1h; \quad (9)$$

$$\bar{x} = 16238.$$

Визначається середньоквадратичне відхилення [4-5]

$$S = h\sqrt{a_2 - a_1^2}; \quad (10)$$

$$S = 7350.$$

Також далі визначаються наступні показники: коефіцієнт варіації, показник симетрії, показник ексцеса, стандартна помилка середнього значення, показник точності середнього значення, середня квадратична помилка для асиметрії, середня квадратична помилка для ексцеса [4-5].

Перевіряється відповідність емпіричного розподілу теоретичному нормальному закону за критерієм О.М. Колмогорова [4]. Отримані результати розрахунків заносяться у відповідну таблицю.

Таким чином, знайдені середні значення доремонтних ресурсів машин та обладнання тваринницьких ферм відображають реальний рівень наробітку в сучасних умовах експлуатації.

Якщо врахувати, що в теперішній час йде вдосконалення організації та покращення якості обслуговування тваринницького обладнання шляхом постановки господарств на комплексне технічне обслуговування спеціалізованими підприємствами, навчання та підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу, який займається експлуатацією машин та обладнання тваринницьких ферм, доремонтний наробіток буде збільшуватися від середнього до середньопрогресивного [6].

Для встановлення середньопрогресивного ремонтного наробітку машин необхідно встановити середньопрогресивні норми, які відповідають половині випадків перевиконання середнього наробітку до капітального ремонту.

Встановлені доремонтні ресурси машин та обладнання тваринницьких ферм необхідні для оптимального планування розвитку, що дозволить вірно виконувати розрахунок ремонтної бази по обслуговуванню фермської техніки.

Отримані імовірності розподілу дозволяють визначити частину вихідних даних при дослідженні перспективного планування розвитку парку тваринницької техніки з урахуванням та без урахування повнокомплектного ремонту.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Болтянський Б.В. Підвищення ефективності технологічного процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. *Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф.* Київ, Ніжин, 2021. С. 72-75.

2. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Обґрунтування економічної доцільності технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: Матеріали XI-ї Наук.-техн. конф.* Київ, 2022. С.14-16.

3. Болтянський Б.В., Скляр Р.В., Болтянська Л.О. Тенденції та форми сучасного сервісу фермської техніки. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції.* Державний біотехнологічний університет. Харків, 2022.

4. Болтянський Б.В. Удосконалення технічного сервісу машин і обладнання тваринницьких ферм на основі оцінки технологічного рівня

спеціалізованих підрозділів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції*. ТДАТУ. Мелітополь, 2022.

5. Болтянський Б.В., Скляр Р.В. Модель функціонування бази технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В.М. Кюрчев*. - Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 3. DOI:10.31388/2220-8674-2022-3-12.

6. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Перспективна організація технічного сервісу на підприємствах АПК. *Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2023: Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції*. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. С. 89-93.



УДК [631.17:620.9]:636

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА**

**Болтянський Б.В.**, к.т.н., *boris.boltianskyi@tsatu.edu.ua*,

**Болтянська Л.О.**, к.е.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*імені Дмитра Моторного*

Відходи тваринництва є одним з найперспективніших джерел отримання енергії шляхом анаеробного бродіння в біореакторах. Вони є в будь-якому господарстві, не вимагають попередньої обробки і сортування, їх не важко транспортувати. У світовій практиці частка біомаси з агросектору у виробництві біогазу є найбільшою. У Європейському Союзі часто використовується біогаз із полігонів твердих побутових відходів, але в окремих країнах частка біомаси з агросектору у виробництві біогазу може сягати понад 90 %.

Вважається, що відходи тваринництва належать до субстратів, які найбільш доцільно використовувати для виробництва біогазу (як окремий субстрат або в поєднанні з іншими субстратами). На відміну від інших видів біомаси, таких, як енергетичні культури, гній та послід утворюються як побічні відходи тваринництва, які потребують утилізації в екологічно безпечний спосіб. Крім того, гній ідеально підходить як субстрат, бо легко змішується з іншою доступною сировиною, такою, як силос окремих рослин, зокрема силос кукурудзи (стебел) тощо.

Потенціал відходів тваринництва для їх використання в системах біоконверсії з метою енергозбереження в Україні значний (табл. 1) [1].

Таблиця 1 - Енергетичний потенціал відходів тваринництва в Україні

Джерело відходів	Вихід відходів, 10 <sup>6</sup> т/рік	Вихід біогазу, 10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup> /рік	Нижча теплота згорання, МДж/м <sup>3</sup>	Енергетичний потенціал відходів, млн. т у.п./ рік
Велика рогата худоба	58,4	1,46	23	1,144
Свині	4,79	0,124	21	0,088
Птиця	2,8	0,11	21	0,079
Всього	65,99	1,694	-	1,311

Але, не зважаючи на значний потенціал, виробництво біогазу в Україні з відходів тваринництва розвивається надзвичайно низькими темпами. У коливанні поголів'я домашньої худоби намітилася тенденція до зменшення кількості тварин у колективних господарствах, але зростання їх кількості в індивідуальних. Таким чином, загальна кількість виходу відходів, які можна використовувати в системах біоконверсії, залишається майже незмінною [2].

При переробці біомаси утворюється енергія, при чому в цьому процесі біомаса може використовуватися безпосередньо як паливо або перед цим перероблятися у газ чи паливо.

Енерго- та ресурсозбереження в системах альтернативної енергетики є пріоритетним завданням України. Економія енергії та ресурсів при виробленні біогазу досягається за рахунок: термостабілізації процесу бродіння; утилізації теплоти виробленого біогазу; утилізації теплоти відпрацьованого шламу; тепло- і гідроізоляції реакторів; гнучкої системи теплопостачання; зменшення розмірів теплообмінних апаратів; оптимізації конструкцій реакторів; використання інформаційно-вимірювальних систем для контролю та дотримання максимальної продуктивності реактора [3].

Утилізація тепла виробленого шламу для нагрівання свіжої біомаси доцільно виконувати за схемою, що зображена на рисунку 1. Це теплообмінний апарат типу «труба в трубі», по якому у внутрішній трубі тече відпрацьований шлам, а в міжтрубному просторі – свіжий. Обмін теплоти відбувається крізь металеву стінку. Розрахунок виконується за відомими рівняннями для теплообмінників такого типу. Така конструкція теплообмінного апарата дозволить економити енергоресурси та зменшити потреби тепла на нагрівання холодного субстрату.

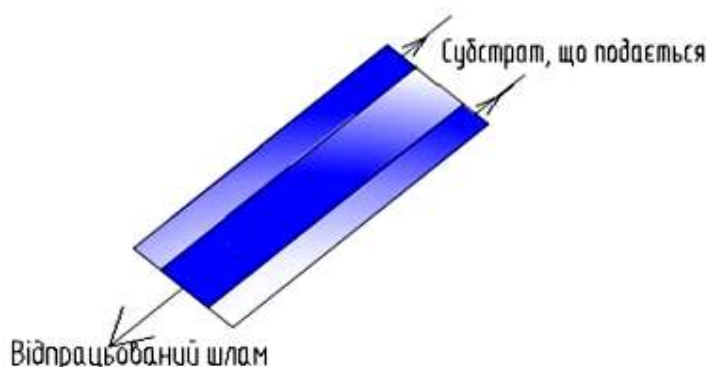


Рисунок 1 – Схема рекуперації тепла виробленого шламу

При великих обсягах вироблення біогазу доцільно використовувати його теплову енергію. Наприклад, на нагрівання води для пиття худоби та прибирання хлівів за допомогою теплообмінних пристроїв для рекуперації тепла (рис. 2). Теплообмінник батарейного типу встановлюється в газгольдері. Вода, протікаючи по ньому, охолоджує газ, одночасно нагріваючись. Коли потреба у воді відпадає, система циркулює у замкнутому режимі, підтримуючи таким чином постійну температуру близько 16-22°C.



Рисунок 2 – Теплообмінні пристрої для рекуперації тепла виробленого біогазу

Рекомендований температурний режим системи теплопостачання біогазового реактора 60 °С/40 °С, тобто температура грійної води максимально можлива 60 °С, зворотної – 40 °С. Теплопостачання може бути виконано від газового котла, який працює на природному газі чи виробленому біогазі, котрий пройшов попереднє очищення від шкідливих домішок [1].

Переробка відходів тваринництва на додаток до енергетичного потенціалу має значні екологічні переваги. Анаеробне зброджування гною та посліду дає змогу запобігти суттєвим екологічним проблемам, які виникають, якщо великі кількості гною та посліду утилізуються традиційними методами. Особливо це актуально для великих промислових ферм.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві. Підручник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти / Б.В. Болтянський, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Н.І. Болтянська, С.В. Дереза. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Альтернативні напрями енергозбереження в домогосподарствах населення. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Проблематика 2023: «Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки»: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет конференції.* ЛНУП, Дубляни, Львів: Галицька видавнича спілка, 2023. С. 26-30.

3. Skliar O.H., Skliar R.V., Boltianskyi B.V. Features of creating an optimal microclimate in the poultry room. *The 6th International scientific and practical conference “Innovations and prospects in modern science” (June 5-7, 2023) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2023. P. 189-193.*





УДК 636.083.31 (045)

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО ЖИТА В ГОДІВЛІ КОРІВ**

**Бондаренко Д.**, студент, **Соловей О.Ю.**, викладач I кат.

*ВСП «Бобровицький фаховий коледж імені О. Майнової НУБіП України»*

Для здоров'я та високої продуктивності молочних корів половина їхньої потреби в поживних речовинах має покриватися завдяки грубим кормам. Тому основне завдання заготівлі сінажу з жита – це отримати корм високої якості. Оскільки поїдати корми корови можуть в обмеженій кількості, саме від якості корму залежить його споживання, а отже, і надої молока та приріст живої маси. Останнім часом у багатьох регіонах Північної Європи широко культивують гібридне жито, яке дедалі більше поширюється і в інших країнах завдяки високій урожайності, гнучким термінам сівби, невибагливості до ґрунтів та ранньому дозріванню.

Високий рівень перетравності сінажу із гібридного озимого жита робить його майже незамінним джерелом енергії для високопродуктивних корів (NEL 5,5–6,0 МДж/кг СР), причому енергія виробляється не завдяки перетравленню крохмалю (якого в цьому силосі ще немає), а шляхом розщеплення структурної НДК. Зниження кислотного навантаження на рубець забезпечує набагато вищий рівень синтезу мікробного протеїну, енергія для якого надходить від водорозчинних цукрів, якими багатий житній сінаж.

Отримання високоякісного сінажу напряму залежить від дотримання всіх технологічних аспектів заготівлі та зберігання. Саме тому в цій статті ми розглянемо технологію заготівлі сінажу із гібридного жита на прикладі одного з господарств [1].

СФГ «Колос» , що на Чернігівщині, в обробітку має близько 3 тис. га землі. Основні культури, які тут вирощують – це цукрові буряки, пшениця, соя, кукурудза на силос, люцерна та гібридне жито на сінаж. Усього в господарстві утримують 1 тис. корів, із яких 450 фуражних. Надої на фуражну корову становлять 25 л молока на добу, вміст жиру – 3,8 %, білка – 3,2 %. Добовий приріст молодняку в молочний період – 960 г, на дорощуванні – до 1050 г. Тільних корів у стаді 52 %. Основними причинами вибракування є селекційний брак та патології обміну речовин. Система

утримання тварин – безприв'язна. Раціон продуктивних корів складається із 15 кг силосу кукурудзи, 15 кг сінажу жита та 8 кг концентрованих кормів. Своєю чергою, концентровані корми містять: 35 % – кукурудзи, 30 – пшениці, 35– соєвого шроту та 5 % становить мінеральна група. На сінаж посіяли гібрид жита ПКАССО (компанії KWS).

Одна з найважливіших технологічних операцій заготівлі сінажу – це скошування, а оптимальний час скошування – один із найголовніших факторів, які визначають якість і поживність зеленої маси, а отже, й сінажу. У теплу та суху погоду озиме жито дуже швидко переростає, втрачаючи поживність, але при цьому збільшується врожайність зеленої маси.

Обов'язковою умовою для отримання якісного житнього сінажу є інтенсивне підв'ялювання маси (до 72 год максимум). Цю операцію неможливо провести без розкидання покосу, що слід проводити відразу після скошування. Ворушилка прискорює та робить рівномірним процес прив'ялювання скошеної маси.

Тут, у господарстві підв'ялювання тривало 48 год, відповідно, покоси розкидали відразу після скошування, а коли маса підв'яла до необхідної вологості – сформували у валки.

Підбирання та подрібнення зеленої маси проводили комбайном Claas Jaguar 870. Довжина нарізки становила 2–4 см, що забезпечило якісне затрамбовування маси в ямі.

Після підв'ялювання і збирання жита у валки його доправили до місця силосування й трамбування.

Під час закладання силосу в яму використовували консервант SilagePro (виробник American Farm Products) у нормі 1,5 г/т. Укриття ями – плівка (бічна ультра тонка (0,4 мк), покривна – 150 мк).

Через 8 днів після закладання силосу яму відкрили. Температура сінажу була в межах норми, тобто самозігрівання не було.

Вміст сухої речовини виявився не достатньо високим (21,6 %). Можливо це викликано погодними умовами, інша можлива причина – відсутність площення зеленої маси. Тому профіль ферментації виявився дещо відмінним від очікуваного, вміст цукрів склав всього 2,5 % проти очікуваних 13-14 %, і вони сферментувались у кислоти: їхній загальний вміст 12,6 %.

Цим же пояснюється доволі низький рівень рН (3,8) сінажу. У майбутньому господарству варто звернути увагу на цю обставину, і обов'язково використовувати площення під час скошування, що сприятиме підв'ялюванню маси до потрібних 27-30 % СР.

За іншими показниками результат приємно радує. Енергія корму – NEL (чиста енергія лактації) склала 6,5-6,8 МДж/кг СР, обмінна енергія – 11 МДж/кг СР, що дозволяє такому сінажу конкурувати з найкращими зразками силосу з кукурудзи.

Також вражає вміст сирого протеїну (17,9 %) і перетравність органічної речовини (77,2 %) та НДК (72,9 %). Це говорить про те, що скошування було проведено в правильній фазі. Господарство отримало прекрасний основний корм, який має не тільки достатній вміст енергії і структуру, а й високий рівень протеїну.

Відтак у господарстві за вирощування жита селекції компанії KWS (гібрид ПКАССО) отримали врожайність сінажу на рівні 26,6 т/га (вміст сухої речовини 26–30 %). Тому можна зробити висновок, що вирощувати гібридне жито на сінаж доволі вигідно. Насамперед – це високоякісний об'ємний корм для високопродуктивних корів, який завдяки своїй високій урожайності дасть змогу зменшити площу землі під кормовими культурами (із 1,2 до 0,7 га на корову) та засіяти її іншими рентабельними культурами.

Після збирання сінажу жита на цьому полі господарство посіяло кукурудзу на силос. Отже, ще однією перевагою жита є ефективніше використання земельних ресурсів.

До того ж за дотримання технології заготівлі високоякісного житнього сінажу, як показує досвід господарства, цілком реально отримувати високі надой без додаткового підвищення частки концентратів у раціоні.

Загалом, перший досвід заготівлі житнього сінажу в СФГ «Колос» виявився позитивним, та в майбутньому слід більше приділяти уваги підв'ялюванню маси за заготівлі, яке можна поліпшити за допомогою плющення зеленого жита задля досягнення вмісту СР перед закладкою – не менше 27 %, а найліпше 30 %.

Отже, житній силос може доповнювати базисні об'ємні корми (кукурудзяний силос, сінаж люцерни), які можна згодувувати всьому стаду, а у разі невисокої їхньої якості – ще й компенсувати ці недоліки.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бомко В.С., Сиваченко Є.В., Сметаніна О.В. Корми і кормові добавки їх використання в годівлі тварин: навч. посібник. – Біла Церква, 2023. – 225 с.



УДК 636.084(075.8)

## РАЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ГОДІВЛІ – ЗАПОРУКА УСПІШНОГО ВЕДЕННЯ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА

**Бучковська В.І.**, канд. с.-г. наук, *vbutschk@ukr.net*, **Гоголь М.С.**, здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва  
*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Годівля сільськогосподарських тварин – наука і практика – безпосередньо пов’язана з матеріальним виробництвом. Своє конкретне відображення це знаходить в розробці науково обґрунтованих систем годівлі тварин і технології підготовки кормів до згодовування, забезпечуючи максимальний вихід високоякісної продукції з одиниці земельної площі. У практичному відношенні годівлю сільськогосподарських тварин можна охарактеризувати як важливий комплекс виробничих процесів в тваринництві і рослинництві, який забезпечує запрограмоване виробництво сортів і високоефективну переробку їх в тваринницьку продукцію, бо головний зміст вчення про годівлю – це система оцінки поживності кормів і факторів, що її визначають, вивчення потреби тварин в енергії, поживних речовинах і біологічно активних речовинах, розробка на цій основі норм і техніки годівлі. Накопичений величезний науковий і виробничий матеріал по цих проблемах вказує на те, що поживна цінність кормів і потреба в них тварин значно відрізняється від конкретних умов та інтенсивності виробництва. В зв’язку з цим виникає необхідність постійного вдосконалення норм годівлі і систем раціонального використання кормів. Черговий перегляд норм годівлі в напрямку їх деталізації та диференціації представляє собою нову ступінь в розвитку вчення про годівлю.

Встановлено, що повноцінна годівля сільськогосподарських тварин, забезпечує їх високу продуктивність і сприяє збереженню здоров’я. Енергія органічних речовин, повноцінні білки, мінеральні речовини, вітаміни повинні даватися тваринам в достатній кількості і в певних співвідношеннях у відповідності з особливостями організму тварин та їх рівнем продуктивності.

Сучасна теорія годівлі сільськогосподарських тварин базується на

комплексній системі оцінки поживності кормів та деталізованих нормах потреби в кормових факторах для тварин різних видів та виробничих груп. Одночасний облік багатьох показників поживності раціонів, необхідність знаходження оптимального співвідношення різних складових частин раціону – необхідна умова одержання високої продуктивності тварин і якості продукції. При цьому слід мати на увазі, що для одержання високої ефективності різних галузей тваринництва слід добиватися, щоб усі виробничі групи тварин мали раціони із оптимальним вмістом доступної енергії і збалансовані за факторами протеїнового, вуглеводного, мінерального та вітамінного живлення.

Таким чином, перед робітниками сільськогосподарських підприємств стоять досить складні завдання щодо налагодження оптимального кормовиробництва. Господарства повинні максимальною мірою забезпечити тваринництво найбільш дешевими кормами власного виробництва, добитися збалансованості кормової бази з наявним поголів'ям тварин. Рішення таких завдань можливе лише на базі розробки науково обґрунтованого кормового плану.

Для тварин різних видів та напрямків продуктивності існують специфічні вимоги щодо організації раціональної годівлі. Так, велика рогата худоба пристосована до використання великої кількості об'ємистих кормів - літом де зелені корми, в стійловий період – сіно, солома, силос, сінаж, жом, коренебульбоплоди. Балансування раціонів з великим вмістом об'ємистих кормів здійснюється за рахунок використання концентратів, добавок мінеральних речовин та вітамінів.



УДК 636:658.8

## ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

**Бучковська В.І.**, канд. с.-г. наук, *vbutschk@ukr.net*, **Калиняк А.А.**,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності  
204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва  
*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Впровадження новітніх технологій та устаткування на підприємствах це складний багатогранний процес зміни усієї виробничої системи. І він вимагає значних фінансових вкладень, фахового втручання як спеціалістів виробничого так і маркетингового спрямування.

Використання нових технологій та устаткування вітчизняними виробниками ковбасних виробів дає можливість: знизити витрати на виробництво продукції та відповідно собівартості; економити енерго-паливо- матеріало- водо- трудовресурси; поліпшити смакові якості виробів; розширити асортимент виробів та охопити більшу кількість сегментів; продовжити терміни зберігання продукції; використовувати нові види пакування, фасування, маркування; виготовляти екологічно чисті продукти; знизити забруднення навколишнього середовища.

Правильний підбір обладнання є досить кропітким та дорого вартісним процесом. Ось той мінімум обладнання, який обов'язково повинен на будь-якому підприємстві з виробництва ковбасних виробів: дві холодильні камери; стіл, набір ножів для різних маніпуляцій з м'ясом (обвалювання, рубка шпику, жиловка); фаршомішалка; електром'ясорубка; куттер (для виробництва паштетного фаршу); шприц; камери варильні, дозрівання, охолодження ковбасних батонів і термічної обробки (термокамери); пакувальне обладнання; мийна машина для дезінфекції та миття ящиків.

Сировина, яку використовують м'ясокомбінати для виробництва ковбасних виробів, з цілком зрозумілих причин є дуже сприятливим середовищем для різних мікроорганізмів. Попадання мікробів і бактерій в продукт на будь-якій стадії його виробництва загрожує погіршенням якості. Тому м'ясокомбінати зобов'язані організувати виробничий процес таким

чином, щоб мінімізувати розмноження мікроорганізмів на сировині, напівфабрикатах та кінцевому продукту.

Одним з основних джерел мікробної флори є сировина, тобто м'ясо. Ступінь зараження залежить від передзабійного стану тварини, санітарних норм в цехах забою, транспортування і зберігання. Приміром, охолоджене м'ясо містить набагато менше мікроорганізмів, ніж розморожене. Справа в тому, що в процесі розморожування м'яса виникають сприятливі умови для розвитку мікробів. Виробники повинні знати про такі технологічні особливості. Як впливають температурні режими на розвиток мікроорганізмів, ми детальніше розповімо трохи нижче.

Різке збільшення числа мікробів відбувається під час обробки туш: оброблення, жиловці та обвалювання. Справа в тому, що ці операції проводяться вручну. Щоб ясніше представлялася картина, відзначимо, що тільки оброблення туш і обвалка збільшує кількість мікроорганізмів, мінімум, у 100 разів. Пояснюється це просто. Доставляючись на м'ясокомбінати, туші тварин можуть мати на своїй поверхні багато мікроорганізмів. Але цілісність м'язової тканини не дає мікробам проникати всередину м'яса. Однак як тільки туші починають рубати і обрізати, ця цілісність порушується, і мікроорганізми починають «окупацію» відкритих територій. До того ж, при подрібненні м'яса зростає площа його контакту із зовнішнім середовищем.

Тому, дотримання санітарних норм на даних виробничих ділянках виробники повинні приділяти підвищену увагу. Адже м'ясокомбінати – це не стерильні медичні бокси. Бактерії знаходяться в повітрі обробних цехів, на руках і спецодязі робітників, на інструментах, тарі, обвалочних столах і т.д. Таким чином, крім кількості мікроорганізмів, збільшується і їх «асортимент».

Щоб знизити рівень розмноження мікроорганізмами на цій стадії виробництва, виробники повинні використовувати технології, які дозволять максимально скоротити терміни оброблення туш і підтримувати певний температурний режим. Також дуже важливою є підтримка санітарного режиму в цехах, дезінфекція обладнання, особиста гігієна працівників.



УДК 636.4.085

## УТРИМАННЯ СВИНЕЙ У ТАБОРАХ ТА З ВИКОРИСТАННЯМ ПАСОВИЩ

Гераніна Л. А., с. н. с., *geranina-kirovograd@ukr.net*,  
Гайденко О. М., к. т. н., с. н. с., *gaidenko2014@gmail.com*  
*Інститут сільського господарства Степу*  
*Національної академії аграрних наук України*

Існує два основних способи літньо-табірного утримання свиней, а саме – табірне та табірно-пасовищне. Тварин на все літо переводять до літніх таборів. Таке утримання має на меті використати природні фактори середовища для зміцнення здоров'я тварин і компенсувати нестачу в раціоні вітамінів, мінеральних речовин, мікроелементів, а також літні табори дають змогу збільшити виробництво свинини у дешевих будівлях.

Особливо потрібне зазначене утримання в племінних господарствах, які вирощують племінний молодняк для реалізації. Табірне утримання забезпечує тривалий строк життя і високу продуктивність свиней при експлуатації в умовах безвигульного утримання. Витрати по догляду за тваринами при такому утриманні скорочуються на 25 – 35 %.

Літні табори являють собою легкі приміщення, побудовані з місцевих матеріалів. Їх будують поблизу або безпосередньо на пасовищах, неподалік від водойм, на сухому підвищеному місці, захищеному від вітрів і віддаленому щонайменше на 0,5 км до великих доріг.

Табір – це звичайно довгий навіс завширшки 2,5 – 3 м, закритий з трьох боків і поділений всередині на окремі станки. До табору з відкритого боку примикає вигульний двір, обнесений огорожею. Дах роблять щільний, непроникний для сильних дощів з нахилом до задньої стінки приміщення. Табір складається з кількох таких будівель для свиней різного віку і різних статевих груп. Догляд за тваринами тут здійснюють згідно з розпорядком дня.

Найкраще організовувати табірно-пасовищне утримання. Переносними огорожами пасовище розбивають на загони і випасують їх по черзі. У період утримання свиней у таборах ремонтують та дезінфікують стаціонарні приміщення та ділянку свиноферми. Для безперебійної годівлі свиней організовують зелений конвеєр, до складу якого входять багаторічні й однорічні трави, отава природних сіножатей, коренеплоди і баштанні культури, що висіваються в різні строки.



До зеленого корму свиней привчають поступово, протягом 6 - 7 днів, виганяючи у перші 3 - 4 дні на 15 - 20 хвилин після годівлі концентратами. На 6 - 7 день пасуть щоразу 1,5 - 2 години через 7 - 10 днів можна випасати 3 - 4 години зранку і ввечері, коли хмарна погода можна і вдень. Досвід племзаводів, які застосовують літньо-табірне утримання свиней свідчить, що даний захід дає господарству можливість у значній мірі скоротити витрати концентрованих кормів у весняні, літні та осінні періоди, а отже, і здешевити виробництво свинини.

#### Орієнтовний розпорядок дня при табірно-пасовищному утриманні

Технологічні процеси	Час проведення	Технологічні процеси	Час проведення
Випасання	з 4 до 8 год.	Випасання	з 15 до 18 год.
Напування	з 8 до 9 год.	Напування	з 18 до 19 год.
Підгодівля концентратами	з 10 до 11 год.	Підгодівля концентратами	з 19 до 20 год.
Напування	з 12 до 13 год.	Напування	з 20 до 20.30 год.
Перерва	з 13 до 15 год.	Відпочинок	з 20.30 до 4 год.

На пасовищі обов'язково організовують водопій, щоб особливо у спеку запобігти перегріванню тварин. Воду слід якомога частіше міняти щоб уникнути застоювання її в коритах і тим самим не дати розмножуватись бактеріям які потрапили у воду і можуть викликати у свиней шлунково-кишкові захворювання.

Поросних маток у першу половину вагітності утримують в таборах групами по 6 - 8 голів, а за два тижні до опоросу їх переводять в індивідуальні станки з лігвом для поросят. Кнурів утримують під навісами з розрахунку 2 - 4 кнури під одним навісом, годівниці переносні. Відлучених поросят утримують групами по 20 голів, а з 3 - 4 місяців розділяють по статі і утримують по 5 - 6 голів в групі. В 6 - 9 місяців кнурців утримують як дорослих кнурів по 1 - 2 у станку.

Якщо свиней не пасуть, потрібно організувати перегони, але не перевтомлювати тварин. Кнурів, холостих маток і поросних маток у першій половині вагітності можна проганяти на відстань до 1 - 1,5 км. Поросних маток останнього періоду вагітності, підсисних маток з поросятами і відлучених поросят до 4-х місячного віку дозволяється проганяти не далі як за 0,5 - 0,25 км.

Що стосується годівлі, то для свиней бажано мати пасовища з великою кількістю бобових рослин. Свині поїдають в основному молоду траву до цвітіння і погано використовують старі рослини.

Поросні матки поїдають за добу приблизно 10 – 12 кг зеленого корму, кнури – вволю, підсисні свиноматки – 8 - 10, поросята 2 - 4 місяці – 1 - 2, молодняк 4 - 6 місяців – 3 - 4 і молодняк 7 - 10 місяців – 6 - 8 кг. З цього розрахунку потрібно планувати розмір пасовища з урахуванням врожайності культур.

Самі найкращі пасовища не забезпечують потреб свиней у поживних речовинах, тому їх треба підгодовувати концентрованими кормами. Потреба кнурів у підкормці становить 50 – 75 %, поросних маток – 50 – 70 %, ремонтного молодняку – 65 - 80, поросят віком 3 - 4 місяці – 85 - 90 і віком 2 - 3 місяці – 100 % від загальної потреби в поживних речовинах.

Також на пасовищі рекомендується давати свиням мінеральну підгодівлю у вигляді суміші крейди, вапняку, кухонної солі у таких кількостях (в грамах на добу на 1 голову): поросні матки – 30 - 40, підсисні – 50 - 70, ремонтний молодняк – 30 - 40, поросята-сисуні – 10 - 20, відлучені поросята – 20 - 30, на відгодівлі – 30 - 40, кнури також 30 - 40. Отже, з наведених вище даних видно, що літньо-табірне утримання дуже вигідний спосіб і рекомендується для застосування в господарствах різних форм власності, які займаються свинарством, особливо племінним.



УДК 631.01.004

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДМОВ І УШКОДЖЕНЬ КОРОМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

**Гненюк М. В.**, аспірант, *djakusi258@gmail.com*,  
ORCID ID 0000-0002-9654-9051

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Останніми роками у вирішенні проблеми забезпечення безвідмовності кормозбиральних комбайнів намітився перехід від накопичення [1] і аналізу численних [2] та розрізнених даних про причини відмов [3] до створення

загальної теорії експлуатаційної безвідмовності [4]. Для кількісної оцінки рівня експлуатаційної безвідмовності кормозбиральних комбайнів використовують статистичні і імовірнісні показники (рис. 1).

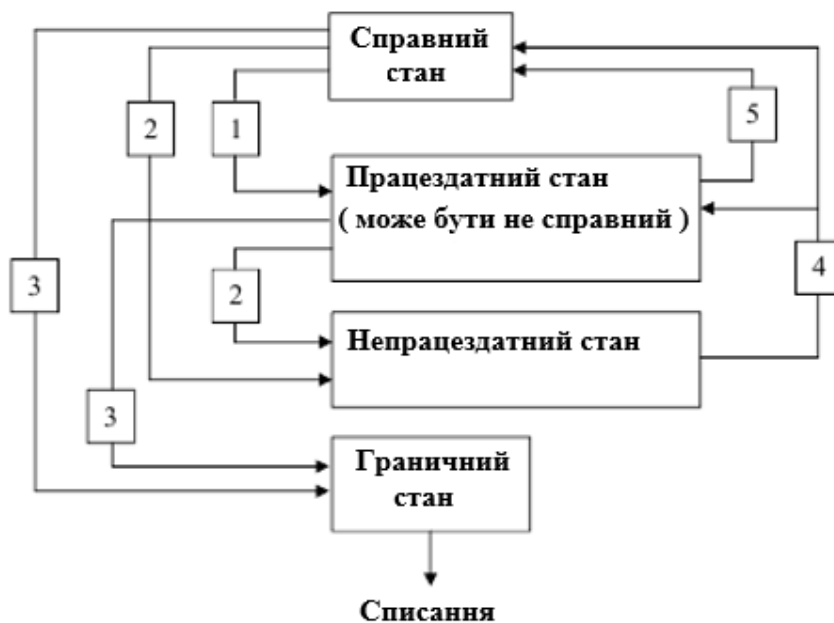


Рисунок 1 – Схема основних станів технічного об'єкту експлуатації кормозбирального комбайну

Статистичні показники дозволяють врахувати усі чинники і причини відмов [5], оскільки вони відбивають рівень досконалості кормозбиральних комбайнів, організацію і забезпечення експлуатації [3], міру підготовки комбайна. В процесі експлуатації кормозбиральний комбайн може знаходитися в одному з наступних станів (рис. 1: 1 – ушкодження, 2 – відмова, 3 – перехід в граничний стан із-за неусувного руйнування конструкції, 4 – ремонт, 5 – відновлення), при цьому перехід з стану в стан здійснюється через певну подію.

Аналіз досліджень причин появи відмов і ушкоджень елементів складних систем кормозбирального комбайну дозволяє представити класифікацію ушкоджень і відмов в наступному виді (рис. 2).

При експлуатації кормозбирального комбайну доводиться стикатися з великим різноманіттям причин відмов і несправності, яку не завжди вдається однозначно класифікувати як фізичну природну відмову.

### Пошкодження і відмови

<b>Конструкторські</b>	<b>Виробничі</b>	<b>Експлуатаційні</b>
недоліки конструкторських робіт	дефекти матеріалу	старіння матеріалу
недоліки розрахунків на міцність	дефекти механічної обробки	порушення міцності
неправильний вибір матеріалу	дефекти при виплавленні і виготовленні заготовок	порушення режимів експлуатації
функціонуючі недоліки	дефекти зварювання	корозія
	дефекти термообробки	зношування
	дефекти обробітку поверхні	
	дефекти складання	

Рисунок 2 – Види ушкоджень і відмов кормозбиральних комбайнів

Проте успішному рішення проблеми експлуатаційної безвідмовності кормозбиральних комбайнів сприяє та обставина, що в конструкцію комбайна і його систем переважають елементи і агрегати механічного типу, для яких властиві процеси втоми, зносу, старіння (силові елементи, гідронасоси, золотникові розподільники, різні ущільнення гідро-, газових систем і так далі), тобто вироби, характеристики надійності яких істотно залежать від їх напрацювання.

### **БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Nazarenko, I., Dedov, O., Beryuk, I., Rogovskii, I., Bondarenko, A., Zapryvoda, A. & Titova, L. (2020). Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(7–108): 71–79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
2. Nazarenko, I., Mishchuk, Y., Mishchuk, D., Ruchynskiy, M., Rogovskii, I., Mikhalova, L., Titova, L., Berezoviy, M. & Shatrov, R. (2021).

Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(7(112)): 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.

3. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Gumenyuk, Yu. O. & Nadtochiy, O. V. (2021). Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839: 052055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>.

4. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Trokhaniak, V. I., Haponenko, O. I., Ohienko, M. M. & Kulik, V. P. (2020). Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*, 60(1): 45–52. <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-05>.

5. Rogovskii, I., Titova, L., Novitskii, A. & Rebenko, V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*, 18: 291–298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.



УДК 631.356.4

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПІДПРУЖИНЕНОГО ЛЕМША КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

**Грабар І. Г.**, д.т.н., проф., *mmctc-pnu@online.ua*,

**Киричко Д. О.**, студент

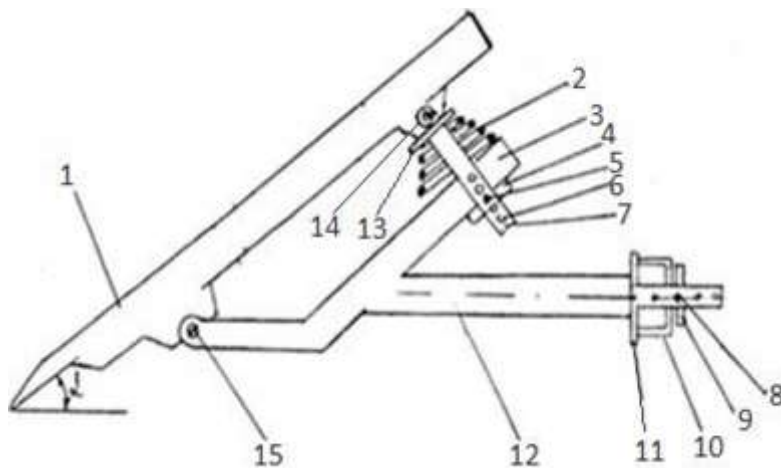
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Відомо, що ефективність роботи серійних картоплезбиральних машин залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Насамперед на показники роботи збиральних машин впливає робота підкопувальної частини. Інтенсивний вплив на бульбоносний пласт підпружиненого лемеша на початку технологічного процесу картоплезбиральної машини дасть змогу поліпшити сепарацію без істотного збільшення ушкоджень бульб картоплі, оскільки між лемешем і бульбами є прошарок ґрунту. Тому інтенсивність

впливу підкопувальних органів на бульбоносний пласт має визначатися виходячи з ґрунтово-кліматичних умов на момент збирання. В умовах підвищеної та зниженої вологості інтенсивність впливу підкопувальних органів має бути максимальною, в умовах оптимальної вологості інтенсивність впливу має знижуватися, так само вона має змінюватися під час зміни робочої швидкості картоплезбиральної машини.

Для розв'язання цієї задачі ми пропонуємо вдосконалити підкопувальні робочі органи картоплезбиральної машини, а саме, конструкція підкопувального органа має давати змогу змінювати кут  $\alpha$  нахилу лемеша до горизонту в разі підкопування картоплі на різних типах ґрунтів у різних ґрунтово-кліматичних умовах (рис. 1).

Підкопувальний робочий орган містить леміш 1, який у нижній частині закріплений на лапці кронштейна 12, встановленого в поперечному отворі рами 10. Кожен леміш 1 у нижній частині закріплений на лапках кронштейнів 12 шарнірно за допомогою болтового з'єднання 15, а у верхній частині леміш 1 закріплений шарнірно за допомогою болтового з'єднання 14 і кронштейна 7. На кронштейні 7 між плоским лемешем 1 і кронштейном 3 встановлено пружину 2. Кронштейн 12 встановлений у поперечному отворі рами 10 і утримується з одного боку наполегливою шайбою 11, а з іншого боку гайкою 9 і шплінтом 8.



1 – леміш, 2 – пружина стиснення, 3 – кронштейн, 4 – гайка, 5 – шплінт, 6 – регулювальні отвори, 7 – кронштейн, 8 – шплінт, 9 – гайка, 10 – рама, 11 – упорна шайба, 12 – кронштейн, 13 – упорна шайба, 14 – болтове з'єднання, 15 – болтове з'єднання,  $\alpha$  – кут нахилу лемеша до горизонту

Рисунок 1 – Схема підкопувального робочого органа у вигляді підпружиненого лемеша

Кронштейн 7 встановлений у поперечному отворі кронштейна 3 і утримується з одного боку наполегливою шайбою 13 і пружиною 2, а з іншого боку гайкою 4 і шплінтом 5. За рахунок регулювальних отворів 6, розташованих у кронштейні 7, і гайки 4 є можливість змінювати жорсткість пружини залежно від типу і стану ґрунту, на якому використовується збиральна машина.

Удосконалений підкопувальний робочий орган працює так (рис. 1). Пружина 2, відрегульована на конкретне зусилля, що визначається залежно від типу та стану ґрунту. Під час роботи картоплекопача на заглиблений леміш 1, установлений на певну глибину підкопування бульбоносного шару, внаслідок нерівномірності опору ґрунту діють змінні сили, що передаються через опорну шайбу 13 кронштейна 7 на пружину 2 та примушують кронштейн 7 із лемішем 1 змінювати кут нахилу лемеша до горизонту  $\alpha$ . Кут нахилу лемеша до горизонту  $\alpha$  встановлюють залежно від типу, стану та зв'язності ґрунту.

Жорсткість пружини 2 регулюється гайкою 4 і встановлюється такою, за якої кут нахилу лемеша до горизонту  $\alpha$  унеможливило згружування.

Унаслідок нерівномірного опору ґрунту на леміш 1 діють змінні сили, які змушують леміш змінювати своє положення, тобто кут  $\alpha$  нахилу лемеша до горизонту. Пласт ґрунту при цьому зазнає впливу лемеша і кришиться. Цим досягається подрібнення бульбоносного пласта і поліпшується транспортування пласта через леміш 1 до пруткового елеватора. Шляхом установлення необхідного кута  $\alpha$  нахилу лемеша 1 до горизонту, що залежить від типу та стану ґрунту, запобігає згружуванню бульбоносного пласта перед прутковим елеватором.

Таким чином, застосування розробленого підкопувального робочого органа покращує подрібнення бульбоносного пласта та зменшує його згружування перед прутковим елеватором, що призводить до підвищення продуктивності.



УДК 631.365

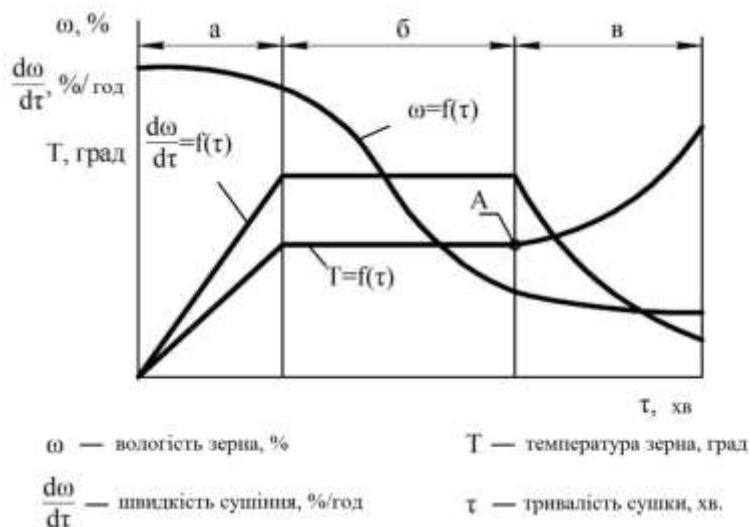
## ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ЗАКІНЧЕННЯМ СУШІННЯ КАПЛЯРНО-ПОРИСТИХ КОЛОЇДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дерев'яно Д.А., д.т.н., проф., *ttctc-pny@online.ua*, Онищук В.О.

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Проаналізувавши наявні конструкції потокових вологомірів і способи визначення вологості матеріалів, за допомогою якого можливе управління експозицією сушіння зерна в періодичному і безперервному режимах роботи сушарки.

Для пояснення ідеї розглянемо кінетику протікання процесу сушіння, властиву вологим каплярно-пористим колоїдним тілам, до яких належить зерно, насіння трав, олійних культур під час їхньої взаємодії з повітрям. Очевидно, що криві сушіння (рис. 1) корелюються, що дає змогу під час аналізу змін характеру однієї кривої об'єктивно судити про зміну інших. Особливий інтерес представляє точка "А", яка є точкою перегину, у цей момент відбувається температурний стрибок під час переходу зерна з періоду "сталого швидкості сушіння" до періоду "швидкості сушіння, що падає" - момент часу, в який необхідно завершити сушіння.



а – період прогрівання; б – період постійної швидкості сушіння; в – період падаючої швидкості сушіння; А – критична точка



Рисунок 1 – Типові криві сушіння капілярно-пористих колоїдних матеріалів

Пропонуємо використовувати ці закономірності для контролю та в управлінні процесом зміни вологості матеріалу за характером зміни його температури, що має яскраві відмітні особливості в кожному періоді сушіння.

Спосіб управління експозицією сушіння зерна у високотемпературних сушарках ґрунтується на одночасному контролі температури нагріву матеріалу по всій довжині сушильної камери датчиками температури, значення якої, передані в мікроконтролер, періодично апроксимуються поліномом третього ступеня. Далі знаходиться похідна функція другого порядку, і визначається критична точка другого порядку, водночас перевіряється дотримання умови – у точці перегину функції її друга похідна дорівнює нулю. Для того щоб переконатися в тому, що знайдена точка є точкою перегину, перевіряють ще одну умову – третя похідна не повинна дорівнювати нулю. Отримані дані про місцезнаходження зерна, що має кондиційну вологість, зіставляються з максимальною довжиною шляху зерна по сушильній камері для подальшого впливу на вивантажувальний пристрій.

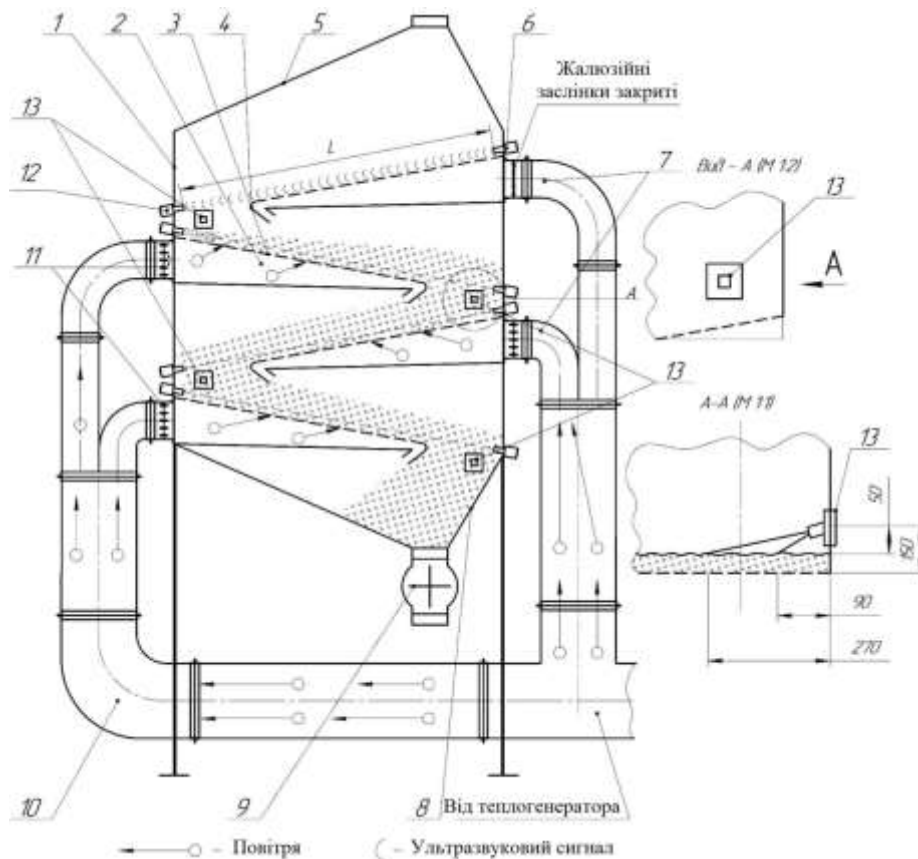
Розроблений спосіб забезпечує постійний контроль температури зерна, унеможливаючи його перегрівання, а також необхідний час температурного впливу агента сушіння на зерно, підвищення надійності, якості процесу сушіння та зниження енерговитрат.

Розроблено пристрій контролю вологості зерна в потоці зерносушарки, що містить корпус із датчиком, сполученим із вимірювальною схемою індикаторного блоку, мікропроцесор і блок корекції, зворотні зв'язки мікропроцесора, пов'язані з приводом зерносушарки, дозатор і дисплей із блоком вибору контрольованої зернової культури, пов'язаний із мікропроцесором. Для роботи системи використовують температурні датчики, що слідкують за зміною температури зерна на шляху зерна сушильною камерою, водночас дозатор регулює швидкість зсуву зерна в сушильній камері, а дозатор - швидкість зсуву зерна в сушильній камері.

Під час роботи пристрій керування експозицією сушіння зерна надсилає вимірювальним датчикам команду на виконання вимірювання (рис. 2).

Через час, який необхідний для перетворення температури в цифровий код, пульт по черзі здійснює зчитування з датчиків результатів вимірювання. Отримані дані піддаються математичному опрацюванню, за

результатами якого здійснюється керувальний вплив на дозатор, що регулює швидкість зміщення зерна в сушильній камері - час температурного впливу агента сушіння на зерно. Потім, через певний інтервал часу, процес повторюється заново.



- 1 – шахта; 2 – аеродинамічні коробки; 3 – перфоровані перегородки;  
4 – переливний поріг; 5 – надсушильний бункер; 6 – ультразвуковий випромінювач; 7 – повітророзподільні коробки; 8 – підсушувальний бункер;  
9 – дозатор; 10 – розподільник; 11 – жалюзійні заслінки;  
12 – ультразвуковий приймач; 13 – пірометричний датчик

Рисунок 2 – Місця встановлення датчиків у шахти аерожолобної сушарки

Контроль температури здійснюється пірометричними датчиками інтегрованими в сушильні коробки. Датчики розташовані (рис. 2) у місцях з найменшим впливом агента сушіння на зерно.

Принцип роботи нового пристрою забезпечує необхідний час температурного впливу агента сушіння на зерно, зниження енерговитрат на сушіння і як наслідок підвищення якості зерна.



УДК 636.03.02/09

## **ВИРОЩУВАННЯ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКУ – ВАЖЛИВА ЛАНКА В ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПЛАНУВАННІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА**

**Євстафієва Ю.М.**, канд. с-г. наук, *pp.nika22@ukr.net*, **Кухтин Г.І.**,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 204  
«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»  
*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

У структурі тваринницької продукції від галузі скотарства одержують 99 % молока і понад 50 % м'яса, крім того, від великої рогатої худоби одержують цінну шкірну сировину. Слід зазначити, що після забою тварин використовують практично всі одержані продукти: кров, ендокринні залози, із яких виготовляють цінні лікарські препарати, шлунково-кишковий тракт, жирові відкладення на внутрішніх органах.

У практиці молочного скотарства ведеться пошук найкращих організаційних форм вирощування ремонтного молодняку. З цією метою багато господарств створюють спеціалізовані ферми. Головне їхнє завдання – створити оптимальні умови для цілеспрямованого вирощування ремонтного молодняку, яке повинно бути економічним, врахувати біологічні особливості його росту й розвитку, формування міцної конституції і відповідного екстер'єру. Кожне нове поголів'я повинно бути продуктивнішим і стійким проти захворювань, відповідати вимогам сучасних технологій.

Вирощування ремонтного молодняку спрямоване на формування здорових, конституційно-міцних тварин, здатних проявляти високу і сталу відтворну здатність протягом усього періоду інтенсивного їх використання. Основним показником ефективності вирощування молодняку є рівень їх молочної продуктивності, який слугує критерієм якості і повноцінності годівлі по періодах вирощування тварин, умов їх утримання і стану здоров'я. Він також свідчить про те, наскільки умови вирощування сприяли прояву генетичних задатків тварин.

У країнах з розвинутим молочним скотарством (США, Канада) питанню вирощування ремонтного молодняку надається особлива увага. Телиці перед осіменінням (13-15 місяців) мають живу масу не менше 380-400 кг, що забезпечує отелення до 2-річного віку. Інтенсивне вирощування ремонтного молодняку дозволяє значно скоротити «непродуктивний» період у житті корови і особливого значення набуває при оцінці бугаїв за якістю потомства.

Вирощування ремонтних телиць для молочних стад організують таким чином, щоб виконувати головне завдання господарства – рівномірно, впродовж року виробити максимальну кількість товарного молока, високої якості за мінімальних витрат кормів, затратах праці та часу. Тому, вирощування телиць повинно сприяти майбутній високій молочній продуктивності корів. В умовах виробництва годівлю сільськогосподарських тварин можна охарактеризувати як найважливіший комплекс виробничих процесів в тваринництві та рослинництві. Забезпечуючи запрограмоване виробництво кормів і високоефективну переробку їх в тваринницьку продукцію.



УДК 636.4:614.9:612.017

## **ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ**

**Євстафієва Ю.М.**, канд с-г. наук, *pp.nika22@ukr.net*, **Шарата Д.С.**,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 204  
«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»  
*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Сучасне виробництво продукції свинарства базується на індустріальних технологіях, що передбачають створення оптимального мікроклімату, ізольованого від природних умов. Стан здоров'я і продуктивність свиней залежать не тільки від рівня і повноцінності їх годівлі, племінних якостей, та і в значній мірі від мікроклімату приміщень,

в яких тварин утримують. Нові методи утримання і експлуатації характеризуються постійним перебуванням тварин у закритих приміщеннях, високою концентрацією їх на обмежених виробничих площах, впливом на організм численних технологічних стрес-факторів, що часто приводить до погіршення їх продуктивності.

При невідповідності мікроклімату в приміщеннях оптимальним параметрам порушується обмін речовин, терморегуляція, зумовлюється у свиней сповільнення окислювально-відновних процесів у тканинах, погіршення морфологічного складу та біохімічних якостей крові, знижується перетравність і засвоєння поживних речовин кормів, внаслідок чого знижується приріст живої маси, що в кінцевому результаті негативно впливає на ефективність виробництва і якість продукції.

Свині сучасних порід і типів відрізняються генетично обумовленою високою продуктивністю, і, в той же час, це є причиною їх виняткової чутливості до впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища. Серед цих факторів важливе місце займає мікроклімат приміщень: температура, вологість повітря, концентрація шкідливих газів, бактеріальна забрудненість тощо.

Створення оптимального мікроклімату у приміщеннях – важливий резерв збільшення виробництва продукції високої якості. Крім цього, воно має важливе значення для термінів служби технологічного обладнання, а також для покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

Мікроклімат має сприяти найбільш повній реалізації генетичного потенціалу свиней щодо відтворювальних функцій, продуктивності, збереженості поголів'я та отримання якісної продукції. Оптимізувати мікрокліматичні фактори, особливо в холодний осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди – досить складна й затратна праця. Водночас природна резистентність свиней створює власний імунітет до несприятливих умов утримання.



УДК 693.546

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРУШЕННЯ НАСІННЯ РИЦИНИ ДЛЯ ПОТРЕБ КОРМОВИРОБНИЦТВА**

**Журавель Д.П.**, д.т.н., *dmytro.zhuravel@tsatu.edu.ua*  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
*імені Дмитра Моторного*

Створення переробного комплексу здатного виробляти касторову олію необхідної якості й потрібної номенклатури вимагає нових підходів і, за рахунок імпорту технологічного встаткування, без розробки нових машин, на нашу думку, не може бути успішно вирішена. Саме тому, розробка технології й технологічного устаткування глибокої переробки рицини на касторову олію за ДСТ 6757-73 (технічна), за ДСТ 18102-72 (медична), по ТУУ (електротехнічна) і рицинову макуху, придатну для згодовування тваринам і птахам сьогодні вирішується науковцями нашого університету.

Для виробництва різних олив, у тому числі моторних, як основний компонент використовують касторову олію. Таким чином, рицина це одна з сільськогосподарських культур, ефективно виробництво та переробка якої може вирішити проблему дефіциту нафтопродуктів для мобільної енергетики АПК шляхом їхньої заміни паливо-мастильними матеріалами рослинного походження. З огляду на існуючу економічну ситуацію в країні для відродження виробництва рицини насамперед необхідно створити умови її механізованого збирання та переробки [1-2].

Однак, у порівнянні з іншими технічними і зерновими культурами, рицина має комплекс специфічних особливостей: багатоконпонентність її складу, нерівномірність по вологості, висока олійність ядра, крихкість оболонки, велика засміченість, необхідність луцення елементів її вороху тощо. Наслідком таких специфічних особливостей рицини є неможливість ефективного застосування існуючої техніки для її післязбиральної обробки [3].

Спеціальної техніки при проведенні операцій очищення вкрай обмежено. Відповідно, при використанні існуючої техніки не враховуються специфічні особливості рицини. Так, наприклад, під час операції луцення

третинок рицини може травмуватися високоолійне ядро. Наслідком цього є заоліювання робочих елементів очищувальних машин (машин для луцення і розділення) вороху рицини та безпосередньо заоліювання самого вороху. В результаті цього, по перше, порушується весь процес післязбиральної обробки, як самої рицини так і насіння рицини не може бути повністю відділено на існуючих очищувальних машинах, а по-друге, в подальшому відбувається зниження виходу і якості цінного продукту – касторової олії в технологічному процесі переробки насіння рицини [4,5].

Програмою досліджень передбачалось дослідження технологічних режимів та конструктивних параметрів обладнання для обрушення насіння рицини.

З метою технологічних вимог до процесу обрушення насіння рицини розроблено схему процесу, що враховує розбіжність розмірних характеристик та поєднує дві операції – калібрування насіння та обрушення. На основі чого складено удосконалену схему технологічного процесу.

В ході досліджень отримано рівняння математичної моделі процесу обрушення насіння рицини, модель перевірена на адекватність. Аналіз математичної моделі за методом двовимірних перетинів можливість отримання рушанки з коефіцієнтом обрушення 76 % при наступних параметрах: лінійна швидкість валків – 0,4 м/с, кут розташування – 30 градусів, відношення між зазором та середнім розміром насіння фракцій – 0,5, насіння з вологістю – 7 %. При виконанні плану експериментальних досліджень виявлений основний недолік розробленої схеми, а саме при калібруванні в склад дрібної фракції потрапляє повністю обрушене ядро, яке в між валковому зазорі руйнується, погіршуючи якість рушанки. Тому потрібно удосконалити схему, попереднім відділенням обрушеного ядра, яке міститься в складі насіння, що йде на переробку.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Журавель Д. П. Технології переробки насіння рицини дворазовим пресуванням. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції *«Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі»*. ТДАТУ, м. Запоріжжя, 01-25 листопада 2022 р. С. 93-96.

2. Журавель Д. П., Бондар А. М. Обґрунтування технологій отримання рицинової олії. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції *«Технічне забезпечення інноваційних технологій в*

агропромислового комплексу». ТДАТУ, м. Запоріжжя, 01-25 листопада 2022 р. С. 77-79.

3. Журавель Д. П. Використання відновлюваної біосировини в енергетичних цілях. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: X Міжнародна науково-технічна конференція, 4-23 жовтня 2021 року: матеріали конференції*. Глеваха-Київ. 2021. С. 28-30.

4. Журавель Д. П. Дослідження аеродинамічних властивостей компонентів насіння рицини. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: Матеріали МНПК*. Харків: ДБТУ, 2021. С. 411-413.

5. Nadikto V., Chebanov A., Verechaga O. Improving the efficiency of pressing the meal of castor seeds in the screw press. *Norwegian Journal of development of the international Science*. 2021. Vol. 59, № 1. pp. 48-53. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-59-1-48-53.



УДК 631.363.21

## **СУЧАСНІ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ТВАРИН В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА**

**Заболотько О.О.**, к.т.н., доцент, [zabolotko@nubip.edu.ua](mailto:zabolotko@nubip.edu.ua),

**Голубов Є.М.**, студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Досліджено раціональне упорядкування операцій кормоприготувального обладнання в технологічних лініях в умовах тваринницької ферми. Розглянуті операції технологічних схем приготування кормосумішей для великої рогатої худоби. Розвиток сільськогосподарського виробництва, зокрема, галузі тваринництва вимагає не тільки збільшення обсягу, а й зниження собівартості продукції. Основними умовами забезпечення цього є зміцнення кормової бази та удосконалення годівлі великої рогатої худоби. Відомо, що затрати на приготування кормів складають 50-60 % від загальної трудомісткості



виробництва продукції тваринництва, а економічні витрати, пов'язані з кормами, становлять близько 40-80 % її собівартості. Особливого значення, такий підхід набуває при годівлі тварин високої продуктивності. Повноцінна збалансована годівля дозволяє підвищити рівень засвоєння поживних речовин кормового раціону і зменшити витрати кормів на одиницю виробленої продукції, реалізується шляхом приготування повнораціонних кормових сумішок. На здоров'я тварин та їх відтворні функції впливає не тільки поживність кормів раціону, а також їх якість і гігієна годівлі. Найбільш раціональними кормами є 2-3-х компонентні кормові суміші, збалансовані за кормовими одиницями або за сухою речовиною, макро- та мікроелементами. Для приготування таких кормів промисловість випускає обладнання для стаціонарних кормоцехів з різними технологічними лініями і змішувачів та багатофункціонального агрегату мобільного типу - мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів (МККПА). Поєднання різного технологічного обладнання у технологічні лінії дозволяє створити різні варіанти з приготування збалансованих кормосумішей для корів. Щоб визначити, який варіант має найбільш досконалу технологічну послідовність виконання операцій необхідно оцінити послідовність операцій технологічних схем роботи обладнання та агрегатів. Для приготування кормосумішок на тваринницькій фермі необхідно дотримуватися послідовності виконання наступних операцій: забір із сховищ грубих, попередньо підготовлені консервовані корми, коренеплодів та комбікормів-концентратів з одночасним зважуванням завантаженої порції кожного компонента; подрібнення стеблових та соковитих кормів; змішування кормових компонентів; транспортування кормосуміші до виробничих приміщень; видачу готової кормової суміші.

Широке застосування МККПА у світі зумовлене удосконаленою конструкцією машин. В Україні такі машини випускає ТДВ "Брацлав", який розробив кормозмішувач-роздавач корму КСП-9 та КСП-12 з вертикальним робочим органом. Разом з тим, продовжується робота з обґрунтування конструкційно-технологічної схеми та основних параметрів і розробки вихідних вимог на причіпний комбайн та покращення його надійності. На європейському ринку представлено більше 40 моделей МККПА. Вказана техніка представлена такими провідними фірмами, як: Trioliet (Нідерланди), Kuhn (Франція), Seko (Італія), ДеЛаваль (Швеція), Roto-mix (США) та ін.. Така техніка дедалі ширше впроваджується в господарствах України. Використання цієї техніки, порівняно з традиційною технологією

(стаціонарні кормоцехи типу КОРК-15) дає змогу значно зменшити витрати праці і питому метало- та енергоємність однієї тони приготованої і розданої на фермі кормосуміші.

Сучасна технологічна лінія з приготування та роздавання кормів може складатися з роздільних процесів – приготування кормосуміші (кормоцех) та наступна роздача в годівницю (кормороздавачем) або приготування кормосуміші з різних компонентів та наступна роздача цим же агрегатом готової кормосуміші тваринам на кормовий стіл.

Традиційна технологія з використанням стаціонарних кормоцехів базувалася на роздільних покомпонентних операціях (рис. 1,а): приготування кормосуміші та роздавання готової кормосуміші у корівниках за допомогою мобільних роздавачів. У нашій країні ця технологічна лінія базувалась на застосуванні універсальних завантажувачів типу ПФ-0,5, мобільних засобах або тракторних причепах, обладнанні технологічних ліній кормоцехів типу КОРК15 і КЦК-5, роздавачів КТУ-10 і РММ-5. Ця технологія зорієнтована на використання багатокомпонентних сумішей, введення у раціон великої кількості соломи і розрахована на отримання 4500 – 6700 л. молока на рік. Кормові компоненти під час заготівлі та зберігання мали низьку ступінь підготовки до згодовування, компоненти значно відрізняються за розмірами часток, витрати потужності на приготування 1 м<sup>3</sup> кормосуміші в кормоцеху склали від 4 до 8 кВт.

Застосування в раціоні годівлі корів корми, які попередньо підготовлені до згодовування за розміром часток, дозволяють використовувати – МККПА (рис. 1, в). Ці комбіновані машини фактично є «кормоцехами на колесах», що забезпечують виконання наступних зоотехнічних вимог: швидке перемішування компонентів раціону до гомогенної суміші; доподрібнення, збереження структури грубих і соковитих кормів; точне зважування і дозування складових кормової суміші за технологією "Unifeed", яка дозволяє готувати кормосуміші за заданою масою кожного компоненту. При роботі цієї машини виконуються наступні операції: навантаження (використовують грейферні або фронтальні навантажувачі з різним набором навантажувальних пристроїв або самонавантажувач з робочим органом типу – фреза), дозоване доподрібнення, змішування, транспортування та роздавання кормів. Щоб не змінити структуру кормів, витримується оптимальна тривалість змішування 6–10 хв. Витрати потужності на приготування 1 м<sup>3</sup> кормосуміші складає від 3 до 4 кВт. Технологія «feeding on three events» (годілля за трьома заходами) роздавання



а – роздільного приготування кормосуміші з компонентів, в умовах стаціонарного кормоприготувального пункту; б – комбінований варіант приготування кормосуміші; в – приготування кормосуміші МККПА з використанням нерегламентованих за розмірами часток різних кормових компонентів

Рисунок 1 – Технологічні схеми та перелік операцій для приготування та роздавання кормів

кормосуміші та концентрованих кормів – роздільно. При роздаванні готової кормосуміші з грубих кормів окремо подаються енергетичні (протеїнові, білкові) корма. Роздавання комбікормів відбувається окремо та регулюється за кількістю надоеного молока. Технологія «total mixing ration» (тотальний змішувальний раціон). Годівля відбувається змішуванням всіх за раціоном компонентів кормосуміші та роздавання її в годівницю. Тварини одночасно отримують комбікорм, силос, сінаж. Технологія з застосуванням МККПА, як стаціонарний кормоприготувальний агрегат з приводом від електродвигуна або ВВП мобільного агрегату. Технологічна лінія може працювати за неперервним або порційним режимом роботи. Компоненти кормосуміші попередньо підвозяться на кормовий майданчик, який розділений на секції та створює запас кормів для роботи агрегату (рис. 1, б).

Отже, вибір технологічної схеми для приготування кормосуміші відрізняються кількістю та послідовністю операцій, що зумовлюється: поголів'ям тварин, технологією заготівлі, підготовки та зберігання кормів, технічним забезпеченням комплектом машин з приготування та роздавання кормів.



УДК 637.1:631.22

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНА ТВАРИННИЦЬКА ФЕРМА» ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

**Заболотько О.О.**, к.т.н., доцент, [zabolotko@nubip.edu.ua](mailto:zabolotko@nubip.edu.ua),

**Дейнека О.Р.**, студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Незважаючи на величезну різноманітність різних систем, що реалізують функції так званого інтелектуальної ферми або «розумної ферми», єдиних стандартів для побудови таких систем не існує до теперішнього часу.

Аналіз різних реалізацій різних проектів, було прийнято рішення створити узагальнюючу систему управління з використанням широко

поширених інтерфейсів і протоколів. Це дозволяє отримати повну незалежність від стороннього розробника і дозволяє в подальшому модернізувати систему виходячи зі технологічних запитів та потреб, а використання стандартних рішень дозволяє відносно просто інтегрувати інтелектуальні системи в розроблювану систему управління технологічними процесами на тваринницькій фермі для утримання великої рогатої худоби.

«Розумна» ферма – це керуюча програма приймає відповідальні рішення в тій чи іншій ситуації не тільки за певним заданим алгоритмом, а й в залежності від цілого ряду інших факторів (динамічних чинників технологічних ліній у виробництві заданої продукції, стану тварини її продуктивності), які не завжди можливо передбачити в певному алгоритмі.



Рисунок – Основні елементи системи «розумної» ферма

У більшості випадків існуючі системи працюють на «інформаційно - керуючому рівні» – керування мікрокліматом (освітленням, клімат-контроль, загазованість), включення певного технологічного навантаження (кормоприготування та роздавання готової суміші, прибирання гною, внесення підстилки, доїння корів (адаптовані доїльні апарати), первинна обробка молока та його охолодження.

Побудова подібних систем передбачає принцип «розумної достатності». Отже, «розумна» ферма повинна передбачати – системи енергопостачання, контролю різних параметрів і управління виконавчими пристроями, пов'язаними в єдину мережу, керовану центральним

контролером і можливістю безпосереднього та віддаленого доступу користувача до цієї мережі в складній біосистемі «тварина-машина та обладнання – людина». Система повинна бути багаторівневою. Це означає, що дані з певної групи датчиків і команди для виконавчих пристроїв концентруються на окремих модулях, які по загальній мережі пов'язані з центральним (керуючим) контролером.

Як інтерфейс зв'язку пропонується використовувати надійний і перевірений інтерфейс RS-485, який дуже широко використовується у промисловій автоматичі, а також мережа «Ethernet».

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кравчук В.І., Погорілий В.В., Постельга С.С. та ін. Рекомендації щодо створення сучасних молочних ферм із роботизованими системами доїння корів. /В.І. Кравчук, В.В. Погорілий. С.С. Постельга та ін. – Дослідне, 2017. – 57 с.



УДК 614.8:631.3

### СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИКОРИСТАННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

**Заболотько О.О.**, к.т.н., доцент, [zabolotko@nubip.edu.ua](mailto:zabolotko@nubip.edu.ua),

**Куроченко Ю.М.**, студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми: Через відсутність коштів та високі ризики аграрії в прифронтових областях будуть вносити мінеральні добрива по мінімуму. Деякі фермери та керівники вдаються до їх часткової заміни мікродобривами та органічними добривами (компост, вермікомпост, гранульовані добрива, мінерально-органічні, осад, сапропелі, дигестат, торф та гумати та ін.) [1].

Міндобрива можна замінити органічними. За Європейською зеленою угодою в ЄС (EU Green Deal), вона стимулює перехід агросектору на



органічне виробництво. З досвіду європейських фахівців, для заміни 200-250 кг мінеральних добрив потрібно близько 2 т органічних добрив (по співвідношенню діючої речовини). Порівняно до мінеральних добрив, які дають зразу результат, органічні потрібно вносити 1-3 сезони, щоб ґрунтова біота виділила мінеральні компоненти в доступних для рослин формах. Урожайність при цьому в першому вегетаційному сезоні знизиться.

Біогазові технології роблять можливим створення замкненого безвідходного циклу «рослина-тварина-гній-біогаз-добрива» для виробництва та ведення органічного рослинництва. Продуктами експлуатації газової станції є біогаз та добрива. На виході маємо після сепарації рідку та тверду фракцію (осад). З останнього можна виготовляти комбіновані добрива.

На основі аналізу різних видів добрив доведені переваги комбіновані добрива (органо-мінерально-мікроелементів). Технології одержання на основі осаду з біогазових установок відходів гранульованих орґано-мінеральних добрив пролонгованої дії із заданим співвідношенням поживних речовин, які повністю відповідають сучасним вимогам до добрив нового покоління за локальним внесення сівалками.

Короткий огляд: На практиці виділяють такі основні добрива: мінеральні (азотні, фосфорні, калійні), складні та змішані; органічні (гній, гноївка, пташиний послід, торф, зелене добриво, компости, осад ставків та біогазових установок); бактеріальні.

Польові культури по-різному реагують на органічні, мінеральні добрива та їх комбінації. Особливо сильно нестача азоту позначається на рості рослин. В результаті підсилення азотного живлення рослини розвивають міцну вегетативну масу: в них збільшується вміст білка, спостерігається загальне зростання врожайності. Регулюючи азотне живлення рослин, можна не тільки впливати на абсолютну величину врожаю, а й на його якість [1].

Таким чином, родючість ґрунту поступово та закономірно підвищується при систематичному використанні збалансованих орґано-мінеральних добрив.

Кількість тварин в господарствах України значно зменшилося. Ґрунт не отримує органічної складової. Родючість (гумус) втрачається. Заміна добрив на мінеральні - рідкі та гранульовані збільшує локальну врожайність, пригнічує природню мікрофлору ґрунту. За використанням орґано-мінеральних добрив, створення живої мікрофлори ґрунту дозволяє за нормою

8-18 т/га в залежності від зон України, дозволить відродити природню родючість ґрунту. Локальне внесення добрив з пролонгованою дією із заданим співвідношенням поживних речовин дозволить зменшити використання мінеральних добрив, ефективно використовувати органічні добрива та використовувати N (азот) ґрунту вповній мірі.

У країнах Європи, де накопичено значний досвід роботи біогазових установок, активно розробляються технології виробництва з дигестату органічних добрив. Дигестат розділяють на тверду і рідку фракції. З рідкої фракції вилучають аміак, виготовляючи аміачну воду або сульфат амонію. Після фільтрації осаджують речовину струвіт, що містить магній, з якої виробляють магнієво-амонійно-фосфатне добриво. Рідку фракцію можна випаровувати або фільтрувати, щоб отримувати концентрат, який робить можливість транспортування добрива на відстань понад 40–50 км.

З рідкої та твердої фракції можна також виготовляти концентроване гранульоване органічне добриво пролонгованої дії, де рН таких добрив має оптимальні для ґрунту показники — від 6,8 до 7,5.

Перші дослідження використання дигестату як добрива показали те, що воно дає ефект і цей ефект навіть вищий, ніж у більш традиційних аналогів. Наприклад, в Англії дигестат (щоправда, з харчових відходів) забезпечив зростання врожайності озимих зернових на 10 % у середньому за 3 роки, тоді як зелений компост – на 7 %, змішаний компост (із зеленої маси і харчових відходів) – на 8 %, гноївка – на 9 % і гній з соломкою – на 10 %. В іншому досліді внесення 30 м<sup>3</sup>/га дигестату, кожна тонна якого містила 3,6 кг - N, 1,7 кг - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і 4,4 кг - K<sub>2</sub>O, дало змогу заощадити 108,6 євро/га на міндобривах .

Висновки: найбільш ефективним способом підвищення родючості ґрунту є внесення органічних добрив, але зважаючи на високу його нестачу потрібно застосовувати альтернативні джерела органіки з локальним їх внесенням.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Види органічних добрив, що виробляються в Україні, та їх ринкові ніші. Електронний ресурс: <https://saf.org.ua/news/950/>.
2. Поліщук В.О. Використання органічних добрив в сільському господарстві. Електронний ресурс: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/1779/1/Organic\\_2014\\_235-239.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/1779/1/Organic_2014_235-239.pdf) .





УДК 631.362

## **БУДОВА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВО-РЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА**

**Ільченко А.В.**, к.т.н., доцент, *mmctc-pny@online.ua*,

**Осовський М.В.** студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Установка для проведення експериментальних досліджень має відповідати таким вимогам:

1) простота конструкції (можливість швидкого розбирання та збирання установки, компактність, можливість доступу до всіх елементів сепаратора, невеликі габарити);

2) можливість регулювання (конструктивних, кінематичних і технологічних) параметрів у заданих межах;

3) стійкість режимів роботи та стабільність параметрів, що впливають на процес сепарації;

4) можливість вимірювання вихідних параметрів у разі зміни конструктивно-кінематичних і технологічних параметрів одночасно.

Експериментальна установка складається з 3 автономних елементів (рис. 1):

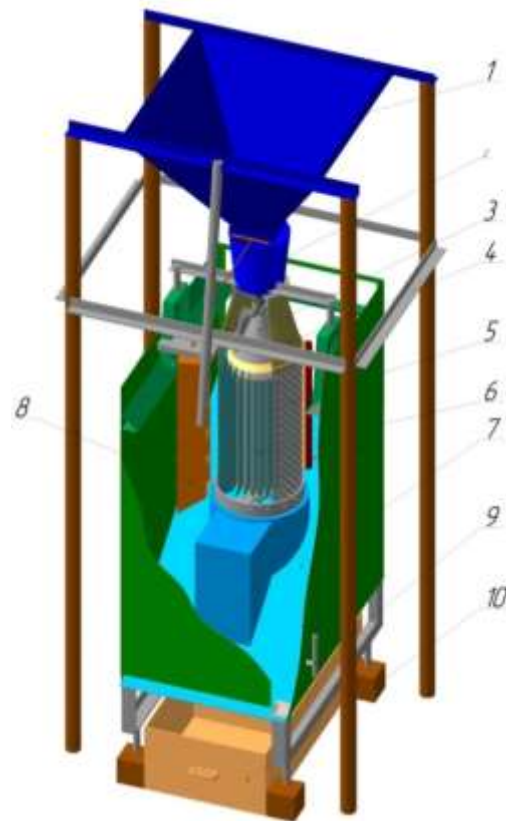
1. Завантажувального бункера об'ємом  $0,1 \text{ м}^3$  з дозувальним пристроєм, здатним здійснювати задану подачу зерна за допомогою тарованої шиберної заслінки.

2. Рама, на якій закріплені робочі органи циліндричного решета і пластинчастого барабана, і приводу, що забезпечує їхнє обертання.

3. Відкидних лотків, що дають змогу відокремлювати матеріал у період роботи сепаратора за сталого та несталого режимів роботи, а також емностей, у які надходить очищене зерно та дрібні домішки.

Обертання решета і внутрішнього пластинчастого барабана забезпечує двоступеневий редуктор, привід до якого здійснюється від двигуна потужністю  $0,8 \text{ кВт}$  через клиноремінну передачу, частота обертання двигуна змінювалася за допомогою частотного перетворювача. Решето і барабан

обертаються в один бік, але з різними кутовими швидкостями, причому кутова швидкість решета в 0,57 раза більша, ніж барабана. Це співвідношення кутових швидкостей витримувалося завдяки конструкції редуктора. Це співвідношення вибрано виходячи з раніше проведених досліджень і під час проведення всіх дослідів воно не змінювалося.



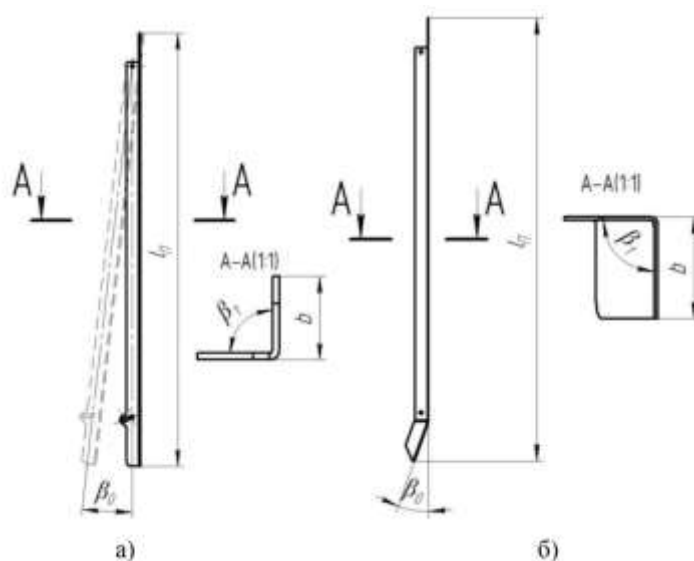
- 1 – бункер, 2 – завантажувальна горловина, 3 – живильник із лопатями, 4 – конічна обичайка, 5 – підсівальне решето, 6 – пластинчастий барабан, 7 – корпус сепаратора, 8 – пробовідбірник, 9 – відкидний лоток, 10 – приймальний бункер для прохідної фракції та очищеного зерна

Рисунок 1 – 3D-модель лабораторної установки відцентрово-решітного сепаратора з підсівним решетом

Виділення домішок із зернової суміші здійснюється завдяки решету з довгастими отворами або круглими отворами та пластинчастому барабану, який складається з вала, на який встановлено два диски з різьбовими отворами для кріплення пластин.

Використовували пластини з відгином у основі циліндричного барабана за напрямком його обертання, кут відгину змінювали в інтервалі 15°...25°. Кількість пластин на барабані змінювалася перестановкою їх по отворах дисків. Довжина пластин становила 500 мм, ширина 23 мм (без

кріпильних полиць) за активного шару, що дорівнює 10 мм, кількість пластин змінювалася від 20 до 24 штук. Усередині барабана встановлено обмежувальний циліндр. Решета брали діаметром 300 мм і висотою 500 мм (робоча висота сепаруючої поверхні решета), які встановлювали на двох обичайках. Використовувалися решета з круглими отворами різного діаметру та з довгастими отворами різної ширини. Було виготовлено та досліджено два типи пластин барабана. На рис. 2 представлені геометричні параметри досліджуваних пластин.

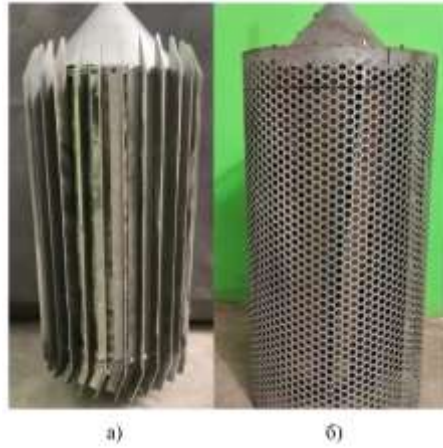


а) радіальні пластини з нахилом робочого ребра відносно твірної частини барабана (кут нахилу); б) радіальні пластини, розміщені уздовж твірної частини, з відгином в основі циліндричного барабана у напрямку його обертання ( $\beta_0 = 15 \dots 25^\circ$ )

Рисунок 2 – Геометричні параметри пластин барабана відцентрово-решітного сепаратора

Регулювання швидкості обертання решета і барабана здійснювалося за допомогою частотного перетворювача і контролювалося цифровим тахометром.

Завантаження сепаратора здійснювали через підготовчу зону, що складається з таких елементів: конічної завантажувальної горловини, конічної ступінчастої обичайки, гасників окружної швидкості, конічного лопатевого живильника, що має шість лопатей. Живильник обертася зі швидкістю решета і мав можливість осьового зміщення відносно втулки (для регулювання кільцевого зазору між конічною обичайкою і живильником).



а) – барабан із радіальними пластинами, з відгином у основі циліндричного барабана за напрямком його обертання; б) – решето з круглими отворами

Рисунок 3 – Складові підсівного блоку ВРС

Експериментальну установку було створено на кафедрі агроінженерії та сервісу технічних систем Поліського національного університету.



а) загальний вигляд; б) робочий момент сепаратора

Рисунок 4 – Лабораторна установка відцентрово-решітного сепаратора



УДК 662.61:662.63 (477.65)

## ІННОВАЦІЙНІ ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ БІОСИРОВИНИ В УМОВАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Кернасюк Ю. В.**, канд. екон. наук, *isgs.agroeconomy@gmail.com*,

**Гайденко О. М.**, к.т.н., с.н.с., *gaidenko2014@gmail.com*

*Інститут сільського господарства Степу*

*Національної академії аграрних наук України*

Досягнення в Кіровоградській області цілей інноваційної стратегії сталого розвитку та економічного зростання потребує наукового обґрунтування напрямів прискореного впровадження високотехнологічних виробництв, спроможних виробляти наукоємку продукцію з високою доданою вартістю, а також забезпечити підвищення технологічного рівня агропромислового комплексу завдяки прогресивним вітчизняним та іноземним науково-технічним досягненням.

Одним із перспективних в регіоні напрямків є розвиток галузі із переробки біосировини для отримання поновлювальної та альтернативної енергії. Об'єктивний підхід при проведенні досліджень із вивчення наявного ресурсного потенціалу біосировини в Кіровоградській області, з метою подальшого його оптимального використання для забезпечення сталого розвитку галузі біоенергетики, потребує внесення певних уточнень.

Серед сучасних технологій енергетичного використання рослинної біомаси термохімічна конверсія (піроліз) є найбільш універсальною. Вона дозволяє одержувати якісне, екологічно безпечне тверде, рідке і газоподібне паливо із практично будь-якої сировини, що містить органічні компоненти. При цьому енергетичні витрати на забезпечення термохімічного процесу, як правило, не перевищують 5 % від теплотворної спроможності одержуваних енергетичних продуктів.

В умовах області наукові дослідження мають бути спрямовані на вивчення, передусім, біосировини, яка реально може бути задіяна для подальшого їх перетворення в теплову, електричну енергію, або ж у біопаливо. Це дозволить забезпечити виконання важливих завдань:

1. Подолання залежності регіональної економіки від традиційних видів паливно-енергетичних ресурсів.
2. Створення нових робочих місць.
3. Збільшення надходжень до місцевого та державного бюджету.

4. Прискорення переходу АПК області до інноваційно-високотехнологічної моделі розвитку.

5. Зменшення викидів парникових газів і забруднюючих речовин, організація раціональної утилізації та використання відходів в сільському господарстві.

З усіх відомих поновлювальних та альтернативних джерел енергії, що реально використати в економіці області, їх доцільно згрупувати за наступною схемою (рис. 1).

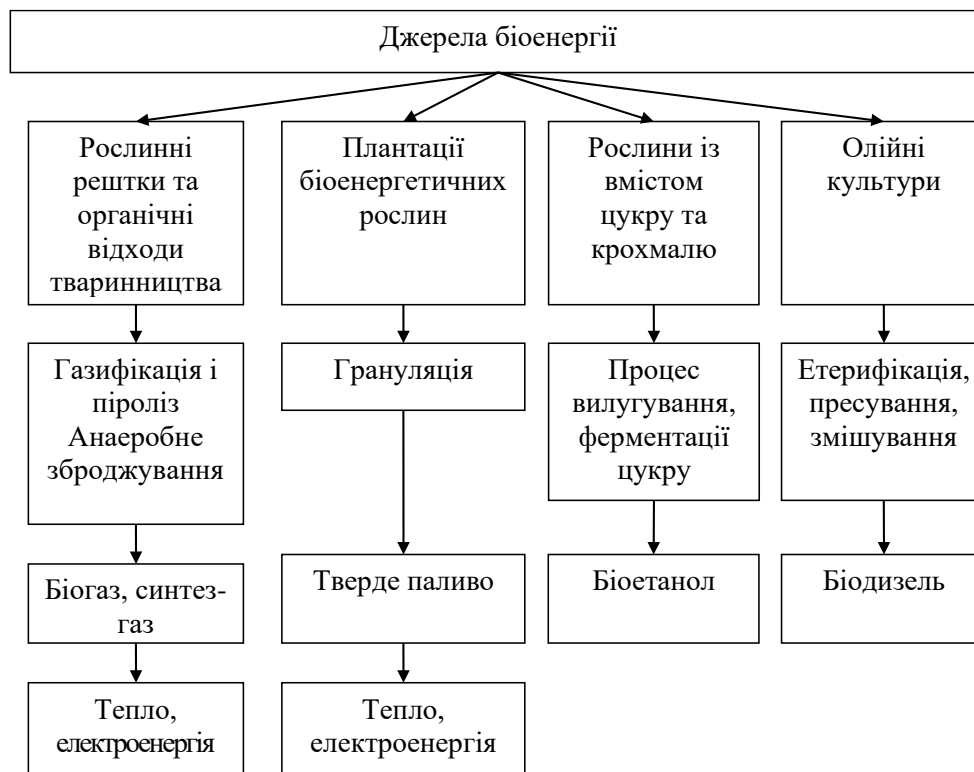


Рисунок 1 – Схема використання біосировини АПК Кіровоградської області на енергетичні потреби

Насамперед, слід звернути увагу на біометан, що утворюється в процесі анаеробного бродіння органічних відходів. Він має ряд переваг, порівняно із іншими джерелами отримання біоенергії. По-перше, його виробництво не потребує значний перетворень вихідної сировини, порівняно із біопаливом. По-друге, біометан має безліч важливих напрямків використання. Це і опалення приміщень, і виробництво електроенергії за рахунок його спалювання в когенераційних установках, і отримання газоподібного палива.

Значний біоенергетичний потенціал Кіровоградської області зосереджено також в рослинництві. І це не лише солома, а й вирощування біоенергетичних рослин, переробка відходів та інше. Перспективними напрямками є також інноваційні технології виробництва біопалива 2-го та наступних поколінь, що можна отримувати, передусім, із відходів рослинної біомаси, і таким чином, забезпечити повний замкнутий екологічний цикл виробництва та споживання біопалива, не порушуючи рівноваги агросфери в цілому та не зменшуючи площі під продовольчими сільськогосподарськими культурами.



УДК 631.363.2

## ДО МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВАЛЬЦЬОВОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ ТА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

**Кузьменко В.Ф.**<sup>1</sup>, завідувач лабораторії, ORCID iD 0000-0002-3474-939X

**Пономаренко О.В.**<sup>1</sup>, провідний інженер,

**Онiщенко В.Б.**<sup>2</sup>, доцент, ORCID iD 0000-0003-3742-5195,

**Холодюк О.В.**<sup>3</sup>, доцент, ORCID iD 0000-0002-4161-6712

<sup>1</sup>*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН;*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів та природокористування,*

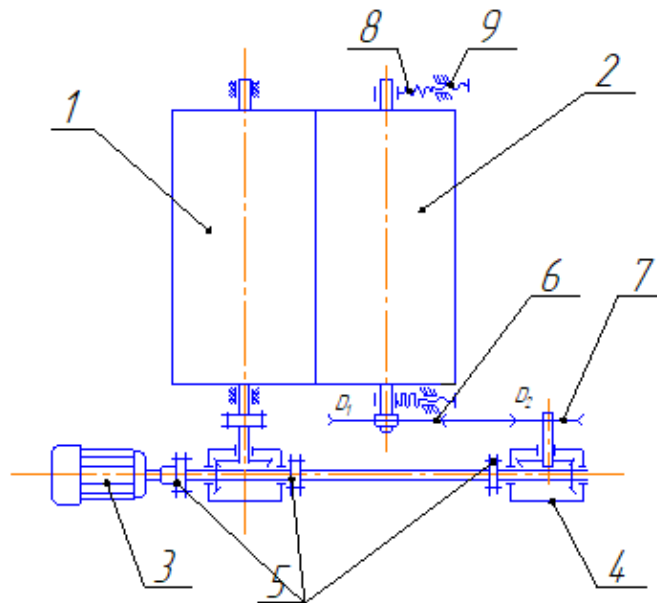
<sup>3</sup>*Вінницький національний аграрний університет*

Для ефективного утримання високопродуктивних молочних корів обов'язковим є нормована годівля якісними кормами. Важливим компонентом раціону є кукурудза, яка забезпечує його енергетичний рівень, а поживні речовини її легко засвоюються. Поживність зерна кукурудзи складає 1,3 к.о., що на 30 % вище за зерно ячменю. Кукурудза згодовується як у вигляді силосу (ВРХ), так і у концентрованому стані: подрібнена консервована зерностержнева суміш (ВРХ, свинопоголів'я на відгодівлі), консервоване зерно кукурудзи (складова концентрованих кормів) [1, 2].

Для подрібнення зерна та качанів кукурудзи використовуються, як молоткові подрібнювачі, так і вальцьові. Причому вальцьові подрібнювачі

широко використовуються в кормозбиральних комбайнах, пропускаючи через себе всю порізану сировину, подрібнюючи при цьому цілі зерна кукурудзи та розщеплюючи стебла.

Нами перевірено показники роботи вальцювального подрібнювача при подрібненні цілих качанів та подрібненої кукурудзяної маси. Схема експериментальної установки наведено на рис. 1.



1, 2 – вальці, 3 – електродвигун, 4 – редуктор конічний, 5 – муфта, 6, 7 – шків, 8 – пружина натискна, 9 – гвинт регулювання зусилля

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для вивчення подрібнення качанів кукурудзи

В подрібнювачі можливо змінювати зазор між вальцями, зусилля стискання вальців, колісні швидкості вальців (з використанням варіатора), різницю швидкості між вальцями (з використанням змінних шківів). Глибина рифів на вальцях складала 3,5 мм. Попередні дослідження при подрібненні цими вальцями з зазором понад 2,5 мм показали занижену частку зерна кукурудзи менше 4 мм. Для можливості вивчення на якість роботи форми та глибини рифів, зменшення навантаження на пасову передачу, можливості збільшення різниці швидкостей вальців подрібнювач було модернізовано шляхом виготовлення ступінчастих вальців, зовнішній вигляд яких представлено на рис. 2. При проведенні досліджень маса з



транспортера - живильника подавалася в міжвальцьовий зазор лише досліджуваної пари вальців.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд модернізованих (ступінчастих) вальців

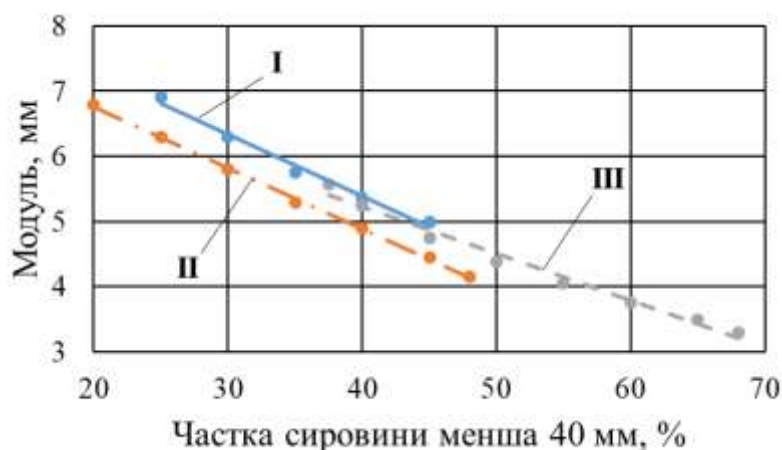
За такої конструкції вальців частина потужності, що циркулює в приводі, замикається безпосередньо у вальцях, не навантажуючи привод. Окрім розмірних та кінематичних параметрів кожна пара вальців має свої розмірні характеристики: кут нахилу рифів, їх глибина, довжина циліндричної спинки. Основні параметри вальців, що перевірялися, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Основні параметри та режими роботи вальців

Типо-розмір	Тихохідний валець		Швидкохідний валець		Глибина рифів, мм	Довжина вальця, мм
	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Діаметр, мм	Швидкість, м/с		
1	325	25,0	242	20,5; 24,3; 27,9; 31,7	0,82	500
2	300	23,1	300	25,4; 30,0; 34,6; 39,3	3,50	1000
3	242	18,5	325	27,5; 32,6; 37,6; 42,6	1,59	500

Оцінювання подрібнення качанів проводилося з використанням ситового аналізу по двом показникам:  $M$  – модуля подрібнення [3]. та  $P_4$  – масової долі зерностержневої суміші з розмірами частинок менше 4 мм.

Використання показника  $P_4$  пояснюється тим, що окремими зоотехнічними вимогами на годівлю тварин встановлюється саме цей показник. Як показує аналіз маси подрібненої вальцями ці показники корелюють між собою (рис. 3), причому залежність близька до зворотно пропорційної, а саме, чим менший модуль подрібнення, тим відповідно вища масова доля зерностержневої суміші з розмірами частинок меншими за 4 мм. Таким чином можливо знаючи один з показників переходити на інший з високою величиною достовірності.



1 – типорозмір I; 2 – типорозмір II; 3 – типорозмір III

Рисунок 3 – Кореляція між показниками якості подрібнення вальцями

Відмінності в показниках між типорозмірами 1,3 та 2 пояснюється відмінностями у вологості качанів кукурудзи, різним співвідношенням швидкостей.

Іншою особливістю при аналізі якості подрібнення є врахування вологості подрібнюваної сировини. Якщо маса, вологість якої при проведенні досліджень може коливатися в межах 3 – 5 %, подрібнюється дещо по різному, то просіювання на решетах однієї і тієї ж вологої та висушеної після подрібнення маси приводить до суттєвої відмінності в показниках (рис. 4).

Показники результатів ситового аналізу наведено в таблиці 2.

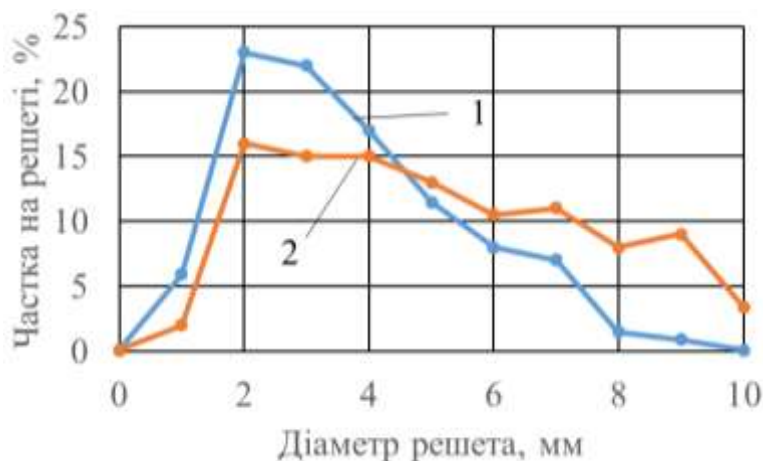


Рисунок 4 – Результати ситового аналізу вологої (залежність 1,  $W = 31,2\%$ ) та висушеної (залежність 2,  $W = 5,3\%$ ) маси

Таблиця 2 – Результати ситового аналізу вологої та висушеної маси

	Варіант 1	Варіант 2
Вологість, %	31,2	5,3
Модуль подрібнення, мм	4,37	3,16
Масова доля частинок розміром менше 4 мм, %	49,3	70,7

Таким чином, мінімальні значення показників подрібнення можливо визначати аналізуючи результати просіювання сухої маси. Це пояснюється тим, що значна кількість мілких частинок не відокремлюється від значно більших (зчеплюються, злипаються) і їх маса додається до маси часток більшого розміру. Отриманий результат викривлюється в сторону більших частинок. Однак для порівняння результатів по впливу того чи іншого параметра достатньо просіювання проб однієї вологості.

Вплив швидкості обертання вальців типорозміру II на якість подрібнення качанів кукурудзи представлено на рис. 5. Легко бачити, що зі збільшенням частоти обертання з 400 об/хв до 1500 об/хв кількість часток розміром менше 40 % (залежність 1) збільшується з 23 % до 48 % (в 2,08 рази), а залежність має прямопропорційний характер.

Зворотно пропорційний характер має вплив частоти обертання на модуль подрібнення качанів кукурудзи (залежність 2). Із збільшенням частоти обертання модуль подрібнення зменшується з 7,8 мм до 5,5 мм, тобто в 1,41 рази, тобто якість подрібнення покращується.

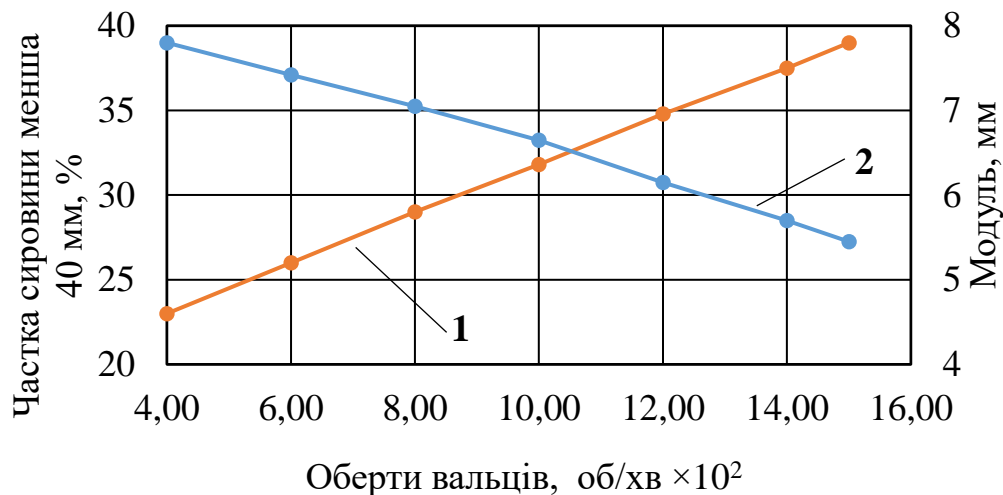


Рисунок 5 – Вплив швидкості обертання вальців на якість подрібнення качанів кукурудзи

Зменшення розмірів часток при подрібненні вальцями пояснюється збільшенням швидкості деформації при подрібненні качанів.

Таким чином, розроблено експериментальний вальцьовий подрібнювач конструкція якого дозволяє досліджувати вплив зазора між вальцями, зусилля стискання вальців, колові швидкості вальців (з використанням варіатора), різницю швидкості між вальцями (з використанням змінних шківів).

Збільшення швидкості обертання вальців призводить до зменшення розмірних характеристик подрібнених качанів кукурудзи.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кулик М.Ф., Бабійчук М.В., Хіміч В.В. Рациональное використання зерна в годівлі сільськогосподарських тварин. К.; Урожай, 1988, - 88с.
2. Погорілий Л.В., Банхазі Д., Ясенецький В.А. и др. Технологія приготування кормів з кукурудзи. М., Агропромиздат, 1987. – 287с.
3. ДСТУ 4877:2007 Корми подрібнені стеблові. Показники фракційного складу та методи визначення. Київ, 2008.



УДК 636.285.532.2

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСЕРВУВАННЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА У ГЕРМЕТИЧНИХ УМОВАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХІМІКО- БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

**Куликівський В.Л.**, к.т.н., доц., *kylikovskiyy@ukr.net*  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

**Постановка питання.** Консервування плющеного фуражного зерна із застосуванням різних препаратів набуло останніми роками значного поширення у практиці кормовиробництва. Даний спосіб дозволяє розпочати збирання зерна на 8...14 днів раніше, коли воно знаходиться на стадії початку воскової стиглості. У цьому разі продуктивні показники злакових на 14...19 % вищі, ніж в зерна, зібраного на стадії повної стиглості. Використання плющеного фуражного зерна дозволяє збільшити продуктивність тварин до 25 %. Застосування новітнього способу консервування зерна має гарантувати безпеку тварин та не забруднювати навколишнього середовища, дозволяючи водночас знизити собівартість технологічного процесу.

**Короткий огляд стану досліджень.** Герметизація зерна у сховищі потрібна для того, щоб уникнути самозігрівання зернової маси та запобігти розвитку небажаної мікрофлори [1]. Для цього технологією передбачено ретельне трамбування зерна, швидке заповнення та закривання сховищ, що виключають потрапляння повітря. Зберігання вологого плющеного зерна в герметичних умовах дозволяє забезпечити його поживність близькою до вихідної. При звичайному силосуванні вологого зерна не допускається пліснявіння та гниття [2]. Втрати поживних речовин у процесі зберігання не повинні перевищувати 20 %. У разі використання консервантів втрати поживних речовин можна звести до мінімуму.

**Виклад основного матеріалу.** Технології та створені на їх основі технологічні лінії виробництва плющеного корму для різних груп тварин як з вологого, так і сухого зернового матеріалу, мають наступні особливості:

- плющення фуражного зерна з наступним внесенням до нього консерванту в полі (обмолочене зерно безпосередньо в полі завантажують у пристрій, яким проводять його плющення та обробку консервантом (для

вологого зерна), потім транспортують корм на склад, закладають на зберігання та герметизують);

- плющення зерна з подальшим внесенням консерванту на стаціонарному пункті (дозволяє отримати високу продуктивність і якість продукту, що досягається за рахунок застосування на стаціонарному пункті різного допоміжного обладнання та раціональної організації технологічного процесу);

- плющення та консервування фуражного зерна в полімерний рукав (являє собою плющення вологого зерна з подальшим внесенням до нього консерванту і наступним укладанням у силосний мішок (рис. 1).



Рисунок 1 – Технологія консервування зерна в полімерний рукав

Дослідження технічних засобів для плющення сухого та вологого зерна дозволяють зробити висновок, що найбільш перспективний спосіб підготовки корму здійснюється агрегатом, який містить: плющильний пристрій з обладнанням для внесення консервантів; пакувальник (пресувальник) кормів у полімерний рукав; мобільний енергетичний засіб.

Внесення консерванту застосовують для найкращого збереження фуражного зерна, шляхом використання різних хімічних чи біологічних препаратів. Встановлено, що поживна цінність ячменю, обробленого хімічними консервантами, згідно з технологією, вища на 10 %, ніж фуражного зерна, підготовленого звичайним способом (силосування, сушіння).

Для задоволення вимог, що ставляться до даної технологічної операції, слід особливу увагу приділяти: точності дозування консерванту в оброблюваному матеріалі; забезпеченню рівномірного потоку зерна у плющильному пристрої; якості перемішування консерванту із зерном.

**Висновки.** Хіміко-біологічне консервування дає гарний результат лише в тому випадку, коли забезпечується достатнє розпилювання препаратів під час обприскування і практично кожне окреме зерно покривається тонкою плівкою кислоти. Внесення консерванту менше рекомендованої дози не забезпечує необхідного захисного ефекту, а при передозуванні відбувається значне зростання вартості технологічного процесу. Даний метод доцільно застосовувати лише при ретельному виконанні рекомендованої технології, а робота з кислотами потребує дотримання спеціальних правил техніки безпеки.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кирпа М. Я., Базілева Ю. С., Лупітько О. І. Нетрадиційні методи зберігання зерна для виробництва органічної продукції. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7. С. 73–78.
2. Постельга К., Сліпенька В. На шляху створення ефективного обладнання для зберігання зерна. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 10-11 (108). С. 22–27.





УДК 631.356.4

## РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ВИПРОБУВАНЬ ТРАНСПОРТЕРНОГО КАЛІБРУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ БУЛЬБ КАРТОПЛІ

**Куликівський В.Л.**, к.т.н., *kylikovskiyy@ukr.net*, доцент,

**Боята В.О.** студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Виробничі випробування експериментальної стрічкової калібрувальної установки проводилися в ТОВ "Агрофірма Брусилів" Житомирського району Житомирської області в осінній період 2023 року.

Картоплю вручну подавали на подавальний транспортер шириною 0,8 м. Подача матеріалу на робочий орган у середньому становила 22,8 т/год. Дослідження на пошкоджуваність бульб транспортерним сортувальним пристроєм проводилися на території картоплесховища ТОВ "Агрофірма Брусилів" на картоплі сорту "Джеллі".

Картопля була доставлена до місця проведення дослідів у картонних ящиках. Температура навколишнього середовища цього дня становила 16-20 °С. Шкірка бульб була не достатньо зміцнілою. Рівномірне завантаження картоплі на живильний транспортер у процесі експерименту і вивантаження відсортованих фракцій у картонні коробки, для зменшення пошкоджень під час вивантаження, забезпечило отримання найбільш точних результатів експериментальних даних. Як показали результати експерименту, ушкодження не перевищують 3,86 %, спостерігається тільки обдирання шкірки (бульби з обдиранням шкірки до ¼ поверхні до ушкоджених не відносяться), а тріщини, розриви м'якоті та внутрішні ушкодження відсутні. Детальнішу інформацію наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Кількість пошкоджень бульб робочими органами, %

Обдирання шкірки з поверхні, %					
до	1/4	от 1/4 до 1/2		більше 1/2	
кількість	маса	кількість	маса	кількість	маса
18	15,87	0,82	0,72	0	0

Під час порівняння пошкоджуваності бульб пропонованої машини з транспортерним сортувальним пристроєм із серійно випускаємим



роликівим сортуванням РКС – 10 у складі картоплесортувального пункту КСП, використовувалися середні дані пошкоджень бульб картоплі сортувальним пристроєм за роботами Р.І. Останіна, М.Ю. Васильченка та С.П. Ігнат'єва, ушкоджень менше в 4,42 рази.

Таблиця 2 – Кількість пошкоджених бульб роликівим сортуванням

Обдирання шкірки з поверхні, %			С тріщинами довжиною більше 20 мм, %
до 1/4	від 1/4 до 1/2	більше 1/2	
76,81	8,87	3,35	1,84

Сортування в осінній період проведено у сховищі ТОВ "Агрофірма Брусилів" Житомирського району Житомирської області (рис. 1).

Завантаження бульб на подавальний транспортер сортування здійснювали дві людини. Після чого бульби картоплі подаються на робочу поверхню сортування. Відкалібровані бульби з приймального лотка сортування подаються в контейнери, які надалі розвантажували вилочним навантажувачем. Продуктивність дослідного зразка сортування становила 20...24 т/год. За час проведення випробувань було перероблено близько 87 тонн картоплі без заміни вузлів і деталей, схильних до зносу. Неодноразове зняття проб під час перевірки стрічкового сортування показало точність сортування 90,6...96,2 %.



Рисунок 1 – Загальний вигляд лабораторної установки у виробничих умовах



УДК 637.02

## ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

**Куликівський В.Л., *kylikovskiyy@ukr.net*, Зінчук В.В.**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Вивчення процесів подрібнення і конструкцій подрібнювачів неодноразово проводилося багатьма авторами: Аюгіним М.П., Бойком В., Босим Є.С., Бремергом Г.І., Василенком І.Ф., Вольваком С.Ф., Горячкіним В.П., Єрмічовим В.О., Желіговським В.О., Зябловим В.О., Івашковим А.А., Кононовим Б.В., Кузьмовим М.Т., Куктою Б.М., Кузьмінім А.В., Курдюмовим В.І., Лемаєвою М.М., Ліпінським В.І., Матвеєвим О.І., Мейлахс І.І., Мещеряковим Б.В., Мішинським В.І., Мянде А.Е., Некрашевичем В.Ф., Новіковим Г.І., Прокопцевим П.І., Резніком М.Є., Сабліковим М.В., Свистуновим І.І., Тітенком А.В., Тищенком І.І., Улановим І.О., Шаповаловим В.І., Шухановим С.М., Ядревським О.П. тощо.

Проведений аналіз наукових праць засвідчив, що до основних параметрів, які впливають на енерговитрати та якість процесу подрібнення кормів, належать: швидкість різання, вид ріжучого інструмента та його розташування, геометричні параметри ріжучого інструмента і на сьогодні не існує єдиної думки про те, який тип ножів, їх розташування, спосіб різання застосовувати для цього процесу. Тому проведемо аналіз основних параметрів, що впливають на подрібнення.

Найбільший вплив на енерговитрати під час подрібнення має швидкість різання. Аналіз науково-технічної та патентної літератури показує: збільшення швидкості різання веде до зниження витрат енергії на процес подрібнення. Так, наприклад, під час подрібнення листостеблової маси і рисової соломи Н.Є. Резніком і Н. Ахметовим доведено, що питома робота різання знижується при збільшенні швидкості різання.

Вибір різального інструменту (пуансон, різець або лезо) здійснюють залежно від особливостей взаємодії різального інструменту і матеріалу. Різання тим чи іншим інструментом ефективніше застосовувати для конкретної групи матеріалів. Для подрібнення м'яких матеріалів найефективніший вид різання лезом. При цьому витрати енергії на процес подрібнення мінімальні.

М.А. Барсов, досліджуючи подрібнення кісток сільськогосподарських тварин, показав, що ефективніший у даному випадку вид різання різцем, а застосування леза призводить до зростання енерговитрат у середньому на 30 %. Низка вчених встановили, що зміна кута заточування ножа в діапазоні 30... 90 ° призводить до збільшення зусилля різання приблизно в 1,4 раза. Як найбільш оптимальне значення можна рекомендувати кут заточування ножа 12...22 °.

Одним із важливих параметрів різального інструменту є кут ковзання. Думки про вплив кута ковзання на витрати енергії неоднозначні, а часом і протилежні. Проаналізувавши експериментальні дані вчених можна дійти висновку, що оптимальний кут ковзання леза лежить у межах 25...60 °.

Одним із критеріїв оцінки роботи машин для подрібнення продуктів є зусилля різання або питомі витрати. При визначенні зусилля різання в основі лежить формула, виведена В.П. Горячкіним:

$$P = P_o + P_\delta + P_V, \quad (1)$$

де  $P$  – загальний сумарний опір різанню;

$P_o$  – деякий постійно діючий опір;

$P_\delta$  – опір, що характеризує зусилля, яке витрачається на деформацію стружки;

$P_V$  – опір, що характеризує зусилля, яке витрачається на відокремлення стружки і надання їй кінетичної енергії.

З виразу видно, що загальний опір різанню складається з трьох частин: деякий постійно діючий опір, що не залежить від часу; опір, який характеризує зусилля, що витрачається на деформацію стружки зрізаючого шару, у функції поперечного перерізу; зусилля, що витрачається на відкидання відрізаної стружки в бік зі швидкістю, яка дорівнює  $V$ .

Остальцев В. П. пропонує використовувати формулу (1) у вигляді:

$$P = P_o + K \cdot a \cdot \Delta + \varepsilon \cdot a \cdot \Delta \cdot V^2, \quad (2)$$

де  $K$  – коефіцієнт деформації, віднесений до одиниці площі поперечного перерізу зрізаного шару;

$\Delta$  – ширина і товщина шару, що зрізається, відповідно, м;

$V$  – лінійна швидкість різання, м/с;

$\varepsilon$  – коефіцієнт.

Г. І. Новіков присвятив свої дослідження процесу утворення стружки та аналізу основних співвідношень її елементів. Згідно з отриманими результатами Новікова стружка під час різання коренеплодів за формою аналогічна стружці, яку отримують під час різання тендітних металів, або дерева, або задернілого ґрунту тощо. Г. М. Новіков у своїх дослідженнях підтвердив прийнятність використання раціональної формули В. П. Горячкіна під час дослідження процесу різання коренебульбоплодів, а також показав, що форма і розміри ріжучого інструмента мають істотний вплив на силу різання.

Для оцінки енергоефективності роботи агрегату використовується узагальнений показник, який називають питомою енергоємністю операції.

$$\Theta = \frac{W}{Q\lambda}, \quad (3)$$

де  $W$  – споживана електродвигуном подрібнювача потужність;

$Q$  – продуктивність подрібнювача;

$\lambda$  – ступінь подрібнення.

В. І. Липинський, досліджуючи процес подрібнення коренеплодів у розробленому апараті з кільцевими ножами, що являє собою розташований на рамі кожух циліндричної форми з нерухомими ножовими кільцями усередині, у нижній частині яких встановлено диск із лопатями, визначив питому енергоємність процесу подрібнення за формулою:

$$\Theta = \frac{M_B \cdot \omega}{102 \cdot Q}, \quad (4)$$

де  $\Theta$  – питома енергоємність процесу подрібнення, кВт×год/т;

$M_B$  – момент обертання, необхідний для подолання опору в апараті для подрібнення;

$\omega$  – кутова швидкість диска, с<sup>-1</sup>;

$Q$  – пропускна здатність установки, т/год.

Як показують попередні дослідження використовуючи отриману залежність, можна визначати складові енерговитрат розробленого ним подрібнювача з кільцевими ножами.

В. І. Липинський в експериментах показав, що на тертя об диск і лопатки витрачається 3...5 % від усієї енергії, що витрачається, на різання – 80...85 % і на деформацію і переміщення – 12...15 %.

Б. В. Кононов і А. В. Титенок, досліджуючи процес у подрібнювачі корене-бульбоплодів у пристрої з вертикальним транспортером зі скребками і пакетом паралельних, встановлених під кутом до транспортера, ріжучих елементів і струн дійшли висновку про відповідність складових сили теоремі В.П. Горячкіна.

І. І. Тищенко та О. П. Ядревський, розробивши подрібнювач коренеплодів із дисковим ножом і дослідивши процес різання, пропонують загальне зусилля подрібнення коренеклубнеплодів визначати за формулою:

$$F = F_{рез} = F_1 + F_2 \cdot \cos\beta, \quad (5)$$

де  $F_{рез}$  – сума сил, що витрачається на руйнування зв'язків у коренеплодах і відгинання скибочок;

$F_1$  – сила тертя між опорною гранню ножа і коренеплодом;

$F_2$  – сила тертя між робочою гранню ножа і скибочками, що відрізаються;

$\beta$  – кут заточування ножа.

Курдюмов В. І. і Хабарова В. В. для подрібнювачів транспортерно-ножового типу з вібруючими ножами вивели залежність потужності, необхідної для різання:

$$W_0 = \frac{v_{mp} \left( F_{mp,в} \cos \frac{\beta}{2} + P_{рез,в} \sin \frac{\beta}{2} \right)}{360\eta} + \frac{v_{mp} l_n g m_{ноз}}{360\eta} + \frac{2 \cdot (m_{на} + m_{н}) (\pi f_v A)^2}{l} + \frac{v_{mp} K_p ((m_1 + m_2) g + N_1)}{360\eta} \quad (6)$$

де  $v_{mp}$  – швидкість транспортера, м/с;

$F_{mp,в}$  – сила тертя вібрації, Н;

$P_{рез,в}$  – сила різання з вібрацією, Н;

$l_n$  – відстань між роликками транспортера, м;

$m_{ноз}$ ,  $m_{пл}$ ,  $m_n$  – відповідно маса погонного метра транспортера, плити та ножів, кг;

$f_v$  – частота коливань, Гц;

$A$  – амплітуда коливань, м;

$K_p$  – коефіцієнт опору перекочуванню коренеплоду;

$m_1$ ,  $m_2$  – маса подрібнюваного матеріалу та поверхні транспортування відповідно, кг;

$\eta$  – ККД приводу;  
 $t$  – час подрібнення.

Проведений аналіз наукових праць, присвячених процесу подрібнення коренебульбоплодів, показує, що зусилля різання і потужність, що витрачається на нього, залежать від великої кількості чинників, і немає єдиної думки про дію цих чинників на процес різання коренеплодів.

Таким чином, процес подрібнення коренебульбоплодів потребує додаткових досліджень.



УДК 631.363

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШУВАЛЬНОГО ВУЗЛА З ТЕОРЕТИЧНО ВИЗНАЧЕНИМИ КОНСТРУКЦІЙНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЗМІШУВАЧА-ФЕРМЕНТОРА**

**Куликівський В.Л.**, к.т.н., доцент, **Острогляд В.О.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Дослідження впливу конструкційних параметрів на робочі показники макета змішувача. Для підтвердження результатів теоретичних досліджень, спрямованих на визначення конструкційних параметрів макета змішувача, проведено експериментальні дослідження їхнього впливу.

З метою дослідження впливу часу змішування на критерії оптимізації експерименти проводили на різних частотах обертання змішувального вузла. Результати однофакторних експериментів із вивчення впливу частоти обертання змішувального вузла та часу змішування  $t_{\text{на}}$  коефіцієнт неоднорідності  $\nu$  представлено у вигляді графіків (рис. 1).

Аналіз залежностей показує, що зі збільшенням частоти обертання змішувального органу, час змішування зменшується. Причому найбільший вплив має частота обертання в межах від 30 до 40  $\text{хв}^{-1}$  на інтервалі 40...100 с.

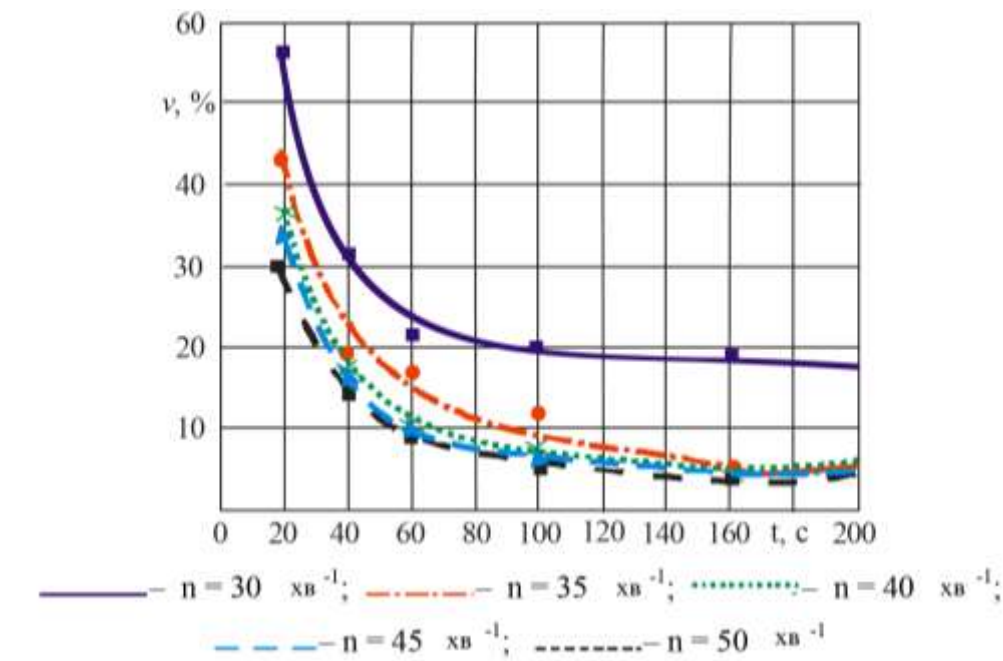


Рисунок 1 – Вплив частоти обертання змішувального органу на якість змішування

Через 40 с після початку процесу змішування коефіцієнт неоднорідності суміші за  $n = 40 \dots 50 \text{ хв}^{-1}$  досягав припустимих зоотехнічними вимогами норм  $v = 15 \%$ , а при збільшенні тривалості змішування впродовж ще 100 с він становив близько 5 % і надалі змінювався з незначними коливаннями. Тобто перші 40 с роботи спостерігалось конвективне змішування, далі воно протікало за рахунок явища дифузії, і після 160 с роботи спостерігали явище сегрегації.

За частоти обертання  $n = 35 \text{ хв}^{-1}$  якість суміші, за якої  $v = 15 \%$  досягається через 60...70 с після початку змішування, а  $v = 5 \%$  - через 160 с.

За частоти обертання вала змішувача  $30 \text{ хв}^{-1}$  необхідна якість суміші не забезпечується навіть протягом 7 хв роботи.

Аналізуючи отримані результати, можна зазначити, що зі збільшенням частоти обертання приводного вала змішувача з 40 до  $50 \text{ хв}^{-1}$  коефіцієнт варіації змінюється незначно. У зв'язку з цим побудовано залежності, що характеризують зміну питомих енерговитрат від частоти обертання в момент часу, за якого коефіцієнт неоднорідності суміші становив 5 і 15 % (рис. 2).

Як видно з графіків (рис. 2), найменша енергоємність спостерігається за  $n = 35 \text{ хв}^{-1}$  (для  $v = 5 \%$ ) і  $n = 40 \text{ хв}^{-1}$  (для  $v = 15 \%$ ), а зі збільшенням частоти обертання спостерігається їхнє зростання, що пов'язано зі збільшенням опору змішувального матеріалу.



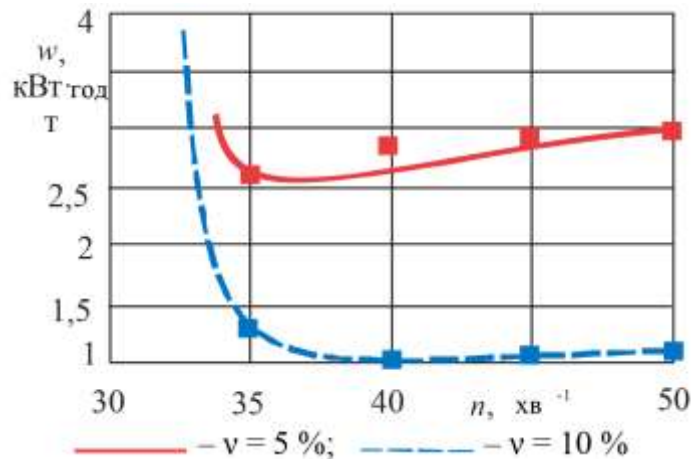


Рисунок 2 – Вплив  $n$  на питому енергоємність

Під час проведення лабораторних досліджень визначено вплив кута  $\theta$  конуса косою гелікоїда шнеків змішувального вузла. За результатами дослідів побудовано графіки, що характеризують вплив кута  $\theta$  шнеків і частоти обертання вала (за  $n = 35, 40, 45 \text{ хв}^{-1}$ ) на коефіцієнт неоднорідності (рис. 3) за часу змішування 100 с (в обраний період часу коефіцієнт неоднорідності відповідав зоотехнічним вимогам за  $\theta = 90^\circ$  на всіх досліджуваних частотах обертання змішувального вузла).

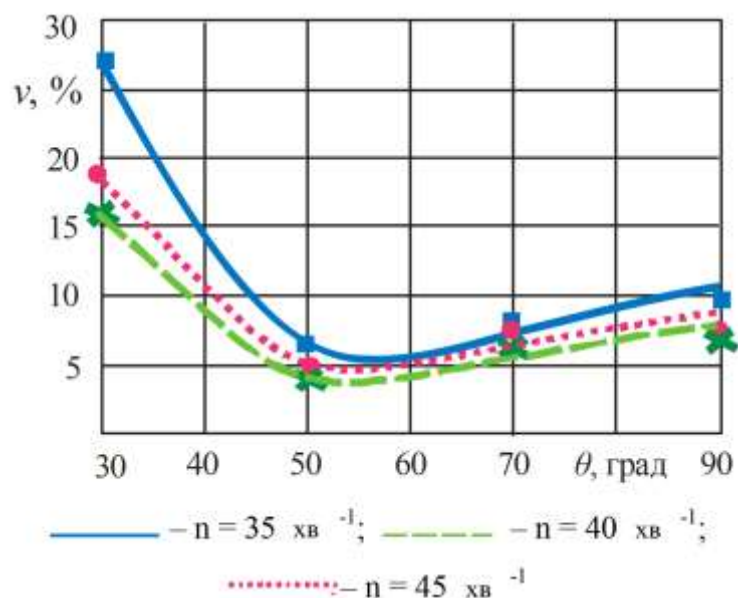


Рисунок 3 – Вплив кута  $\theta$  конуса гелікоїда шнеків і  $n$  на коефіцієнт неоднорідності суміші

Як видно з графіків (рис. 3), зі збільшенням  $\theta$  з 50 до  $90^\circ$  на всіх досліджуваних режимах коефіцієнт неоднорідності зростає на 52...67 %.



За кута конуса гелікоїда, що дорівнює  $30^\circ$ , коефіцієнт варіації вищий за 15 %. Це пов'язано зі зменшенням осьової сили, що призводить до погіршення умов змішування.

Найкращі результати досягаються при змішуванні шнеками з кутом конуса гелікоїда  $50^\circ$ . Для порівняння енергоефективності побудовано порівняльні графіки для цього випадку за різних частот обертання (рис. 4).

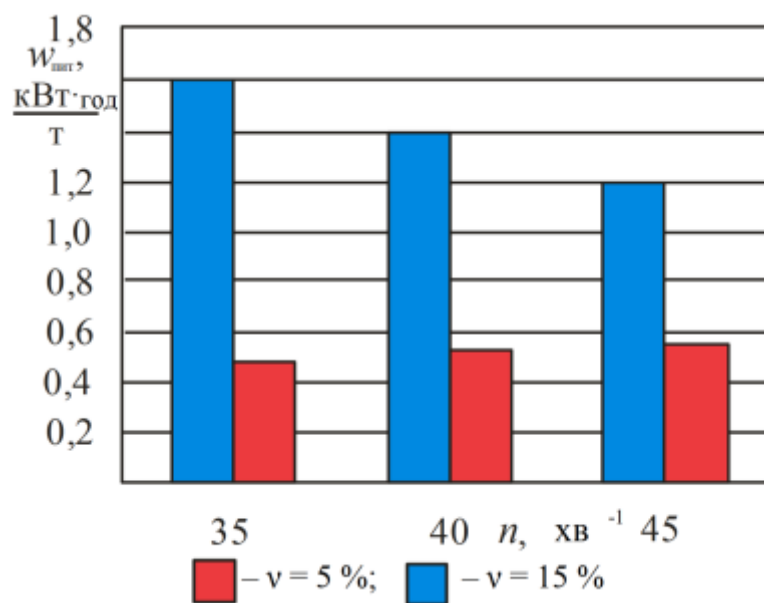


Рисунок 4 – Вплив  $n$  на питомі енерговитрати за використання шнеків із кутом  $\theta$  конуса гелікоїда  $50^\circ$

Питоми енерговитрати досягають найменшого значення за  $n = 35$  хв<sup>-1</sup> для  $v = 15$  % і  $n = 45$  хв<sup>-1</sup> для  $v = 5$  % і становлять відповідно 0,46 і 1,2 кВт·год/т.

Для дослідження впливу часу змішування на якість суміші проведено досліді зі шнеками з кутом  $\theta$  конуса гелікоїда  $50^\circ$  за  $n = 35, 40, 45$  хв<sup>-1</sup> (рис. 5). Найменший час змішування, за якого  $v$  становить 5 %, спостерігається за  $n = 45$  хв<sup>-1</sup> і становить 80 с. За  $n$ , що дорівнює 40 і 35 хв<sup>-1</sup>, час змішування, відповідно, 100 і 130 с.

У результаті проведених дослідів можна рекомендувати такі значення параметрів:  $n = 45$  хв<sup>-1</sup>,  $\theta = 50^\circ$ , час змішування  $t = 60 \dots 100$  с.

Оптимізація параметрів змішувача для змішування сипучих кормів. З метою визначення оптимальних параметрів, що впливають на критерії роботи змішувача, було проведено багатофакторні експерименти за допомогою методів планування.

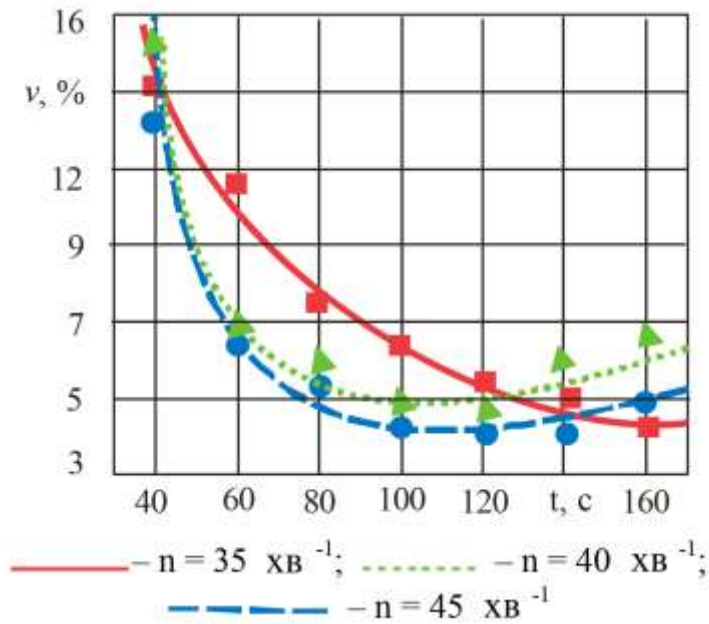


Рисунок 5 – Зміна коефіцієнта неоднорідності суміші за використання шнеків із кутом  $\theta$  конуса гелікоїда  $50^\circ$  залежно від  $n$  і часу змішування

За попередніми дослідженнями було встановлено межі варіювання частоти обертання змішувального органу, кута конуса гелікоїда шнеків, часу змішування. Тому оптимізаційні експерименти проводили за таких значень цих параметрів:

- частота обертання змішувального органу  $n = 45 \text{ хв}^{-1}$ ;
- кут конуса гелікоїда  $\theta = 50^\circ$ .

Як досліджувані фактори використовували висоту витків зовнішнього і внутрішнього шнеків  $h_2$  і  $h_3$  відповідно, крок витків  $S_2$  зовнішнього і  $S_3$  внутрішнього шнеків. Час змішування змінювали в межах  $t = 60 \dots 100 \text{ c}$ .

Якість роботи змішувача оцінювали коефіцієнтом неоднорідності  $v$  суміші та питомими енерговитратами  $w_{\text{пит}}$ .

Для виявлення ступеня значущості кожного з досліджуваних факторів і виключення незначущих було реалізовано напіврепліку повного факторного експерименту першого порядку для 5 факторів.

Після опрацювання результатів експерименту отримано адекватні моделі регресії, які описують вплив досліджуваних факторів на критерії роботи змішувача:

$$\begin{aligned}
y_1 = & 7,43 - 0,55 \cdot x_1 - 0,1 \cdot x_2 + 0,57 \cdot x_3 - 0,83 \cdot x_4 - 1,38 \cdot x_5 - \\
& - 0,03 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,04 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,01 \cdot x_1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_1 \cdot x_5 - \\
& - 0,01 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,01 \cdot x_2 \cdot x_4 - 0,2 \cdot x_2 \cdot x_5 - 0,02 \cdot x_3 \cdot x_4 - \\
& - 0,32 \cdot x_3 \cdot x_5 + 0,08 \cdot x_4 \cdot x_5
\end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
y_2 = & 1,21 + 0,14 \cdot x_1 - 0,02 \cdot x_2 - 0,31 \cdot x_3 - 0,24 \cdot x_4 + 0,39 \cdot x_5 - \\
& - 0,04 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,03 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,1 \cdot x_1 \cdot x_4 - 0,003 \cdot x_1 \cdot x_5 - \\
& - 0,05 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,06 \cdot x_2 \cdot x_4 + 0,02 \cdot x_2 \cdot x_5 + 0,009 \cdot x_3 \cdot x_4 - \\
& - 0,06 \cdot x_3 \cdot x_5 - 0,03 \cdot x_4 \cdot x_5
\end{aligned} \tag{2}$$

Розрахунок оцінок коефіцієнтів регресійних моделей, оцінку їхньої значущості, перевірку адекватності отриманих моделей проводили на персональному комп'ютері в програмі Portable Statgraphics Centurion 15.2.11.0. Перевірка адекватності отриманих моделей показала, що моделі адекватно з 95 % довірчою ймовірністю описують досліджуваний процес і можуть бути прийняті для його опису.

Мінімальне значення, що дорівнює 4,3 %, коефіцієнт неоднорідності набуває за таких значень досліджуваних факторів:  $x_1=1$  ( $h_2=75$  мм),  $x_2=0,996$  ( $h_2=49$  мм),  $x_3=-1$  ( $S_2=80$  мм),  $x_4=1$  ( $S_3=120$  мм),  $x_5=1$  ( $t=120$  с). При цьому питомі енерговитрати становлять  $w_{num} = 1,75$  кВт/год.

Аналізуючи отримані моделі, можна зазначити, що найбільший вплив на критерії оптимізації чинить фактор  $x_5$  - час змішування, меншою мірою впливають кроки витків - фактори  $x_3$  і  $x_4$ . Висота витків внутрішнього (фактор  $x_1$ ) і зовнішнього (фактор  $x_2$ ) шнеків не чинить суттєвого впливу на критерії роботи змішувача, а в разі питомих енерговитрат є незначущим фактором і може бути зафіксована на максимальних значеннях - 75 і 50 мм відповідно.

Для оптимізації факторів  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_5$  було реалізовано експеримент другого порядку для трьох факторів.

Після реалізації дослідів і опрацювання отриманих результатів побудовано моделі регресії:

$$\begin{aligned}
y_1 = & 4,7 + 0,52 \cdot x_3 + 1,28 \cdot x_4 - 0,82 \cdot x_5 - 0,93 \cdot x_3^2 - 0,19 \cdot x_3 \cdot x_4 + 0,13 \cdot \\
& x_3 \cdot x_5 + 3,89 \cdot x_4^2 - 0,1 \cdot x_4 \cdot x_5 + 2,21 \cdot x_5^2
\end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
y_2 = & 0,99 - 0,34 \cdot x_3 - 0,34 \cdot x_4 + 0,4 \cdot x_5 + 0,29 \cdot x_3^2 + 0,25 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,31 \cdot \\
& x_3 \cdot x_5 + 0,19 \cdot x_4^2 - 0,29 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,03 \cdot x_5^2
\end{aligned} \tag{4}$$

Аналізуючи карту Парето для рівняння (3), визначили статично незначущі ефекти –  $x_3x_4$ ,  $x_3x_5$  і  $x_4x_5$ . Найбільший вплив на коефіцієнт неоднорідності має фактор  $x_4$  - крок витків  $S_3$  внутрішнього шнека. Під час тестування на статистичну значущість кожного ефекту шляхом зіставлення середнього квадратичного відхилення з експериментальною помилкою виявлено, що 6 ефектів мають значення  $p$  менше за 0,05, вказуючи на те, що вони суттєво відрізняються від нуля за 95,0 % рівня довіри. Ступінь достовірності апроксимації отриманої моделі регресії  $R_2$  становив 99,72 %.

У результаті проведеного аналізу отриманих моделей регресії виявлено, що вони є адекватними і доволі повно відображають реальні залежності.

Мінімальне значення коефіцієнта неоднорідності в досліджуваній області спостерігається за  $x_3 = -1,0$ ,  $x_4 = -0,19$ ,  $x_5 = 0,21$  і становить за цих значень  $v = 3$  %.

Найбільший вплив на питомі енерговитрати чинить фактор  $x_5$  – час змішування. Збільшення тривалості змішування призводить до зростання витрат електроенергії. Кроки витків шнеків впливають меншою мірою, їх збільшення спричиняє зниження критерію оптимізації. Незначущим ефектом у цьому разі виявився  $x_5^2$ . Мінімальне значення критерію  $y_2$  в досліджуваній області спостерігається за  $x_3 = -0,02$ ,  $x_4 = 0,14$ ,  $x_5 = -1$  і становить за цих значень  $w_{num} = 0,62$ кВт·год/т.

Після виключення незначущих ефектів моделі (3) і (4) набувають вигляд:

$$y_1 = 4,7 + 0,52 \cdot x_3 + 1,28 \cdot x_4 - 0,82 \cdot x_5 - 0,93 \cdot x_3^2 + 3,89 \cdot x_4^2 + 2,21 \cdot x_5^2 \quad (5)$$

$$y_2 = 1 - 0,34 \cdot x_3 - 0,34 \cdot x_4 + 0,4 \cdot x_5 + 0,29 \cdot x_3^2 + 0,25 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,31 \cdot x_3 \cdot x_5 + 0,19 \cdot x_4^2 - 0,29 \cdot x_4 \cdot x_5 \quad (6)$$

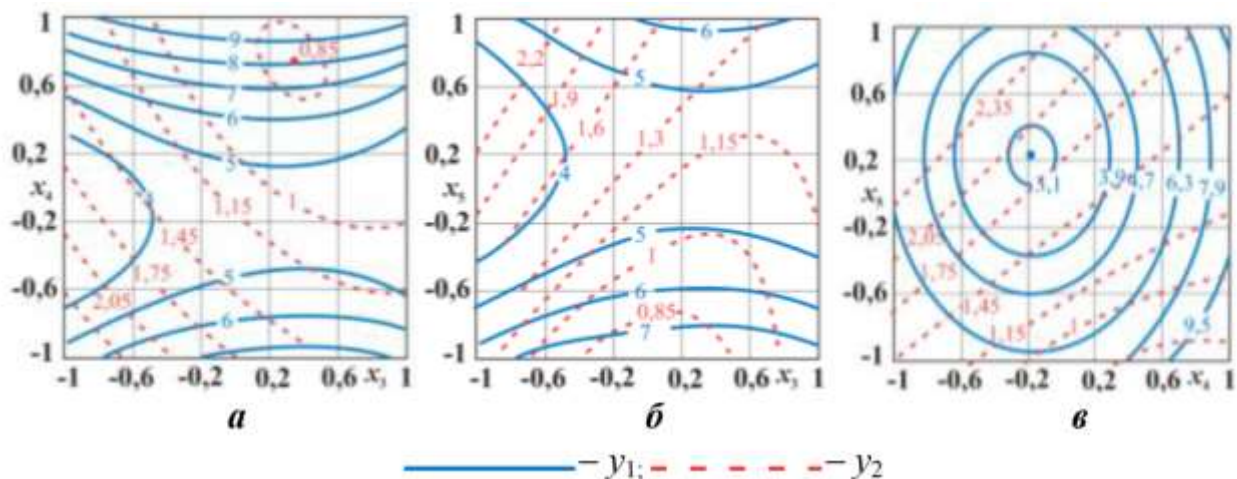
У результаті аналізу обидві моделі визнано адекватними і їх можна використовувати при описі зміни критеріїв оптимізації. Ступінь достовірності апроксимації моделей (5) і (6)  $R_2$  склав відповідно 99,47 і 99,7 %.

Аналіз поверхонь відгуку показує, що якість суміші, що задовольняє зоотехнічні вимоги, досягається в ділянці, обмеженій значеннями:  $x_3 = -1 \dots 1$ ,  $x_4 = -0,8 \dots 0,4$ ,  $x_5 = -0,6 \dots 1$ . Коефіцієнт неоднорідності в цій області не перевищує 5 %.

З урахуванням мінімізації питомих енерговитрат у результаті накладення перерізів поверхонь відгуків отримано такі результати, за яких коефіцієнт неоднорідності не перевищує 5 %, а питомі енерговитрати набувають найменшого значення:  $x_3 = -0,4$  (що відповідає  $S_2 = 105$  мм),  $x_4 = 0,4$  ( $S_3 = 135$  мм),  $x_5 = -0,6 \dots -0,2$  ( $t = 84 \dots 108$  с). При цьому питомі енерговитрати приймають значення, що не перевищують 1,15 кВт·год/т.

У результаті проведених досліджень виявлено оптимальні значення досліджуваних параметрів, за яких якість готової суміші, що складається з сипких матеріалів, відповідає зоотехнічним вимогам (однорідність суміші становить не менш як 95 %), а витрати електроенергії, необхідні для приготування 1т суміші, не перевищують 1,2 кВт·год/т:

- частота обертання змішувального органа  $n = 45$  хв<sup>-1</sup>;
- кут конуса гелікоїда  $\theta = 50^\circ$ ;
- висота витків зовнішнього шнека  $h_2 = 50$  мм;
- висота витків внутрішнього шнека  $h_3 = 75$  мм;
- крок витків  $S_2$  зовнішнього шнека 105 мм;
- крок витків  $S_3$  внутрішнього шнека 135 мм;
- час змішування  $t = 84 \dots 108$  с.



а – кроків витків  $S_2$  зовнішнього та  $S_3$  внутрішнього шнеків; б – кроку витків  $S_2$  зовнішнього шнека та часу змішування  $t$ ; в – кроку витків  $S_3$  внутрішнього шнека та часу змішування  $t$

Рисунок 6 – Двовимірні перерізи поверхонь відгуків, що характеризують вплив на критерії оптимізації



УДК 664.72

## ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ БЛОКА КЕРУВАННЯ ПРИСТРОЄМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ПІДТРИМАННЯ В ЗАДАНОМУ СТАНІ РУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ

Куликівський В.Л. к.т.н., доцент, *kylikovskiyv@ukr.net*,

Яскажук В.О. студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Розроблено блок керування пристроєм оперативного контролю та підтримання в заданому стані рухомого шару зерновоо вороху за допомогою ультразвуку, електричну принципову схему якого представлено на рис. 1.

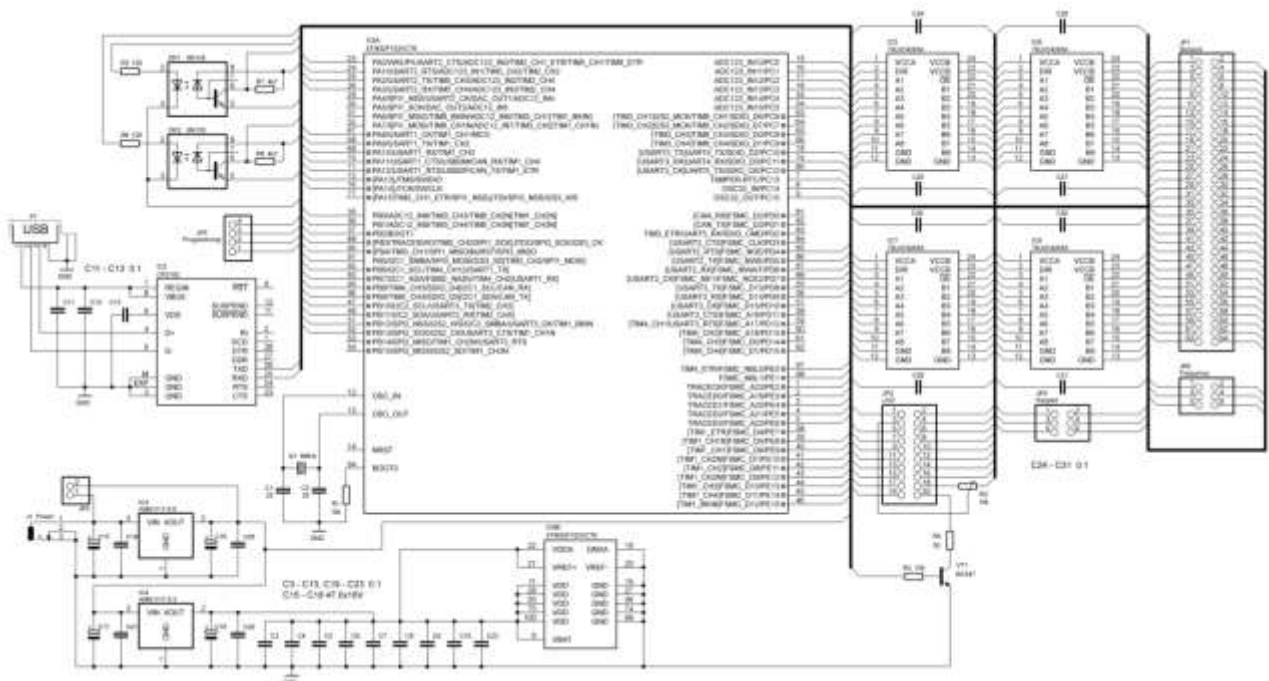


Рисунок 1 – Схема електрична принципова блока керування пристроєм оперативного контролю та підтримання в заданому стані рухомого зернового шару

Електроживлення блока керування здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В через блок живлення, що перетворює вхідну напругу змінного струму в постійну напругою 12 В. Оскільки електроживлення УЗ далекомірів і LCD-дисплея здійснюється від напруги

5 В, у схему блока керування ввімкнено лінійний стабілізатор напруги ІС3 типу AMS1117-5.0, що знижує напругу блока живлення з 12 В до 5 В. Для електроживлення мікроконтролера використовується лінійний стабілізатор ІС4 типу AMS1117-3.3, що знижує напругу живлення з 5 В до 3,3 В. Ступеневе зниження напруги 12 В до 3,3 В виконано з метою захисту стабілізатора ІС4 від перегріву, що призводить до виходу елемента з ладу, який може виникнути через велику різницю напруг на вході і виході та значний струм споживання. Принципові схеми вмикання стабілізаторів виконано відповідно до документації виробників.

Застосування мікроконтролерів у системах автоматичного керування дає змогу зменшити кількість елементів принципової схеми, зменшивши тим самим габарити пристрою, і розмістити всі елементи на одній друкованій платі. Це досягається завдяки гнучкому налаштуванню роботи мікроконтролера за допомогою мікропрограми, яку записують у його пам'ять.

Вибір мікроконтролера для розроблення блока автоматичного керування здійснювали за такими критеріями:

- керування значною кількістю УЗ-дальномірів із метою визначення оптимальної їх кількості;
- під'єднання п'ятикнопкової клавіатури для керування режимами роботи;
- керування двома частотними перетворювачами систем електроприводів вентилятора і живильного валика шляхом подачі імпульсного частотного сигналу;
- під'єднання графічного дисплея;
- наявність інтерфейсу для передавання даних зовнішньому пристрою (ПК);
- можливість внутрішньосхемного налагодження мікропрограми та її прошивки.

На основі цих критеріїв було обрано 32-х розрядний мікроконтролер ІС9 типу STM32F103VCT6. Використовуваний мікроконтролер дає змогу керувати УЗ далекомірами, подаючи на їхні входи Trig, сигнали запуску вимірювань і контролювати відповідь УЗ далекомірів, фіксуючи тривалості сигналів на виходах Echo.

Підключення УЗ далекомірів здійснюється через роз'єм JP1 (рис. 1). Гнучкість налаштування мікроконтролера дала змогу забезпечити керування УЗ-далекомірами та проводити аналіз прийнятих від них сигналів



за допомогою внутрішніх периферійних блоків, що входять до складу мікроконтролера. Єдиними зовнішніми елементами схеми керування УЗ далекомірами є шинні транслятори IC5-IC8 типу 74LVC4245A. Призначення цих елементів - двоспрямоване перетворення сигналів логічних рівнів 3,3 В <--> 5,0 В, оскільки використання сигналів із напругою 3,3 В призводить до нестабільного запуску вимірювань УЗ-далекомірів.

Для забезпечення працездатності пристрою необхідно керувати частотою обертання живильного валика і робочого колеса вентилятора. Спочатку як електропривод живильного валика передбачалося використання сервоприводу, роль якого виконував електродвигун постійного струму, керований сигналом із широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). Під час експериментів з управління подачею зернового вороху в цього варіанта було виявлено істотний недолік - за високої щільності сипучого матеріалу електродвигун не забезпечував необхідний крутильний момент на малих обертах, що призводило до блокування живильного валика, перегрівання електродвигуна і виходу його з ладу.

Виходячи з цього, було ухвалено рішення про використання для електроприводу живильного валика трифазного асинхронного електродвигуна з ланцюговою передачею.



УДК 631.243.3

## **СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ПРИ ПРИЙМАННІ ДО ЕЛЕВАТОРУ**

**Куліш О. М.**, студент, *olegkulis95@gmail.com*  
*Сумський національний аграрний університет*

Очищення зерна – технологічний процес, що забезпечує більш тривале зберігання зернових культур, зниження їхнього початкового вмісту вологи, видалення з купи сторонніх домішок, включаючи патогенні



мікроорганізми. Вона дозволяє відбирати продукцію для харчування, технічних цілей, продажу, отримання насіння.

Ефективність зберігання зерна в елеваторах залежить від якості його первинної обробки. Сучасні системи очищення зерна покликані забезпечити високий стандарт якості зернових, максимально знижуючи вміст домішок та інших небажаних елементів. За принципом дії їх поділяють на:

1. *Машина первинної очистки* зерна (рис. 2, а) – обладнання сільськогосподарського призначення, призначене для первинного видалення з зернового купу всіляких великих та дрібних забруднень. Воно ефективно справляється з домішками різних культур, розмірів, парусності. З його допомогою також можна розділити зерно на велике та дрібне, легке та важке. Такі установки використовуються фермерськими господарствами, аграрними компаніями.

2. *Вібраційний сепаратор* (рис. 1) – спеціалізоване обладнання, призначене для очищення зернових, олійних, бобових, круп'яних культур від різних домішок та сторонніх включень. Дозволяють видалити забруднення різного розміру та маси. Вони також можуть розділяти різні види зерна та продукти за фракціями. На практиці широкого застосування отримали на борошномельних підприємствах, заводах з виробництва комбікормів, елеваторах. Використовують їх для надання зерновому вороху товарного виду або підготовки зерна до зберігання з метою продажу, використання як насіння. У роботі обладнання просте та надійне.



Рисунок 1 – Сепаратори вібраційні

3. *Аеродинамічний або повітряний сепаратор* (рис. 2, б) – один із різновидів сортувальних машин, що передбачає очищення продуктової сировини від забруднень та калібрування за вагою у штучно створеному потоці повітря. Шляхом подачі повітря видаляють легкі домішки, пил та інші небажані елементи. На практиці отримали застосування у фермерських господарствах, елеваторах, борошномельних підприємствах, на олійноекстракційних заводах, фабриках харчової промисловості, спиртзаводах, пивзаводах. Повітряні сепаратори для очищення зерна можна віднести до одного з найбільш передових рішень у галузі очищення та поділу зернового вороху. Відрізняються високою ефективністю робіт із різноманітними зерновими, круп'яними, масляними, бобовими культурами. Чи здатні розділити, відібрати, підвищити класність вихідного продукту. Ефективно відводять із сировини гнилі, пошкоджені механічно та хворобами зерна, відбирають фуражну фракцію, доводячи зерно до товарного стану.

Серед основних переваг такого обладнання варто виділити: максимально делікатне поводження з купою:

- зерно зовсім не травмується; висока енергоефективність: споживається мінімум енергії у робочому процесі, і вона без втрат йде на виконання роботи;
- немає вузлів, що труться, і механізмів, що піддаються зносу, що вимагають мастила: підвищує надійність і довговічність служби;
- може працювати із зерновим купою будь-якої вологості та рівня забрудненості;
- у конструкції не передбачені сита, тобто їх не треба купувати, міняти у робочому процесі.

4. *Оббивальна машина* для зерна (рис. 2, в) – обладнання, призначене для сухого очищення різних категорій зернових, круп'яних, олійних, бобових культур від пилу, бруду, піску та інших сторонніх включень. У процесі робіт із загальної маси відводяться зруйновані зерна. Широке застосування отримали у різних агропромислових комплексах, на борошномельних підприємствах, заводах із випуску продуктів харчування.

Оббивальні машини для зерна бувають двох модифікацій: горизонтальні та вертикальні.

Оббивальні варіанти являють собою складні в конструктивному плані установки, що забезпечують високий рівень очищення вихідного продукту від забруднень з мінімальними споживаннями енергоресурсів. Всі моделі

налаштовуються. Тобто можна виконувати відповідні коригування робочих параметрів під час роботи з різними культурами, що мінімізує відсоток колотих зерен на виході.

5. *Магнітний сепаратор* (рис. 2, г) – спеціалізоване обладнання, призначене для видалення з потоку продуктів домішок, які мають металоманітні властивості. Використовується в роботі із зерновими, круп'яними, бобовими, олійними культурами та ін. Усі магнітні сепаратори відрізняються:

- високою якістю комплектуючих та виготовлення;
- максимально високою ефективністю робіт;
- невеликими габаритами та вагою;
- простотою та зручністю монтажу;
- невибагливістю в обслуговуванні.

6. *Барабанний сепаратор* для зерна (рис. 2, д) – один із різновидів очисників зернового вороху. Вони поєднують у собі високу продуктивність та ефективність робіт. Гарантують високий результат при обробці вологої та сильно забрудненої сировини, здатні виконувати первинне, вторинне очищення, калібрування насіння. Справляються з відведенням сміття, пилу, пошкодженого зерна, працювати як із зерновими, так і з бобовими, олійними культурами, крупами. Також можуть використовуватись для обробки сипких матеріалів неорганічного походження.

Серед його особливостей варто виділити:

- дуже високий відсоток уловлювання легких забруднень, зокрема й пилу;
- невисоке споживання електроенергії (від 2,2 до 5,5 кВт/год), низькі експлуатаційні витрати;
- мінімальний механічний вплив на оброблюваний матеріал: зерна не ушкоджуються;
- зручність у роботі: проста заміна сит, невибагливість в обслуговуванні.

7. *Каменевідбірник* (рис. 2, е) – промислове обладнання, призначене для очищення зернового вороху від мінеральних домішок та супутніх грубих включень. З його допомогою з продукту відводяться каміння, грудки землі, пісок, скло, металеві включення. В результаті одержують продукт, готовий до подальшого перероблення. Широке застосування отримали на підприємствах з виробництва борошна, комбікормів, круп, на пивоварних, спиртових заводах, лушпильних цехах.



*a* – машина попереднього очищення зерна МПО-80; *б* – камера аспіраційна БСХ-100.15; *в* – оббивальна горизонтальна машина РЗ-БГО-6; *г* – сепаратор магнітний МЗ; *д* – зерноочисний сепаратор ПБ-50; *е* – каменевідбірник РЗ-БКТ-100 МПМЗ

Рисунок 2 – Зернові сепаратори

Каменевідбірник є сучасним обладнанням, що працює на принципах вібрації та просіювання. Також передбачено примусове подання повітряного потоку до робочої камери. Потужність вентилятора підбирається таким чином, щоб захоплювати лише легкі домішки, тобто зерно не виноситься. Далі під впливом вібрації зерно та тверді домішки розшаровуються (різна щільність, сила тяжіння). Зерно знаходиться у верхній частині жолоба, а включення – у нижній. Як тільки рівень продукту досягне зазначеної позначки, він відводиться через жолоб.

Працюють каменевідбірники для зерна автоматично, виходячи з раніше заданих налаштувань. Оператор вказує: амплітуду коливань сита; кут нахилу дека; робочі параметри очищення.

Отже, очищення зерна при його прийманні на зберігання є ключовим етапом для забезпечення його якості, термінів придатності та ефективності подальшої обробки. Сучасні системи дають можливість реалізувати цей процес з максимальною точністю та продуктивністю, враховуючи всі особливості сировини та вимоги ринку.



УДК 636.2.034

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ  
КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ПЕРЕМИКАННЯ  
МАГНІТНОГО КЛАПАНА БЛОКУ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ  
ВАКУУМУ**

**Медвецький О.В.** к.т.н., доцент, *mmctc-pny@online.ua*,

**Осипчук О.М.** студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для визначення маси вантажу магнітного клапана використовували лабораторну установку, що містить пристрій перемикачів магнітного клапана, фрагмент вакуумпровода з регулятором вакууму, вакуумметром і вакуумним краном, підвісний пристрій із можливістю розміщення змінних вантажів і ваги лабораторні "ВЛКТ-500" (рис. 1 та рис. 2).

Діаметр мембрани пристрою перемикачів магнітного клапана попередньо варіювали, виходячи з конструктивних міркувань, і його числові значення становили 0,03, 0,04 і 0,05 м.

Результати дослідів із визначення маси вантажу магнітного клапана, за якої відбувається врівноваження розподілу якої відбувається врівноваження розподіленого навантаження від дії вакуумметричного тиску наведені в таблиці 1 і під час опрацювання в Microsoft Excel досить точно ( $R^2 = 0,99$ ) можуть бути представлені рівнянням регресії.

$$m_{гр.кл} = 70 d_m - 1,3167 \quad (1)$$

де  $d_m$  – діаметр мембрани, м;

$m_{гр.кл}$  – маса вантажного елемента магнітного клапана, кг.

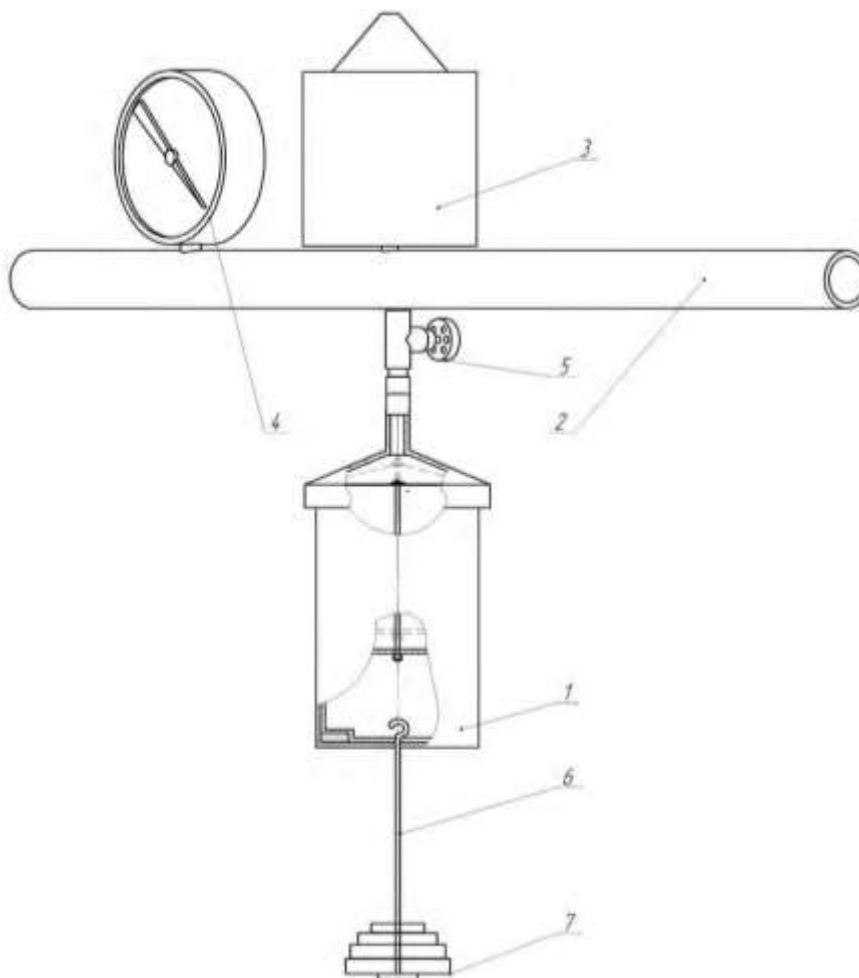


Рисунок 1 – Загальний вигляд лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикачання магнітного клапана

Таблиця 1 – Результати дослідів з визначення за визначенням маси вантажу магнітного клапана

№ досліду	$d_m$ – діаметр мембрани, м	Маса вагового елемента магнітного клапана $m_{гр.кл}$ , кг
1	0,03	0,81
2	0,04	1,48
3	0,05	2,21

Графічна залежність маси вантажного елемента магнітного клапана від діаметра мембрани представлена на рис. 3.



1 – пристрій перемикання магнітного клапана; 2 – фрагмент вакуумпроводу;  
3 – регулятор вакууму "InterPuls Stabilvak"; 4 – вакуумметр; 5 – вакуумний кран; 6 – підвісний пристрій; 7 – змінні вантажі

Рисунок 2 – Схема лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму

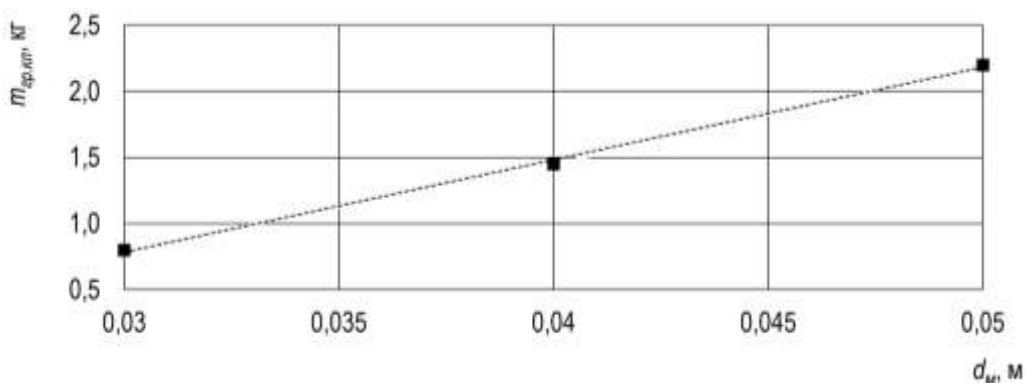


Рисунок 3 – Графічна залежність маси вантажного елемента магнітного клапана від діаметра мембрани

Чисельні значення параметрів обирали з урахуванням максимальної можливої маси вантажного елемента магнітного клапана для інерційності системи під час фіксації клапана в нижньому положенні та превалювання сили розподіленого навантаження від дії вакууму над вагою вантажу в 2...2,5 рази для надійного утримання клапана у верхньому положенні. У результаті аналізу було обрано такі конструктивні параметри пристрою, представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Числові значення раціональних конструктивних параметрів пристрою перемикачів магнітного клапана блока керування рівнем вакууму

Позначення	Найменування параметру	Раціональне значення
$d_M$	Діаметр мембрани, м	0,05
$m_{гр.кл}$	Маса вантажного елемента магнітного клапана, кг	0,56



УДК 631.31

## **БУДОВА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КОМБІНОВАНОГО ЗНАРЯДДЯ З КОНУСНИМ РОТАЦІЙНИМ РОЗПУШУВАЧЕМ**

**Міненко С.В.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua1@ukr.net*, **Ананченко С.П.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для виготовлення дослідного зразка комбінованого знаряддя з розпушувачем було розроблено конструкторську документацію та робочі креслення. Його складання проведено на кафедрі агроінженерії та технічного сервісу Поліського національного університету (рис. 1). Під час виготовлення ґрунтообробного знаряддя використовували готові складальні одиниці, а також із металопрокату були виконані рама машини та елементи її жорсткості. Технічна характеристика ґрунтообробного знаряддя подана в таблиці 1.

У разі використання комбінованого знаряддя з розпушувачем спільно з елементом кільцевої борони "Лідер-БК" за один прохід агрегату можна



підготувати ґрунт під посів сільськогосподарських культур з одночасним руйнуванням "плужної підшви". Глибина обробітку ґрунту машиною регулюється переміщенням опорних коліс за висотою, а глибина ходу розпушувача - зміною положення стійки в кронштейні її кріплення. Також залежно від технологічних показників обробітку ґрунту передбачено регулювання кута нахилу робочого органу.



Рисунок 1 – Конусний ротаційний розпушувач комбінованого знаряддя

Таблиця 2 – Технічна характеристика комбінованого знаряддя з розпушувачем

Основні показники	ПКП-1,6
Ширина захвата, м	1,6
Глибина обробітку, м	0,15-0,27
Глибина розпушування, м	0,27-0,47
Агрегатується с тракторами тягового класу	2
Робоча швидкість, м/с	1,9-3,2
Маса плуга, кг	1050
Кількість корпусів	4
Продуктивність, га/год	1,27-1,57



УДК 631.53.02

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗЕРНА ПІД ЧАС РУХУ ЗА ПОХИЛИМ КУТОМ ПОЛИЦІ КАМЕРИ ОБРОБКИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ГАРЯЧИМ ТУМАНОМ

Міненко С.В., к.т.н., доцент, *dgs-ua1@ukr.net*, Власюк С.В., студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Дослідження руху швидкості зерна проводилися на кафедрі агроінженерії та сервісу технічних систем Поліського національного університету. Як матеріал дослідження використовувалося зерно ячменю сорту "Біос -1", вологість становила 13 %.

Початкові випробування матеріалу похилих полиць показали, що полиці зі сталі марки 0,8 кп є переважними, тому що у них стабільні показники, мають стійкість до корозії, не стираються.

На підставі отриманих експериментальних даних було побудовано емпіричну залежність:

$$v_z = -1,0187 + 0,0842 \cdot \beta + 0,5015 \cdot x_0 - 0,0008 \cdot \beta^2 - 0,0787 \cdot \beta \cdot x_0 + 0,6428 \cdot x_0^2 \quad (1)$$

де  $v_z$  – швидкість зерна під час руху полицею, м/с;

$\beta$  – кут нахилу полиць, град.;

$x_0$  – початкове положення зерна, м.

Адекватність цієї моделі дослідними даними становила – 0,888.

На підставі отриманої залежності побудуємо графік, наведений на рис. 1. При зміні кута нахилу полиці від 25 до 40 град. Кінцева швидкість зерна на полиці змінюється в діапазоні від 0,5 до 0,8 м/с. Збіжність теоретичних досліджень із дослідними даними склала 96,4 %. Дослідження дослідних даних дало змогу визначити, що на відміну від кута нахилу полиці початкове положення зерна на полиці чинить менший вплив на швидкість руху насіння, на підставі цього для регулювання оптимальної швидкості руху зерна в камері оброблення необхідно передбачити зміну кута нахилу полиць, довжину полиць.

Також були проведені дослідження з дослідження параметрів руху зерна в камері обробки, які враховували рух зерна по похилих полицях, політ зерна з полиці на полицю, пружний удар об похилу полицю. Таким

чином, нами було отримано дані щодо загальної швидкості зерна в камері обробки та час обробки зерна. Дані параметри дають змогу уточнити продуктивність пристрою для обробки зерна гарячим туманом і уточнити витрату гарячого туману на обробку.

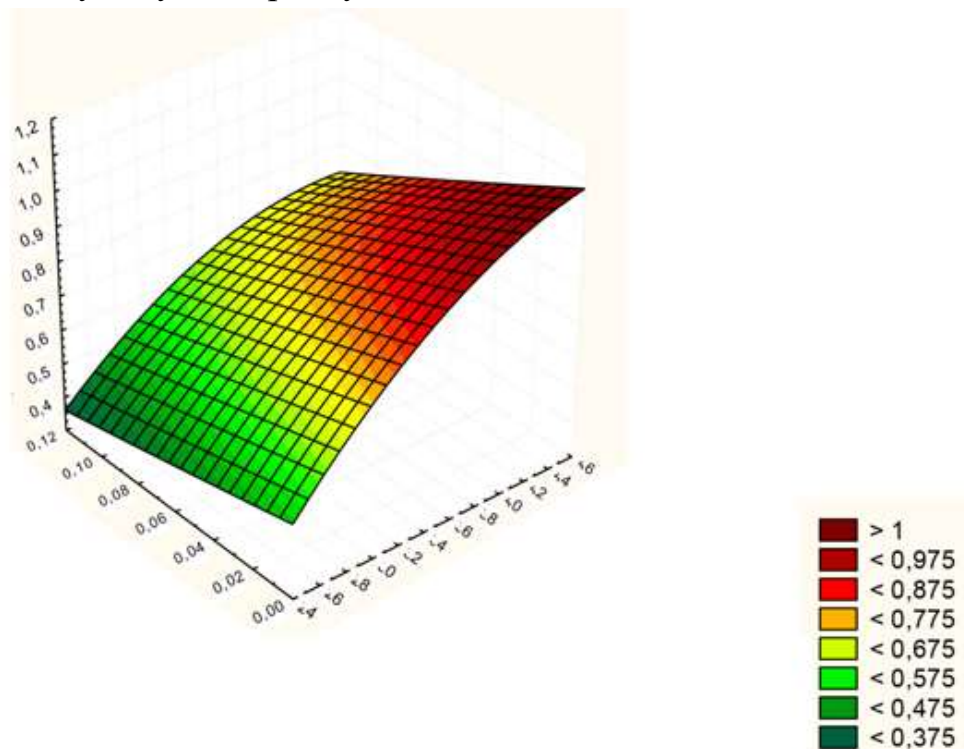


Рисунок 1 – Залежність швидкості зерна по полиці від початкового положення зерна та кута нахилу полиці

На основі експериментальних даних було отримано рівняння регресії, що описує залежність середньої швидкості зерна в камері обробки від кількості полиць та їхнього кута нахилу:

$$v_{z,k} = 1,7513 - 0,0502 \cdot \beta - 0,1316 \cdot n + 0,0006 \cdot \beta^2 + 0,0028 \cdot \beta \cdot n + 0,0008 \cdot n^2 \quad (2)$$

де  $v_{z,k}$  – середня швидкість зерна в камері обробки, м/с;

$n$  – кількість полиць, шт.

Адекватність отриманої моделі характеризується коефіцієнтом детермінації – 0,071, коефіцієнтом кореляції – 0,84. За даними рівняння отримано поверхню відгуку, представлену на рис. 2.

Аналізуючи швидкість руху зерен у камері обробки, встановлено, що мінімальна швидкість спостерігається за кількості полиць 5 і кутів нахилу полиць 30-32°. Середня швидкість руху зерна в камері обробки становить  $v_{z,sp} = 0,5693$  м/с за вказаних параметрів.

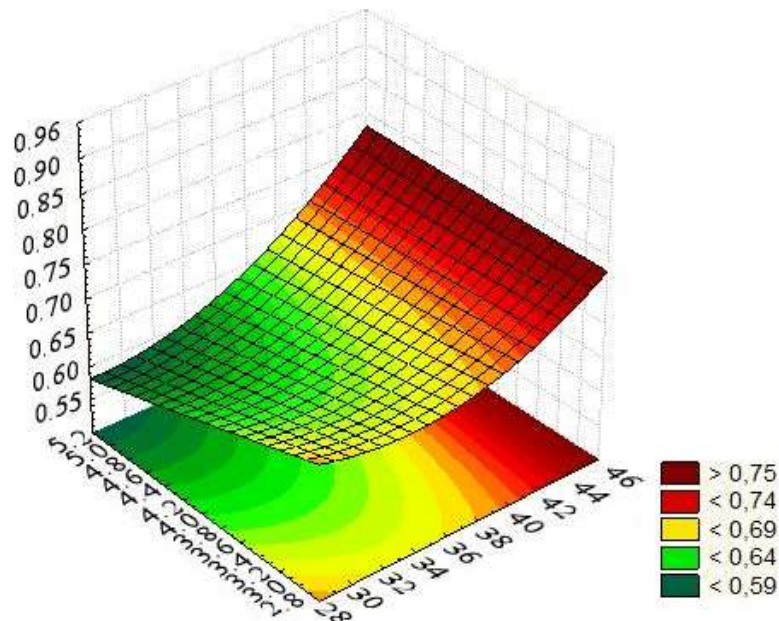


Рисунок 2 – Залежність середньої швидкості зерна в камері обробки від кількості полиць та їхнього кута нахилу

Аналогічно було отримано рівняння регресії залежності часу обробки від кількості полиць і кута нахилу полиць (3), за яким було побудовано поверхню відгуку, що представлена на рис. 3.

$$\tau_z = -1,9448 + 0,1543 \cdot \beta + 0,875 \cdot n - 0,0018 \cdot \beta^2 - 0,0112 \cdot \beta \cdot n - 0,0461 \cdot n^2 \quad (3)$$

де  $\tau_z$  – час обробки зерна, с.

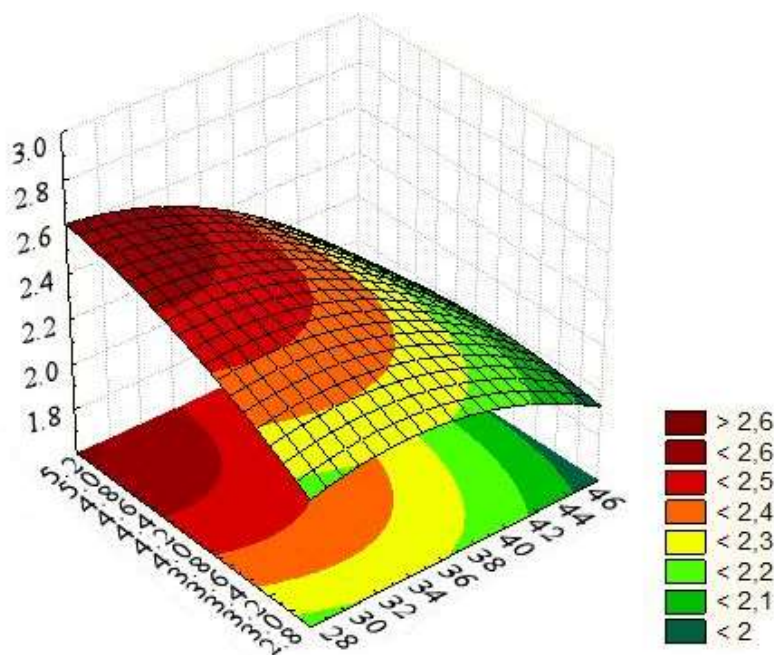


Рисунок 3 – Залежність часу обробки зерна, кількості полиць і кута нахилу полиць



Аналізуючи отримані залежності, нами було уточнено раціональні параметри камери обробітку, в якій необхідно встановити 5 полиць із кутом нахилу полиць  $32^\circ$ . Цим параметрам відповідає швидкість руху зерна в камері оброблення та середній час оброблення  $t_{з.ср} = 2,5822$  с.



УДК 664.765

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРНА МЕТОДОМ ГІДРОПОНІКИ

**Міненко С.В.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua1@ukr.net*, **Гоменюк О.Ю.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

За довгі роки під впливом сонячного світла накопичилися запаси кам'яного вугілля, нафти і газу.

Однак запаси природних копалин кінцеві й необхідно шукати способи підвищення к.к.д. фотосинтезу для отримання за допомогою сонячної енергії як продуктів харчування, так і природних вітамінних добавок цілий рік.

Найперспективнішими технологічними лініями утилізації відходів можуть стати закриті промислово-екологічні підприємства, в яких відходи галузей тваринництва та рослинництва проходять необхідне сортування, а також термічну обробку, після чого перероблятимуться на добрива для рослин або біомасу для бактерій, що здатні також перероблятимуть відходи виробництва на біогаз або на корм.

Важливу функцію в замкнутих системах здійснюватимуть біофабрики з безперервним цілорічним робочим циклом. Зелену масу тут передбачається вирощувати на живильних розчинах, Вирощування овочів у закритих ґрунтах з використанням живильних розчинів та пористих матеріалів, або лише коренеутримуючих матеріалів замість ґрунту нині набуває великого поширення. Застосування таких технологій зумовлено низкою переваг: підвищуються темпи росту рослин, збільшується врожайність, знижуються енергоємні роботи з підготовки ґрунтової суміші,

підвищується ефективність боротьби зі шкідниками, виключається поява бур'янів.

Як пористі матеріали, в які циклічно подають розчини з мінеральними добривами, можуть бути використані: пісок, галька, керамзит, пластикова крихта, перліт, вермикуліт або інші речовини, що мають подібні фізичні характеристики.

Як коренеутримувальні елементи застосовують синтетичну плівку. Поживні речовини в розчині перебувають у легкодоступній формі, тому добре засвоюються рослиною.

Для забезпечення ефективного вирощування зеленої маси на поживних розчинах необхідно контролювати температуру і вологість повітря, подачу вуглекислого газу, температуру і норму внесення поживного розчину тощо.

Вирощування зеленої маси в біофабриках, з повністю контрольованими режимними і технологічними параметрами, дасть змогу ефективно використовувати електроенергію, розчини поживних речовин, знизити ручну працю і виключити застосування засобів хімічного захисту рослин. Наявність останньої умови дає змогу знизити вміст у рослинах канцерогенних речовин, дасть змогу одержувати екологічно чисту продукцію з попередньо заданим вмістом вітамінів, макро- і мікроелементів, мінеральних речовин.

Вирощувати зелену масу за допомогою поживних розчинів можна кількома способами.

Слід виділити основні способи вирощування рослин за допомогою поживних розчинів.

Водна культура – це спосіб вирощувати рослини шляхом занурення коренів у поживний розчин на водній основі. Цей спосіб першим застосував у 1699 р. англійський учений Д. Вудворд, але детальніша розробка розпочалася тільки в 19 ст.

Піщана культура. Метод вирощування біомаси, в якому як субстрат застосовують спеціально оброблений, промитий кварцовий пісок і живильний розчин. Вологість піску підтримують на рівні 60-70 % повної вологоємності. Насіння висівають прямо в пісок. Застосування піщаної культури дає змогу більш дозовано подавати до зерна поживний розчин необхідної концентрації.

Гравійна культура вирощується аналогічно до піщаної, з тією тільки різницею, що замість піску застосовують гальку, щебінь, керамзит тощо.

Хемопоніка являє собою пророщування маси на ґрунтосумішах. Як субстрат можуть бути використані різні види органічних матеріалів: деревна кора, стружка, тирса, рисове лушпиння, верховий торф зі ступенем розкладання 30 %. Такі матеріали, як кора, стружка потребують попереднього подрібнення. Живлення зеленої маси здійснюють розчинами. Розглянутий спосіб вигонки зеленої маси не потребує додаткового обладнання і може бути використаний у всіх типах закритого ґрунту.

Іонітопоніка – новий метод, за принципом реалізації він нагадує агрегатопоніку. Субстрат містить два види синтетичних іонообмінних смол: катеоніт КУ-2 і аніоніт ЕДЕ-10П. Катеоніт являє собою полімер світло-жовтого кольору, розчинний у воді, що має хорошу сипучість і сильноокислу реакцію. Розмір його гранул 0,3-0,5 мм. Аніоніт ЕДЕ-ЮП - це жовтий полімер - має гарну сипучість, розмір його гранул становить 0,30-1,5 мм. Обидва іоніти хімічно стійкі, міцні, не розкладаються за кімнатної температури, а також під впливом світла і кисню. На відміну від агрегатопоніки, поживні речовини вже містяться в самому субстраті. Для подачі поживних речовин до зерна субстрат досить полити чистою водою. Розглянутий субстрат являє собою штучний ґрунт.

Водо-повітряна культура, або аеропоніка, застосовується для рослин, коренева система яких розміщена в повітрі та циклічно, з інтервалом 10-15 хв., обприскується поживним розчином протягом 5-7 с.

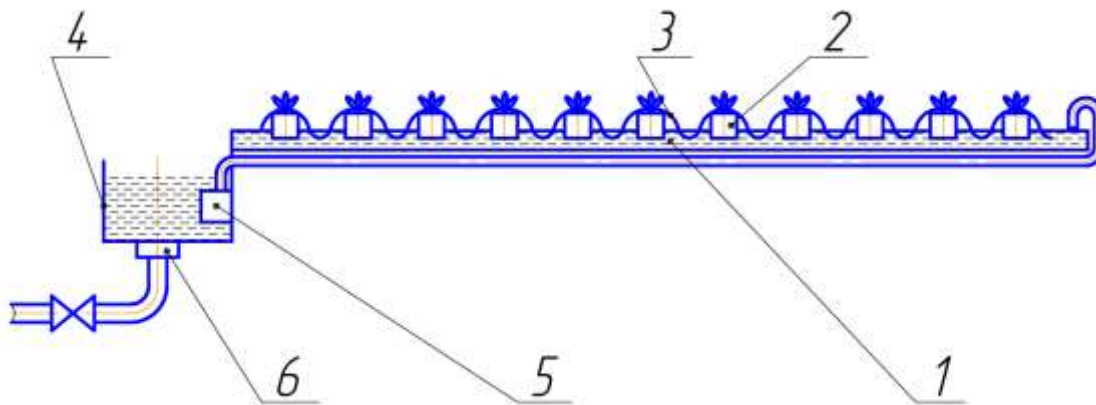
Недоліком такої технології є те, що необхідні додаткові витрати енергії на створення тиску в системі зрошення, а також використовується ручна праця на закріплення та зняття рослин.

Вирощування рослин із застосуванням поживних розчинів набуло широкого поширення в гідропонних установках Італії, Франції, Німеччини, Швеції, Норвегії.

Для подачі живильного розчину до пророщуваних культур застосовують два способи: замкнутої та переривчастої циркуляції.

Для забезпечення замкнутої циркуляції живильного розчину застосовують послідовне розташування культури в одному лотку.

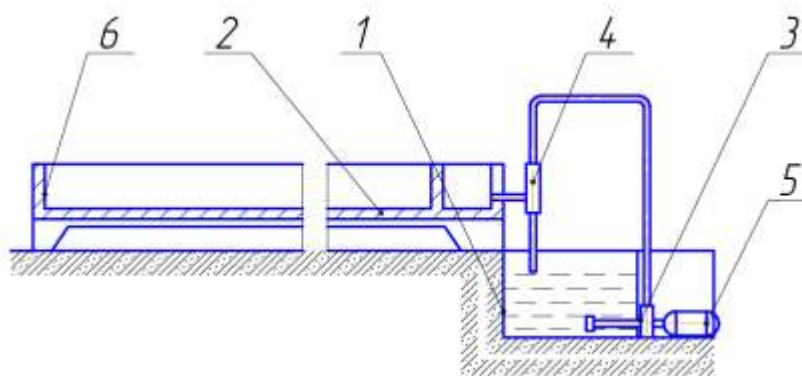
Схему проточної культури представлено на рисунку 1. У ємності 1 розміщено коренеутримувальні кубики, у які висаджено рослини. За допомогою заглибного насоса 5 у ємність 1 подають живильний розчин. По внутрішній поверхні ємності 1 поживний розчин тече у напрямку ємності 4, потім стікає знову в резервуар. Для цього ємність виконана з нахилом 0,01 м на 1 м довжини.



1 – ємність з ухилом 1:100; 2 – стелаж; 3 – непрозора плівка; 4 – ємність;  
5 – насос занурювальний; 6 – грязеприймач

Рисунок 1 – Схема проточної культури

На рисунку 2 зображено примусову подачу живильного розчину за допомогою насоса 3 з ємності 1 у стелажі 2.



1 – резервуар із живильним розчином; 2 – стелаж; 3 – насос;  
4 – зворотний клапан; 5 – електродвигун; 6 – реле рівня

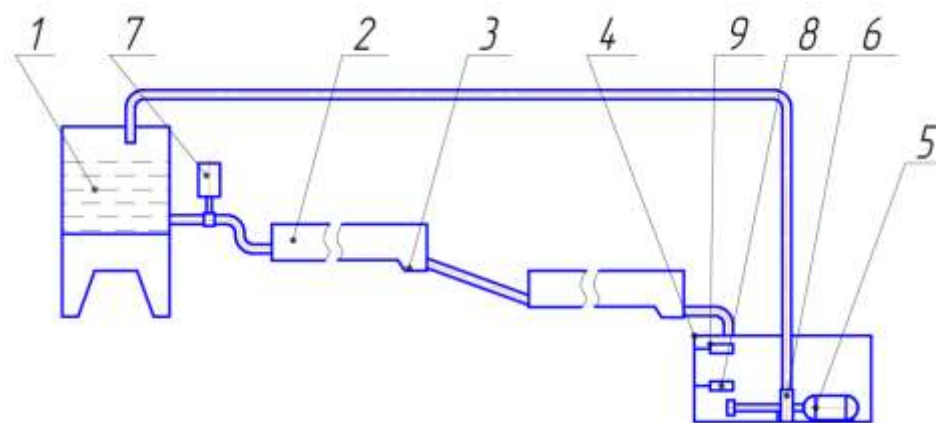
Рисунок 2 – Спосіб подачі живильного розчину

Назад у резервуар 1 живильний розчин надходить тим самим трубопроводом через зворотний клапан 4. Насос 3 вмикається автоматично, щойно рівень живильного розчину в ємності опускається нижче необхідного рівня, спрацьовує реле 6. Об'єм бака повинен дозволити забезпечувати одночасну роботу всіх стелажів.

Якщо рельєф місцевості з ухилом, тоді послідовно з'єднані стелажі можна розташовувати терасами - один вище за інший (рис. 3). У цьому разі живильний розчин насосом 6 з електродвигуном 5 подають у резервуар 1.



Електромагнітний клапан 7 відкриває кран і здійснює полив у встановлений час. Після відкриття крана живильний розчин за рахунок різниці висот із резервуара 1 послідовно проходить через усі рівні стелажів, забезпечуючи підживлення культур, і збирається в ємності 4.



1 – резервуар; 2 – стелажі по терасах; 3 – сифон; 4 – ємність;  
5 – електродвигун; 6 – насос; 7 – електромагнітний клапан; 8 – реле нижнього рівня; 9 – реле верхнього рівня

Рисунок 3 – Схема терасного розташування стелажів

Під час витікання поживний розчин затримується в корінні рослин, частково засвоюється та затримується кореневмісними кубиками і в наступний стелаж його потрапляє менше, тому об'єм наступного стелажа повинен бути меншим ніж у попереднього.



УДК 639.3.06

## ВПРОВАДЖЕННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У БІОФІЛЬТРИ БАРАБАННОГО ТИПУ

**Міненко С.В.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua1@ukr.net*, **Островський С.В.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Біофільтри барабанного типу 1-го і 2-го ступенів однієї з ліній очищення, які раніше висвітлювали люмінесцентні лампи білого світла,

були оснащені світлодіодними лампами з синьо-червоним спектром випромінювання.

Лампи були встановлені безпосередньо над біофільтрами, і мікроорганізми, що розвиваються на поверхні біофільтра, перебували під прямими променями синьо-червоного світла (рис. 1).



Рисунок 1 – Світлодіодне освітлення біофільтрів барабанного типу 1-го і 2-го ступенів світлом із синьо-червоним спектром

Через місяць після заміни освітлення над біобарабанами на світлодіодні лампи з синьо-червоним спектром світла, було відібрано проби на виході із системи очищення стічних вод (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники очищення вод після встановлення світлодіодного освітлення з синьо-червоним спектром над біофільтрами барабанного типу 1-го і 2-го ступенів

	pH	ХПК, мгО/л	БПК, мгО/л	Temp, °C	NH <sup>4+</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	В.В., мг/л
Після заміни ламп	7,1	11	3,56	11,4	0,36	0,06	58	0,04	6,5
До заміни ламп	7,6	19	-	12,6	1,8	0,07	72	0,8	3,5

Крім лабораторних досліджень було проведено візуальний огляд біобарабанів 1-го і 2-го ступенів з освітленням і без нього (рис. 2). З освітленням люмінесцентними лампами білого світла поверхня біобарабана була вкрита товстим шаром аеробних, анаеробних і аноксидних мікроорганізмів, товщина якого сягала до 1,5 см.



а – зі світлодіодним люмінесцентним освітленням білого спектра;  
б – одразу після ввімкнення синьо-червоного світлодіодного освітлення;  
в – за місяць після ввімкнення синьо-червоного освітлення

Рисунок 2 – Біобарабан 1-го ступеня

За візуального огляду виявлено зменшення налиплого шару біомаси на поверхню біобарабана (рис. 2). У разі забезпечення необхідної кількості кисню для потреб аерації, а також увімкнення синьо-червоного освітлення відбувається підвищення активності та приріст аеробних мікроорганізмів, які тим самим витісняють анаеробні та аноксидні мікроорганізми.

Згідно з даними (табл. 1), за скорочення кількості анаеробних і аноксидних мікроорганізмів через місяць після встановлення синьо-червоного освітлення, в очищених водах спостерігається підвищення ХПК на 80 %, нітритів на 18 %, фосфатів у 14 разів. Такий результат зумовлений збільшенням видового розмаїття мікроорганізмів на поверхні завантаження біофільтра, додатковим насиченням вод киснем, який продукують водорості альгобактеріального угруповання біомаси альгобактеріального угруповання.



УДК 637.133

## ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА

**Міненко С.В.**, к.т.н., доцент, **Циганенко В.М.**, студент

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Щоб забезпечити збереження молока згідно з вимогами ДСТУ розробляються різні методи охолодження молока. Існує багато способів охолодження молока. Майже всі способи ґрунтуються на тому, що молоко віддає тепло охолоджувальній рідині через стінку, яка їх розділяє, зазвичай до температури 4 °С.

Сучасні охолоджувачі можна класифікувати за такими основними ознаками:

1. За характером зіткнення з навколишнім повітрям: відкриті зрошувальні та закриті проточні.

2. За профілем робочої поверхні: трубчасті та пластинчасті.

3. За числом секцій: односекційні, двосекційні та багатосекційні.

4. За конструкцією: однорядні та багаторядні.

5. За формою: плоскі та круглі.

6. За впливом, який спричинює просування продукту: під напором, із використанням вакууму або власної маси продукту.

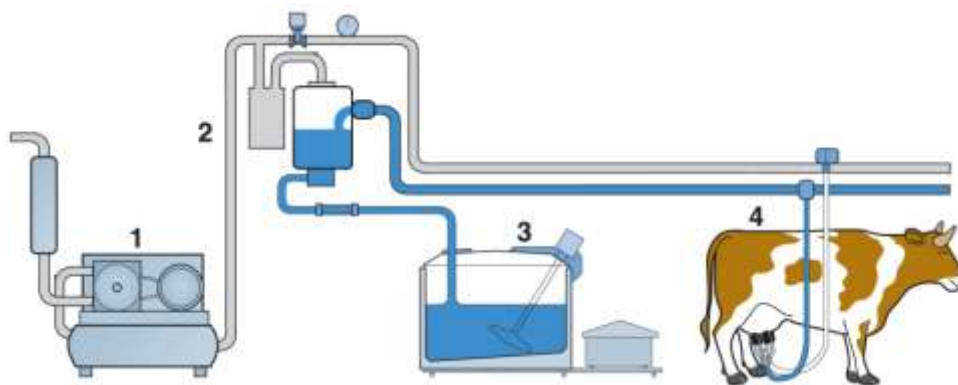
7. За відносним напрямком руху середовищ, що теплообмінюються: прямоточні, протиточні та з перехресним рухом середовищ. Об'єм ємності, продуктивність компресорно-конденсаторного агрегату, тип виконання холодильної установки залежать від поголів'я, технології утримання і типу доїння тварин. Утримання великої рогатої худоби розрізняють на прив'язне і безприв'язне. Нині розрізняють такі типи доїння:

1. Доїння в молокопровід для доїння в стійлах (лінійні ДУ) (рис. 1);

2. доїльні зали при безприв'язному утриманні (рис. 2);

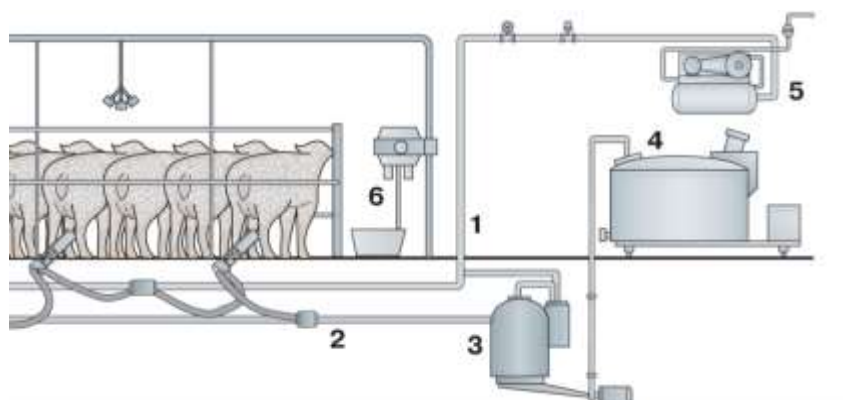
3. системи добровільного доїння роботом доярем;

4. доїння у відро, для доїння в стійлах, з використанням мобільних доїльних установок або вакуумних ліній і переносного доїльного апарату.



1 – вакуумний насос; 2 – вакуумний трубопровід; 3 – танк для охолодження молока; 4 – молокопровід

Рисунок 1 – Загальна схема системи доїння в молокопровід



1 – молочний трубопровід; 2 – вакуумний трубопровід; 3 – молочна колба (молокоприймач); 4 – танк для зберігання й охолодження молока; 5 – вакуумний насос; 6 – автомат промивання доїльних апаратів

Рисунок 2 – Схема доїння в молокопровід доїльного залу за безприв'язного утримання великої рогатої худоби

На фермах, які постачають молоко на молочні заводи у флягах, застосовують форсуночні або заглибні охолоджувачі. У форсуночному охолоджувачі холодну воду, що циркулює, розпилюють на зовнішню поверхню фляг для підтримання молока в охолодженому стані.

Занурювальний же охолоджувач складається зі змієвика, що опускається у флягу. По ньому циркулює холодна вода, підтримуючи необхідну температуру молока.

При машинному доїнні молоко збирають у спеціальні резервуари.

Подібні резервуари випускаються різної ємності і забезпечуються вбудованим охолоджувальним обладнанням, що забезпечує охолодження молока до певної температури. Танки-охолоджувачі – технологічне обладнання молочних ферм, що забезпечує глибоке охолодження молока та його зберігання в охолоджену вигляді в умовах ферм, які підрозділяються на танки з автономною системою охолодження і безпосереднім охолодженням. Також танки охолоджувачі поділяються на відкритого (рис. 3) і закритого типу (рис. 4). Відкритого типу танки характеризуються меншими об'ємами ємності, відсутністю люка, наявністю відкидних кришок для доступу в ємність, відсутністю автономної системи промивання внутрішньої ємності.



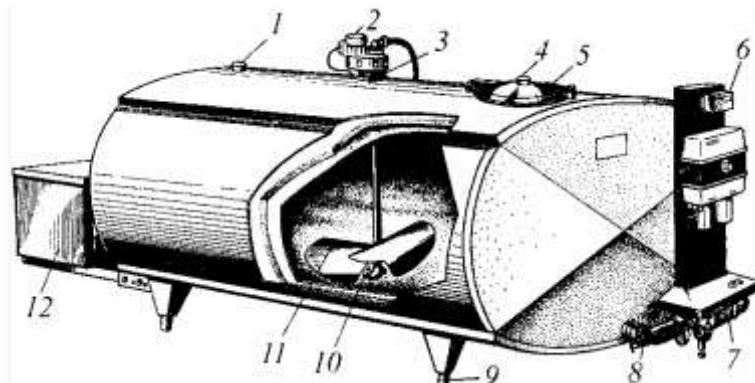
Рисунок 3 – Танк охолоджувач відкритого типу

Пристрій танків охолоджувачів, як закритого (рис. 4), так і відкритого типу, які охолоджують продукт фреоном, мають схожу будову. Танк охолоджувач складається з двох основних частин - фреонового холодильного агрегату і власне ємності з мішалкою. Ємність циліндричного типу виготовляють із харчової нержавіючої сталі, термоізолювану, з нижнім розташуванням панельного випарника. Також охолоджувачі танки виготовляють, залежно від виробничих завдань, горизонтального виконання і вертикального.

Днище ємності виконано з ухилом у бік зливного крана. У верхній частині ванни укріплена перемичка, на якій змонтована спеціальна дволопатева мішалка з приводом, що складається з редуктора й електродвигуна. У танках закритого типу мішалка встановлена на зовнішній стороні ємності. У середині ємності є мірна лінійка, пропущена через отвір у перемичці, для визначення кількості молока. Ванна оточена зовнішнім звареним корпусом із термоізоляцією, вкритою захисним кожухом із

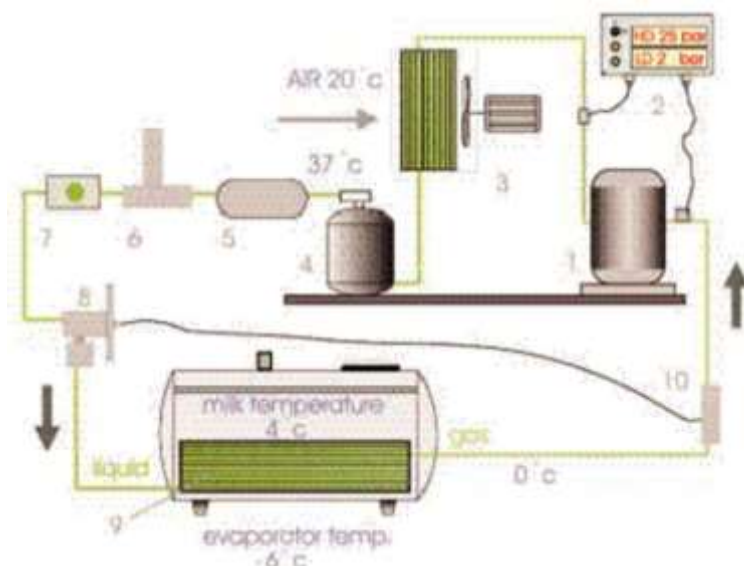


листової нержавіючої сталі. На дні ємності випарник, з'єднаний із компресорним агрегатом мідними трубками. Принципову схему танка охолоджувача представлено на рис. 5.



- 1, 4 – горловини для заливання молока; 2 – двигун мішалки;  
 3 – вентиляційний отвір; 5 – кришка; 6 – блок керування; 7 – насос для  
 подачі мийного розчину; 8 – зливний клапан; 9 – опори, регульовані за  
 висотою; 10 – пристрій для миття резервуара; 11 – мішалка;  
 12 – холодильний агрегат

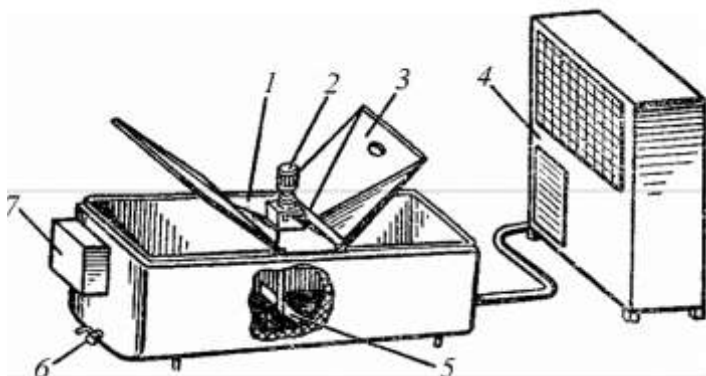
Рисунок 4 – Танк охолоджувач закритого типу фірми "Alfa-Laval" (Швеція)



- 1 – компресор; 2 – реле тиску; 3 – конденсатор; 4 – ресивер; 5 – фільтр-  
 осушувач; 6 – електромагнітний клапан; 7 – оглядове вікно; 8 – ТРВ  
 (терморегулювальний вентиль); 9 – випарник; 10 – термобалон

Рисунок 5 – Принципова схема танка охолоджувача з охолодженням  
 молока фреоном

Також на тваринницьких комплексах використовуються резервуари охолоджувачі (ванни), які випускалися вітчизняною промисловістю наприкінці ХХ століття, аналогічні сучасним танкам охолоджувачам. Резервуар-охолоджувач із безпосереднім охолодженням РНО-2,5, що поставляється комплекту, містить резервуар 1 (рис. 6) зі змонтованою на одній із його панелей шафою керування 7, насос для відкачування молока і фільтр.



1 – резервуар, 2- мотор-редуктор, 3 – кришки, 4 – компресорно-конденсаторний агрегат, 5 – мішалка, 6 – зливний пристрій, 7 – шафа управління

Рисунок 6 – Резервуар-охолоджувач із безпосереднім охолодженням РНО-2,5

Резервуар виготовлено з листової антикорозійної сталі, він складається з внутрішньої і зовнішньої ванн, мішалки 5 з мотор-редуктором 2, зливного крана 6, мірної лінійки, блокувального пристрою і термометра. Простір між ваннами заповнений теплоізоляційним матеріалом. Зверху резервуар закритий кришками 3. Температура охолодженого молока підтримується автоматично за заданою програмою термометричним приладом, що подає сигнал на вимкнення холодильної установки. Також автоматично забезпечується управління процесами перемішування молока.

Танки-термоси (рис. 7) на відміну від танків-охолоджувачів не мають водяних сорочок, що забезпечують циркуляцію охолоджувальної рідини. Вони мають тільки термоізоляцію, що забезпечує зберігання в них охолодженого продукту.

Поряд із танками-охолоджувачами застосовують установки миттєвого охолодження (рис. 8), які містять у собі генератор крижаної води, відцентровий насос, фільтр і теплообмінник.



Циліндрична посудина складається з внутрішнього корпусу і зовнішнього – виготовлені з листової харчової нержавіючої сталі. Простір між корпусами заповнений термоізоляційним матеріалом. У верхній частині резервуара розташовані мийний пристрій (насос відцентровий, або лопатева мішалка), датчик верхнього рівня, повітряний клапан і оглядове вікно. У нижній частині резервуара є перемішувальний пристрій, датчик нижнього рівня молока, опори. Резервуар наповнюється і звільняється через нижній патрубок. Перемішувальний пристрій вмикається автоматично або вручну через кожні 4 год. Після інтенсивного перемішування протягом 15 хв різниця жирності молока в різних точках резервуару становить не більше ніж 0,1 %.

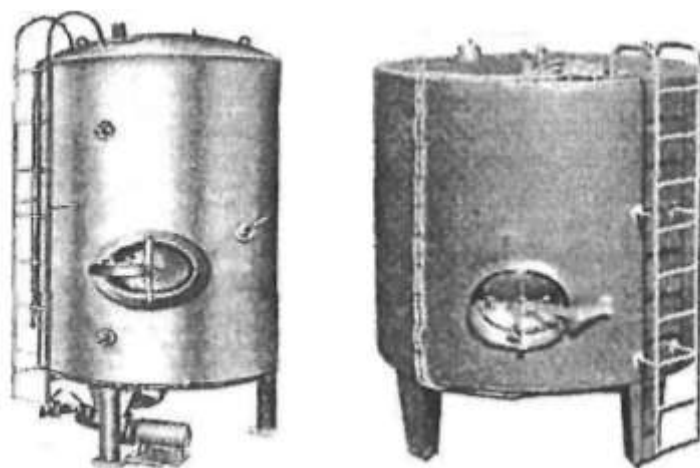
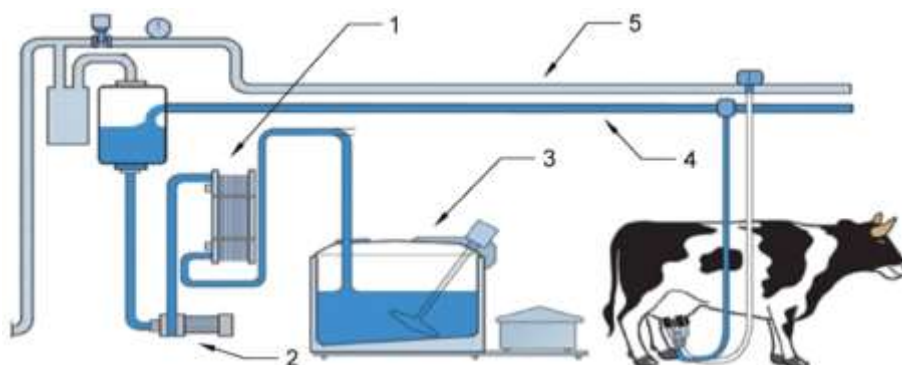


Рисунок 7 – Танки-термоси вертикального типу



1 – пластинчастий теплообмінник, 2 – циркуляційний насос, 3 – ємність для зберігання охолодженого молока, 4 – молокопровід, 5 – вакуумпровід

Рисунок 8 – Система миттєвого охолодження молока в потоці, в період доїння в молокопровід, через пластинчастий теплообмінник

Принцип дії ґрунтується на акумуляції холоду – генератори крижаної води, в них отримують суміш холодної води і льоду з температурою 0,5...1 °С. За наявності суміші льоду і холодної води, її використовують для миттєвого охолодження, через теплообмінники.

У цьому разі тепло переходить від молока до охолоджувального середовища через проточні тонкошарові пластинчасті охолоджувачі (рис. 9).

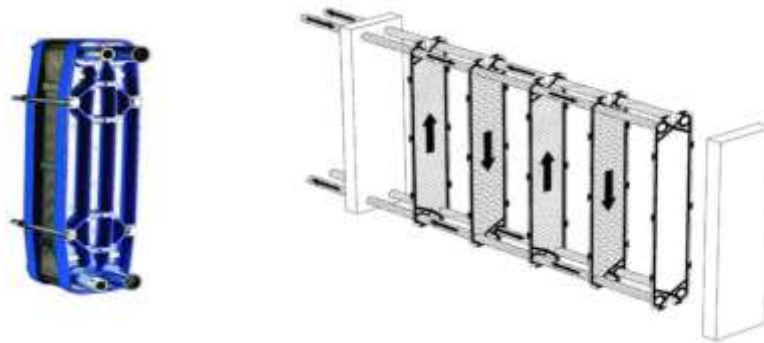


Рисунок 9 – Пластинчастий теплообмінник

Температура молока знижується до необхідного рівня, а температура охолоджувального середовища відповідно зростає. Інтенсивність охолодження залежить від кількості льоду в генераторі крижаної води.

Також застосовують системи миттєвого охолодження Yukon Sner, які призначені для охолодження молока з температури 32 °С до 4 °С (рис. 10). Система має два контури передачі тепла.

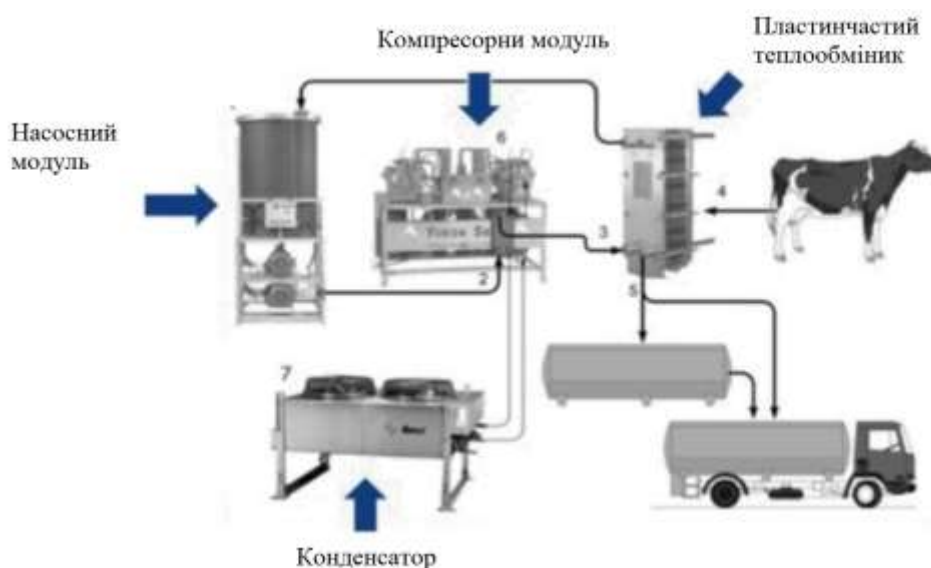


Рисунок 10 – Система миттєвого охолодження з використанням чилера (Yukon Sner)

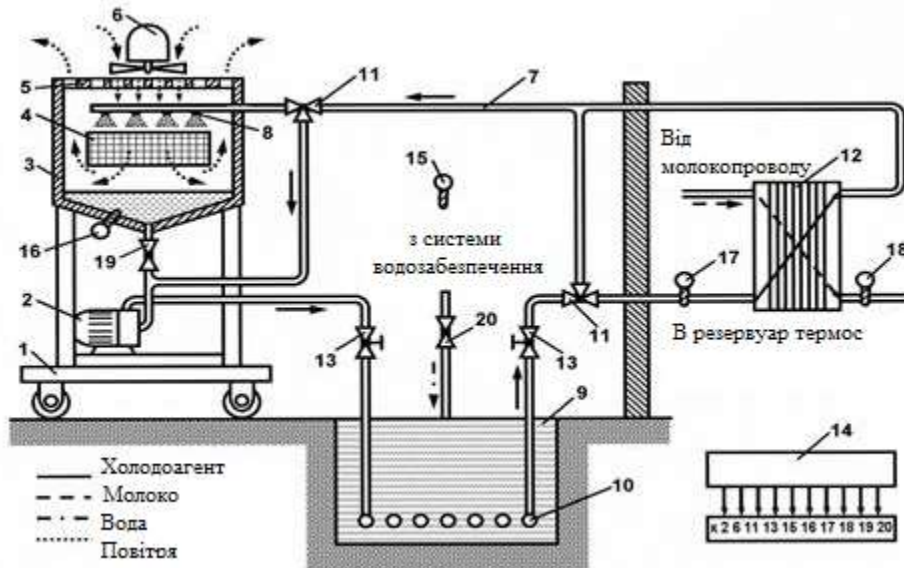
Насосна станція з двома живильними насосами крижаної води, що служить для перевірки наявності, додавання, видалення і подачі водно-гліколевої суміші на випарник. Під час приготування такої суміші пропорція вода-пропіленгліколь становить 50:50. Пропіленгліколь не є отруйною речовиною. За такого співвідношення рідин точка замерзання розчину буде  $-12^{\circ}\text{C}$ . Насосний модуль (1) прокачує холодоагент між паяним теплообмінником (2) і пластинчастим теплообмінником (3) і повертає його до резервуару, що розташовується в насосному модулі. Один або два компресори (6) прокачують холодоагент між паяними теплообмінниками випарників (2) і конденсаторами (7). Кожен компресор має окремий випарник і конденсатор. Тепле молоко надходить у пластинчастий теплообмінник (4), який швидко охолоджує його до  $3^{\circ}\text{C}$  ( $38^{\circ}\text{F}$ ). Охолоджене молоко (5) спрямовується в резервуар-сховище великого об'єму або безпосередньо в автомобільну цистерну. Такі системи охолодження мають високу енергоефективність, використовуються на великих тваринницьких комплексах, і мають дуже високу вартість порівняно з використанням генератора крижаної води.

Відомі установки акумулювання природного холоду. Принцип дії їх заснований на заморожуванні льоду в теплоізолюваному льодосховищі, у період від'ємних температур, у кількості, необхідній, цілорічній для охолодження молока. На рис. 11 зображено установку акумулювання природного холоду. Заморожування льоду здійснюється шляхом подачі водопровідної води до резервуару, в якому відбувається акумуляція льоду, за рахунок циркулювання холодоносія, що охолоджується за від'ємних температур у мобільній градирні.

Також розроблено установку пошарового заморожування льоду в системах миттєвого охолодження молока з використанням природного холоду.

Установка містить теплоізолюваний резервуар, у навколдонній частині встановлено обмежувальну решітку для обмеження кількості заморожених шарів льоду, вгорі встановлено горловину, на стінках якої наклеєно саморегулювальну термострічку для відтавання замороженого шару льоду від стінок горловини, зверху встановлено гідравлічний механізм, що забезпечує переміщення замороженого шару льоду всередину льодосховища. Заморожування відбувається циклічно, на утворений тонкий шар льоду подають порцію води через сифон, і шар поступово доводять до встановленої величини, далі його занурюють гідравлічним

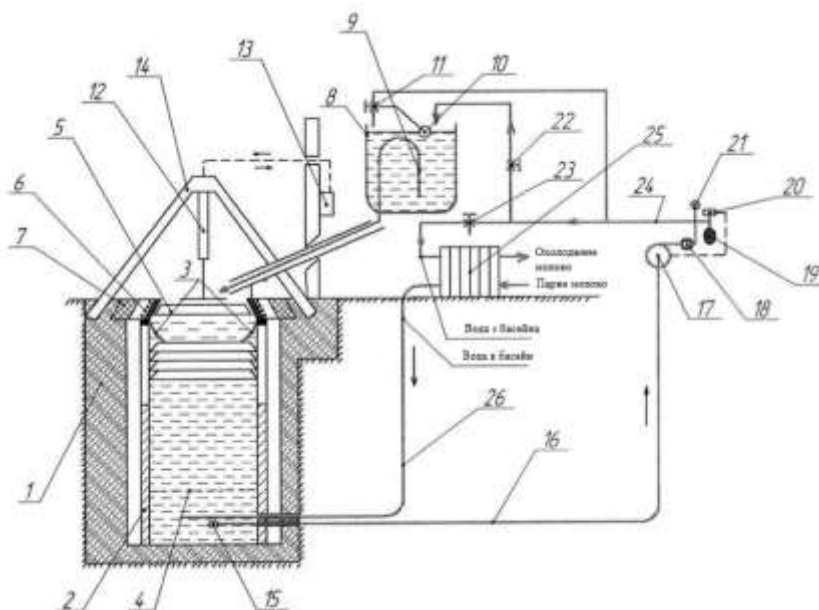
механізмом у льодосховище. Згенерованим холодом, за допомогою водопровідної системи, через пластинчастий охолоджувач охолоджується МОЛОКО.



- 1 – мобільна градирня, 2 – насос холодоносія, 3 – ємність для холодоносія, 4 – зрошувач, 5 – краплевлловлювач, 6 – вентилятор, 7 – напірні шланги з холодоносієм, 8 – розпилювальна труба з форсунками, 9 – акумулювальний резервуар, 10 – пластикові трубки з холодоносієм, 11, 13, 19, 20 – регулювальні вентиля, 12 – проточний теплообмінник, 14 – блок керування, 15 – температурний датчик зовнішнього повітря, 16, 17 – холодоносій, 18 – молоко

Рисунок 11 – Установа акумулювання природного холоду

Розглянувши пристрої для охолодження молока, робимо висновок, що для найкращого збереження базових властивостей молока, зниження росту бактерій, стабілізації кислотності, доцільніше використовувати системи з миттєвим охолодженням молока, до складу яких входить: - чиллер або генератор крижаної води, або установки з природним акумулюванням льоду; - термоізольована ємність для зберігання охолодженого молока; - пластинчастий теплообмінник.



1 – льодосховище, 2 – стійки-швелери, 3 – фіксатор крижаних пластів,  
 4 – обмежувальна решітка, 5 – горловина, 6 – саморегульовальна  
 нагрівальна стрічка, 7 – теплоізоляційний шар, 8 – сифонний бак-дозатор,  
 9 – сифон, 10 – поплавочний пристрій, 11 – кран, 12 – гідроциліндр,  
 13 – гідро розподільник, 14 – дугоподібна опора, 15 – зворотний клапан,  
 16 – всмоктувальна труба, 17 – насос, 18 – лічильник витрати води,  
 19 – гідроаккумулятор, 20 – реле тиску, 21 – манометр, 22 – видатковий  
 кран, 23 – триходовий кран, 24 – напірна магістраль, 25 – теплообмінник-  
 охолоджувач, 26 – поворотний трубопровід

Рисунок 12 – Установа для пошарового наморожування та використання природного льоду під час охолодження молока

Для реалізації систем миттєвого охолодження, для малих фермерських господарств, актуально використовувати в складі установки генератор крижаної води з відцентровим насосом і пластинчастим теплообмінником замість чиллера, це зумовлено високою вартістю останнього, високою вартістю обслуговування й ремонту, при використанні установок акумулювання природного холоду, недоліком є висока вартість капітальних споруд сховища льоду. Генератор крижаної води має бути енергоефективним, забезпечувати високу швидкість наморожування льоду, повністю забезпечувати холодом виробництво, навіть за триразового доїння тварин.



УДК 656:338

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ДОСТАВКИ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**Науменко О. А.**, к.т.н., професор, *ol.naumenko20@gmail.com*,

**Труфанова Т. О.**, магістерка

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У загальному обсязі споживання швидкопсувних продуктів харчування 11 % припадає на частку швидкопсувних молочних продуктів (ШМП). Більше 75 % мешканців України постійно вживають молоко і молочні продукти, загальний обсяг споживання яких становить близько 40 млн. тон. Україна входить до числа країн з найбільш високим рівнем споживання молочних продуктів, але, незважаючи на це, ринок ШМП володіє достатньо високим потенціалом зростання, який оцінюється в 4-6 % на рік.

Транспортування є найважливішим елементом ланцюгів поставок ШМП. До неї пред'являється система вимог, до якої входять, зокрема, точне виконання заявок за обсягами, номенклатурі та термінами; оперативне та безпомилкове оформлення документів, супроводжуючих доставку ШМП; збереження на заданому рівні споживчих характеристик продукції [1].

Найбільш істотним фактором, що визначає ефективність доставки ШМП, є своєчасність. Недотримання тимчасових обмежень приводить, в кращому випадку, до неузгодженості заявленого і реального часів доставки із застосуванням до перевізника штрафних санкцій, у гіршому - до зриву доставки, коли одержувач відмовляється приймати вантаж і покриття витрат здійснюється перевізником [2, 3].

В даний час в умовах мегаполісів доставка ШМП все частіше виконується з недотриманням часових обмежень. Це, у свою чергу, веде до збільшення числа випадків та обсягів повернення продукції і, як наслідок, до подорожчання кінцевого продукту для споживача.

Необхідність вирішення зазначеної проблеми визначає актуальність проведення досліджень у даному напрямку.

Мета роботи - підвищення ефективності доставки швидкопсувних молочних продуктів автомобільним транспортом.

Аналіз статичної сукупності даних розподілу відсотка повернення ШМП дозволив виявити тенденцію до зростання повернення зазначеної продукції. Були виявлені і проранжовані фактори, що впливають на ефективність доставки швидкопсувних продуктів харчування. Однією з необхідних умов успішної діяльності підприємства, що здійснює доставку ШМП, є реалізація заходів, спрямованих на зниження ризику, пов'язаного з несвоєчасною доставкою вантажів, обумовленого перевантаженістю міських магістралей.

Одним з основних засобів реалізації зазначених заходів є розробка та впровадження автоматизованої системи планування та диспетчерського управління параметрами процесу доставки в реальному режимі часу з застосуванням GSM – каналів мобільного зв'язку. Створення такої системи має спиратися на спеціальну математичну модель, засновану на теорії динамічних процесів з керуванням в умовах постійно діючих випадкових збурень.

Розроблено єдиний алгоритм планування роботи автомобілів, використання якого дозволяє отримати оптимальний варіант графіка роботи всіх автомобілів, задіяних в доставках. Вказаний алгоритм планування включає вирішення трьох взаємозв'язаних завдань: завдання знаходження варіаційної сукупності маршрутів, що зв'язують відправників і одержувачів вантажів; завдання комплектації вантажів із заявок, що є на вході, і генерації планових маршрутів доставки сформованих вантажокомплектів; завдання закріплення планових маршрутів за автомобілями.

У створеному алгоритмі на кожному кроці прийняття рішень по вибору найбільш переважного варіанту доставки, використовується сформований набір евристичних критеріїв, джерелом яких є закони розподілу швидкостей руху автомобілів на різних ділянках магістралей в різний час доби.

Встановлено, що вплив випадкових збурень потребує безперервного контролю за ходом виконання доставки, який може бути реалізований лише в рамках автоматизованої схеми диспетчерського управління. Результати рішення задачі планування дозволяють представити схему диспетчеризації єдиним контуром управління, як системи із зворотним зв'язком.

Запропонована математична модель формування оптимальних розвізних маршрутів, заснована на теорії динамічних процесів з управлінням в умовах постійних випадкових збурень, що діють, яка



дозволяє мінімізувати повернення швидкопсувної молочної продукції із-за невчасної доставки за допомогою рішення задачі про найменші часи руху.

Результати моделювання процесу доставки з імітацією умов близьких до реальних дозволяють стверджувати про ефективність розроблених алгоритмів при виборі маршрутів та вантажокомплектів. Розроблені алгоритми планування і диспетчеризації процесу доставки швидкопсувних молочних продуктів можуть використовуватися в схожих завданнях для будь-якого мегаполісу.

Розрахунки, виконані в роботі, показують, що підвищення ефективності доставки швидкопсувних молочних продуктів може бути досягнуте за рахунок використання отриманої варіації маршрутів, що забезпечує зниження втрат від повернення до 54,81 %.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Vojtov V., Kutiya O., Berezhnaja N., Karnaukh M., Bilyaeva O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. / *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15-21. 2019. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175064>

2. Войтов В. А., Кутья О. В., Бережна Н. Г. Моделювання надійності вантажних міських перевезень з урахуванням завантаженості вулиць// *Perspectives of world science and education*. / Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2019. Pp. 296-300. URL: <http://sci-conf.com.ua>.

3. Войтов В. А., Бережна Н. Г., Кутья О. В. Критерії оцінювання надійності логістичної системи транспортного обслуговування / *Автомобильный транспорт*. – 2017. – №. 41. с. 96-104.

4. Оцінка використання автотранспорту в господарській діяльності [Текст] / О. А. Науменко, А. І. Манжос // *Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 1-2 груд. 2022 р.* - Харків: ДБТУ. 2022. - С. 51.



УДК 62-192:631.363

---



## ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ-КОРМОРОЗДАВАЧІВ

**Новицький А.**, к.т.н., доцент, *novytskyu@nubip.edu.ua*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Проблема забезпечення надійності змішувачів-кормороздавачів стає все більш актуальною, оскільки швидкість їх старіння значно перевищує темпи їх модернізації та заміни [10, 15]. Для прогнозування відмов змішувачів-кормороздавачів, а також для запобігання можливим аварійним ситуаціям на тваринницькій фермі, постає проблема оцінки показників надійності, визначення їх залишкового ресурсу, встановлення ймовірності безвідмовної роботи [9].

Разом з тим, крім визначенням ступеня ефективності та надійності змішувача-кормороздавача, важливим є також визначення величини впливу на його експлуатацію людини-оператора або інших працівників. За результатами досліджень [5, 8] встановлено, що надійність експлуатації засобу для приготування і роздавання кормів залежить не лише від особливостей робочого процесу, ефективності обслуговування та надійності складових механізмів, але й від кваліфікації та досвіду обслуговуючого персоналу.

Аналіз наукових досліджень [6-8] підтверджує, що зі зростанням складності засобів для приготування і роздавання кормів продовжують збільшуватись наслідки відмов, вони стають більш критичними. Особливо це є характерним для складних технічних систем «Людина-Машина» та «Людина-Машина-Середовище». Тому для виявлення вузьких місць у системах «Людина-Машина» та «Людина-Машина-Середовище», встановлення впливу основних складових або підсистем на ймовірність виникнення відмов, слід проаналізувати їх надійність. Важливо також вибрати план випробування на надійність, відповідний метод збирання та обробки інформації для кількісного аналізу надійності змішувачів-кормороздавачів.

В попередніх дослідженнях [11] зазначено, що змішувачі-кормороздавачі структурно, з позицій забезпечення надійності можна представити як блок-схему з послідовно з'єднаних підсистем (механізмів): завантаження, подрібнення-змішування, вивантаження кормової суміші,

рами з ходовою частиною. Представлені механізми є складними підсистемами і включають відповідну кількість елементів згідно з їх призначенням.

Вивчення літературних джерел і проведені дослідження за представленою проблемою забезпечення надійності змішувачів-кормороздавачів показують, що зазначене питання недостатньо розглядалось в розрізі механізму вивантаження кормової суміші, з урахуванням складових системи «людина», «машина», «середовище» [9, 14].

Для визначення показників надійності складних технічних систем «Людина–Машина–Середовище» можна використати ряд методів, включаючи: імітаційне моделювання та системний аналіз [1, 3], логіко-імовірнісне моделювання, дерево відмов і блок-схеми [4, 6], метод просторових станів [2, 11], метод аналізу відмов на основі опитування експертів [2, 12, 13].

В сучасній літературі багато наукових праць присвячено побудові та аналізу логіко-імовірнісних моделей. В статтях [7, 8, 14] представлено аналіз можливостей використання логіко-імовірнісного моделювання при оцінці надійності машин, подано загальні принципи та особливості побудови моделей, запропоновано методіку розробки та аналізу із подальшим їх застосуванням на конкретних системах кормозмішувачів і кормороздавачів.

Для реалізації представленого напряму досліджень перспективними в цьому напрямку можуть бути наступні дослідження: формування логіко-імовірнісних моделей формування відмов та функцій відмов механізмів складних технічних систем; обґрунтування програми і планів випробувань на надійність механізмів змішувачів-кормороздавачів; моніторинг технічного стану змішувачів-кормороздавачів, статистичний збір інформації про їх відмови з кількісною і якісною їх оцінкою.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Amaya-Toral, R.M., Piña-Monarez, M.R., Reyes-Martínez, R.M., de la Riva-Rodríguez, J., Poblano-Ojinaga, E.R., Sánchez-Leal, J., & Arredondo-Soto, K.C. (2022). Human-machine systems reliability: A series-parallel approach for evaluation and improvement in the field of machine tools. *Applied Sciences*, 12(3), article number 1681. doi: 10.3390/app12031681.

2. Aulin, V., Hrynkiv, A., Lyashuk, O., Vovk, Y., Lysenko, S., Holub, D., Zamota, T., Pankov, A., Sokol, M., Ratynskiy, V., Lavrentieva, O. (2020). Increasing

the functioning efficiency of the working warehouse of the “Uvk Ukraine” company transport and logistics centre. *Communications – Scientific Letters of the University of Zilina*, 22(2), 3-14. doi: 10.26552/com.C.2020.2.3-14.

3. Boyko A., Novitskiy A. Mathematical model of reliability of human-machine system under reduced efficiency of its generalized work. *Machinery & Energetics . Journal of Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 3. 271. P. 165–174.

4. Lo, H.-W., Liou, J.J.H., Huang, C.-N., & Chuang, Y.-C. (2019). A novel failure mode and effect analysis model for machine tool risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 183, 173-183. doi: 10.1016/j.res.2018.11.018.

5. Najafi, P., Asoodar, M.A., Marzban, A., & Hormozi, M.A. (2015). Reliability analysis of agricultural machinery: A case study of sugarcane chopper harvester. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 17(1), 158-165. doi: 10.22616/ERDev2019.18.N387.

6. Novitskiy Andriy, Bannyi Oleksandr. Аналіз надійності засобів для приготування і роздавання кормів методом дерева відмов. *MOTROL*. Lublin. 2011. Vol. 13B. P. 117–123.

7. Novitskiy Andriy, Bannyi Oleksandr. Логико – вероятностные модели надёжности сложной техники *MOTROL*. Lublin. 2012. Vol. 14. No P. 184 – 190.

8. Novitskiy Andriy, Bannyi Oleksandr. Логико-вероятностное моделирование надёжности сложной сельскохозяйственной техники. *MOTROL*. Lublin. 2016. Vol. 14. No 3. P. 187–196.

9. Novitskiy, A., Bannyi, O., & Novitskiy, Yu. (2023). Logical-probabilistic model of the reliability of means for preparing and distributing fodder. *Machinery & Energetics*, 14(1). <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-14-1-2023/logiko-imovirnisna-modyel-otsinki-nadiynosti-zasobiv-dlya-prigotuvannya-i-rozdavannya-kormiv>.

10. Viatcheslav Loveikin, Vasyl Khmelovskiy, Vasyl Lukach, Vasyl Achkevych. Improving efficiency of mobile combined feed mixer. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022. pp. 853-859.

11. Zinoviy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins. Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022. pp. 911-917.

12. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.

13. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

14. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Логіко-імовірнісна модель надійності засобів для приготування і роздавання кормів. *Вісник Сумського національного аграрного університету: Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів*. Суми. 2016. Вип. 10(2). С. 137 – 141.

15. Хмельовський В. С., Ребенко В. І. Обґрунтування елементів біотехнічної системи при виробництві тваринницької продукції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2018. Вип. 298. С. 79–84.



УДК 631.333.12

## МОДЕЛЬНА СХЕМА ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЗОВАНОГО КОМПОСТУВАННЯ

**Павленко С. І.**, к.т.н., доцент, *si.pavlenko17@gmail.com*  
*Національний університет біоресурсів і природокористування*

Прискорене компостування в буртах на відкритих майданчиках включають цикл технологічних операцій (рис. 1).

Час на цикл механізованих операцій компостування за прискореною технологією складається: транспортування сировини –  $T_1$ ; додавання інгредієнтів –  $T_2$ ; формування бурту –  $T_3$ ; змішування та аерації –  $T_4$ ; переміщення компосту до місця зберігання (стабілізація) –  $T_5$ ; використання (внесення) –  $T_6$ , час виконання аерації –  $T_4$ ,  $k$  – кількість повторних операцій:

$$T_{\text{ц}} = T_1 + T_2 + T_3 + \sum_k T_4 + T_5 + T_6.$$

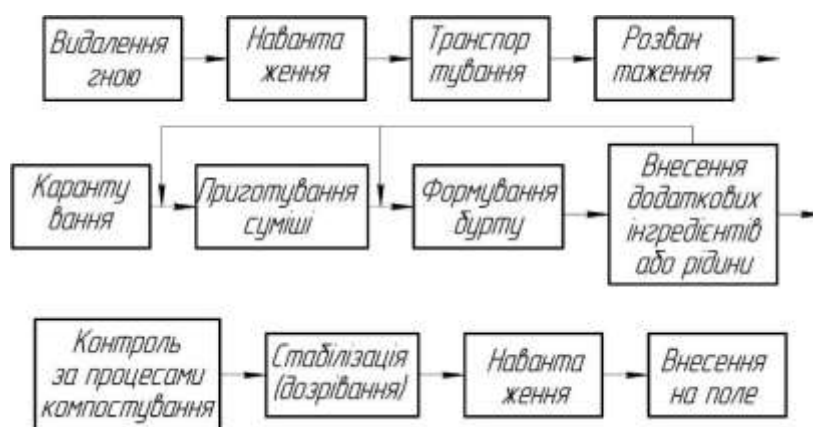


Рисунок 1 – Технологічний цикл виробництва органічних добрив при прискореному компостуванні в буртах на відкритих майданчиках

Час на цикл механізованих операцій компостування за прискореною технологією складається: транспортування сировини –  $T_1$ ; додавання інгредієнтів –  $T_2$ ; формування бурту –  $T_3$ ; змішування та аерації –  $T_4$ ; переміщення компосту до місця зберігання (стабілізація) –  $T_5$ ; використання (внесення) –  $T_6$ , час виконання аерації –  $T_4$ ,  $k$  – кількість повторних операцій:

$$T_{\text{ц}} = T_1 + T_2 + T_3 + \sum_k T_4 + T_5 + T_6.$$

Фактично, в порівнянні з традиційною технологією одержання перегною, додаються технологічні операції приготування суміші, внесення додаткових інгредієнтів, формування бурту та контроль за процесами компостування.

Технологію одержання компостів з органічної сировини можливо запровадити на базі існуючого технічного забезпечення, наявного в господарстві. Однак операційна схема (див. рис. 1) виконання механізованого процесу одержання органічних добрив недостатньо повна, оскільки не охоплює проміжні технологічні операції.

На основі проведеного патентно-інформаційного аналізу, власних досліджень і досвіду механізованого готування компостів, розроблена повноцінна технологічна схема компостування органічної сировини (рис. 2), що може слугувати базою для проектування операційних процесів з подальшим адаптуванням для умов господарювання. Розшифрування

блок-схеми (рис. 2) і перелік технічних засобів, необхідних для реалізації, ілюструють ієрархію і послідовність операцій з виробництва компостів, яка за пріоритетністю показує варіанти управління процесами. Послідовність і час виконання операцій по додаванню компонентів, організації аерації, місця переміщення суміші, формування бурту може змінюватись в залежності від вибраного технологічного і технічного забезпечення.

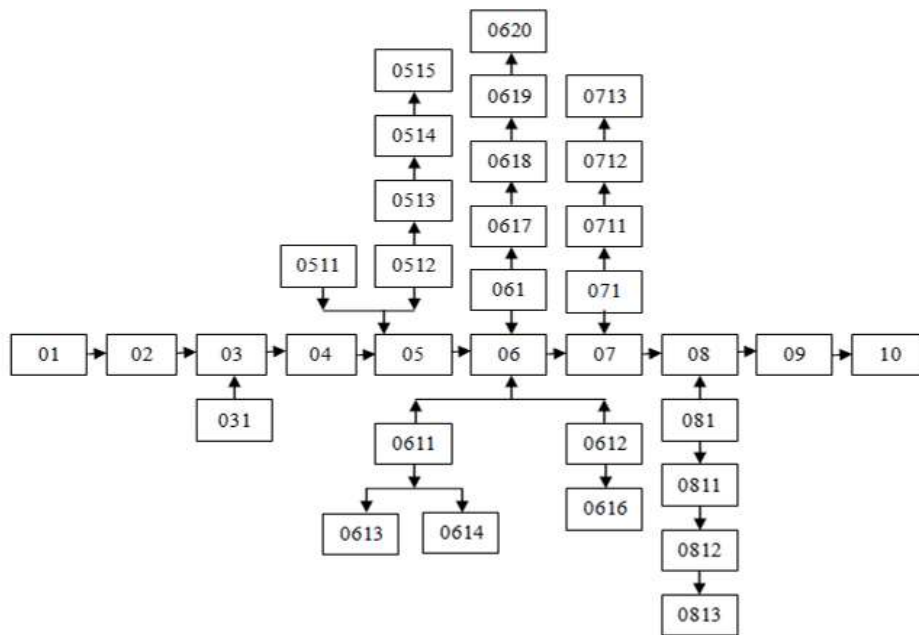


Рисунок 2 – Блок-схема операційного забезпечення механізованого процесу компостування

Позначення рис. 2: 01 – видалення гною (механічні системи: скребокві, скреперні, бульдозери, мобільні навантажувачі фронтальні); 02 – навантаження (ТСН-160, навантажувачі періодичної дії); 03 – транспортування (автотракторні самоскиди, тракторні агрегати з причепами); 031 – внесення волого-поглинального матеріалу на майданчик (підготовка майданчику); 04 – карантування; 05 – формування бурту (бульдозери, фронтальні навантажувачі, мобільні змішувачі, розкидачі органічних добрив); 051 – змішування компонентів суміші (стаціонарні та мобільні технічні засоби для змішування); 0511 – підготовка компонентів суміші (подрібнювачі рулонів, тюків, розкидачі органічних добрив, стаціонарні або мобільні подрібнювачі); 0512 – дозування компонентів (КТУ-10, РСП-10, розкидачі органічних добрив РОУ і їх аналоги); 0513 – транспортування компонентів (автотракторні агрегати, причепа); 0514 – завантаження компонентів (фронтальні навантажувачі зі змінними

адаптерами); 0515 – розвантаження компонентів (фронтальні навантажувачі зі змінними адаптерами); 06 – контроль за процесами компостування (термометри, вимірювачі вуглецевого газу); 061 – перелопачування (агрегати-змішувачі, РСП-10, розкидачі органічних добрив); 0611 – зволоження (цистерни, машини для внесення рідких добрив); 0612 – внесення компонентів (машини для внесення рідких добрив, аератори, обладнані ємністю з розпилювачами); 0613 – заправка при зволоженні (насоси, цистерни, машини для внесення рідин); 0614 – транспортування (цистерни, машини для внесення рідин); 0615 – заправка при внесенні компонентів (насоси, цистерни, машини для внесення рідин); 0616 – транспортування (цистерни); 0617 – укриття буртів; 0618 – навантаження матеріалу (навантажувачі ковшові, фронтальні); 0619 – транспортування (автотракторні агрегати); 0620 – нанесення матеріалу на бурт (фронтальні навантажувачі); 07 – внесення хімічних елементів (транспортування, завантаження, внесення); 08 – стабілізація (зберігання); 081 – укрупнення буртів; 0811 – навантаження (ковшові навантажувачі або навантажувачі непереривної дії); 0812 – переміщення до місця зберігання (автотракторні агрегати, стрічкові транспортери); 09 – навантаження (ковшові навантажувачі або навантажувачі непереривної дії); 10 – внесення компостів (тракторні агрегати з розкидачами органічних добрив); 11 – використання незрілого компосту для повторного компостування.

Основні механічні операції: подрібнення, змішування, формування бурту, перекидання зі збереженням формату бурту або механічна аерація, що повторюється по 4-20 разів і більше протягом циклу компостування. В процесі переробки фізичний стан і механічні властивості суміші змінюються і якісні показники по подрібненню та змішуванню послідовно повинні покращуватись від кожного проходу. З іншого боку, кількість задіяних технічних засобів і виконуваних ними функцій значна, що суттєво знижує ефективність виробництва за металоємністю, енергоємністю, затратами праці і паливно-мастильних матеріалів. Механізований процес компостування в цілому можливо розглядати як послідовність операцій завантаження, переміщення і дозованого вивантаження сировини, компонентів, готового продукту зі збереженням формату бурту для забезпечення термо-зберігаючих властивостей суміші. Раціональний вибір завантажувального обладнання, транспортних агрегатів з робочими органами, що виконують додаткові функції по подрібненню і змішуванню

суміші, використання спеціалізованих технічних пристроїв на енергоємних операціях зменшують експлуатаційні затрати на виробництво компостів.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Голуб Г.І., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко С.І., Лопатько К.Г., Скоробогатов Д.В. Механіко-технологічні основи процесів виробництва органічної продукції рослинництва. Монографія: НУБіП Україна, 2017. 431 с.

2. Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture. *Agraarteadus, Journal of Agricultural Science*, 2021, XXXII (2): 169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30.

3. Aliiev E., Pavlenko S., Golub G., Bielka O. Research of mechanized process of organic waste composting. *Agraarteadus, Journal of Agricultural Science*, 2022, XXXIII (1): 21–32. DOI: 10.15159/jas.22.04.



УДК 636.084

## ТЕХНОЛОГІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТА РЕСУРСОЩАДНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОПОЖИВНИХ КОРМІВ

**Полєвода Ю. А.**, к.т.н., доцент, *vinuura36@gmail.com*

*Вінницький національний аграрний університет*

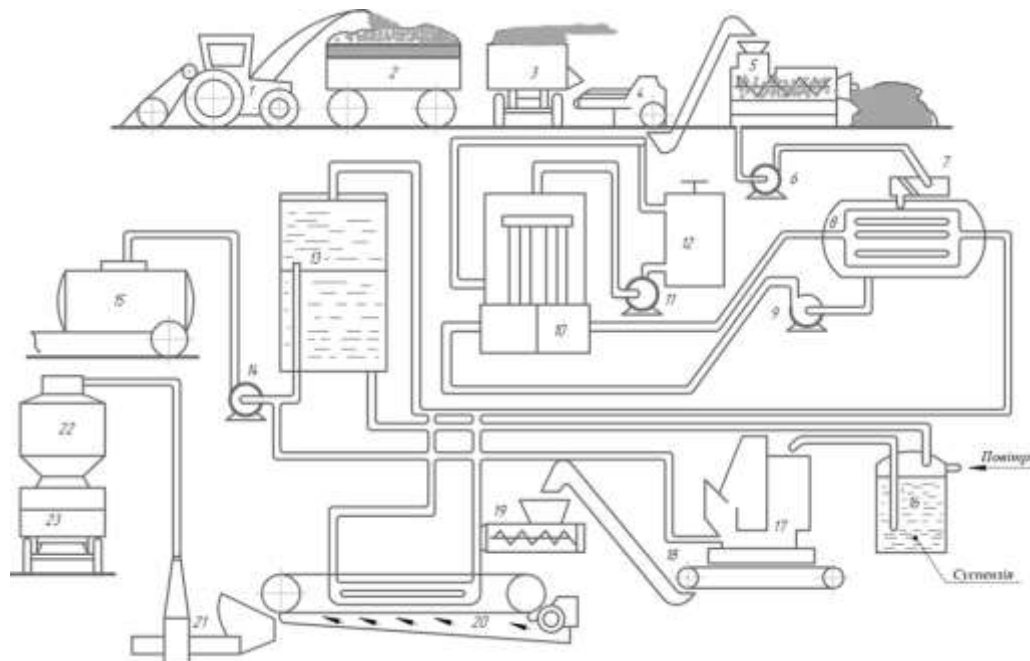
Традиційні види кормів (сіно, сінаж, силос тощо) не можуть забезпечити потрібного рівня перетравності, особливо для нових високопродуктивних порід тварин. Дану проблему можна вирішити шляхом доповнення до традиційного раціону нових високоенергетичних видів кормів [1, 2].

На перетравність поживних речовин корму впливає співвідношення в раціоні між перетравним протеїном і без азотистими речовинами. Раціонального поєднання амінокислотного складу і високої енергетичної цінності можна досягти при фракційній переробці зеленої маси люцерни в результаті якої отримують два основних компоненти: білково-вітамінна



пасту та жом [3, 4].

В результаті розроблено технологію виробництва високопоживної білково-вітамінної пасту та жому (рис. 1). Проектна потужність цеху становить 8-10 т/год по зеленій масі.



- 1 – косарка з подрібнювачем; 2, 15, 23 – транспортні засоби; 3 – дозатор;  
 4 – подрібнювач; 5 – прес для віджиму соку; 6, 9, 11, 14 – насос;  
 7 – пристрій для очищення соку від домішок; 8, 13, 16 – ємність;  
 10 – теплообмінник; 12 – котел електричний; 17 – фільтр-прес;  
 18 – транспортер; 19 – прес-гранулятор; 20 – сушка для концентрату;  
 21, 22 – пневмотранспортер

Рисунок 1 – Технологічна схема енергоефективного та ресурсощадного процесу виробництва високопоживної білково-вітамінної пасту та жому

Виробництво високопоживної білково-вітамінної пасту та жому включає в себе такі операції, як: дозування, дезінтеграції (подрібнення) і вологого фракціонування зелених рослин; коагуляції зеленого соку; розділення суспензії, що отримана в результаті коагуляції; сушіння рослинного білково-вітамінного концентрату та приготування з нього пелет (гранул).

Дана технологія заготівлі кормів має і безсумнівні переваги перед іншими, «традиційними» технологіями заготівлі кормів. Перш за все, це значне скорочення втрат поживних речовин при їх проходженні всього

технологічного шляху від поля до годівниці. Адже практично всі операції проводяться на стаціонарі, без значних переміщень матеріалу, що завжди супроводжується значними втратами поживних речовин. Окрім того, розділення цільного корму на фракційні складові підвищує його сумарну енергетичну цінність, дозволяє комбінувати окремими фракціями направляючи їх для вирішення окремих потреб в годівлі тварин.

**Висновки.** Традиційні технології заготівлі кормів із зелених рослин не здатні задовольнити потреби тваринництва через значні втрати поживних речовин при реалізації технологічних операцій. Одним з шляхів інтенсифікації галузі кормовиробництва є впровадження фракційних технологій заготівлі високобілкових зелених рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те що наразі не існує чітко визначених рекомендацій щодо номенклатури машин для реалізації даної технології та режимів роботи встановленого обладнання. В кожному конкретному випадку дані питання вирішуються індивідуально.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Берник П. С., Ярошенко Л. В., Єленіч М. П. Використання прогресивних технологій для приготування багатокомпонентних сумішей. *Прогресивна техніка і технології машинобудування: матеріали міжнародної наук.-тех. конф.* Донецьк, 1995. С. 18–19.
2. Полевода Ю.А. Обґрунтування режимних параметрів очищення сирого гліцерину. *Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні.* № 46. 2012. С. 67–73.
3. П. Ковбасюк. Вирощування люцерни та її кормові цінності Житомир. «Пропозиція». 2013. №12. С.42–45.
4. Кобець А.С., Чурсінов Ю.О., Пугач А.М. та ін. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв: Монографія Дніпро: «Свідлер А.Л.» 2022. Т.4. 460 с.



УДК 631.363.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ ДОБАВОК З ВІДХОДІВ КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Потапова С.Є., к.т.н., доцент, *potapova@nubip.edu.ua*,

Лоцман А.Ю., студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Однією з найважливіших умов виробництва високоякісних комбікормів, білкових концентратів у світовій практиці є широкий спектр використання нової сировини. При цьому питома вага зернових у ньому складає не більше 50 %, а у провідних країнах 20-30 %. Ці технології забезпечили застосування будь-якого кормового засобу, як початкової сировини для комбікормової промисловості з відходів і побічних продуктів переробки різних виробництв, яким властиві високі кормові якості за низької собівартості.

Тільки біологічно повноцінна годівля сільськогосподарських тварин, повністю збалансована за всіма показниками поживності корму, може забезпечити максимальну продуктивність останніх і істотно знизити витрати на виробництво кінцевої продукції. Висока вартість цієї продукції на сьогодні пояснюється не об'єктивно високими нормами введення зернових і інших дефіцитних білкових інгредієнтів, що здорожує комбікорми в цілому.

В результаті переробки кукурудзяного зерна на крохмаль отримують побічні продукти: віджата кукурудзяна мезга, згущений екстракт, подрібнене зерно (зерновідходи), макуха кукурудзяного зародка. Вони мають високу кормову цінність, багаті білками, жирами і вуглеводами. Зазвичай побічні продукти використовуються для згодовування сільськогосподарським тваринам у вигляді окремих компонентів кормових раціонів, що знижує ефективність їх застосування.

Сухі кукурудзяні корми, крім високих поживних і корисних якостей, мають ряд недоліків. Зберігання та транспортування через малу об'ємну масу створює певні труднощі. Найбільш оптимальне використання сухих кормів у гранульованому чи брикетованому вигляді.

В даний час через сезонні коливання реалізації побічних продуктів і підвищення екологічних вимог, крохмале-патокові підприємства для забезпечення тривалого зберігання проводять їх сушіння. Тому найбільш

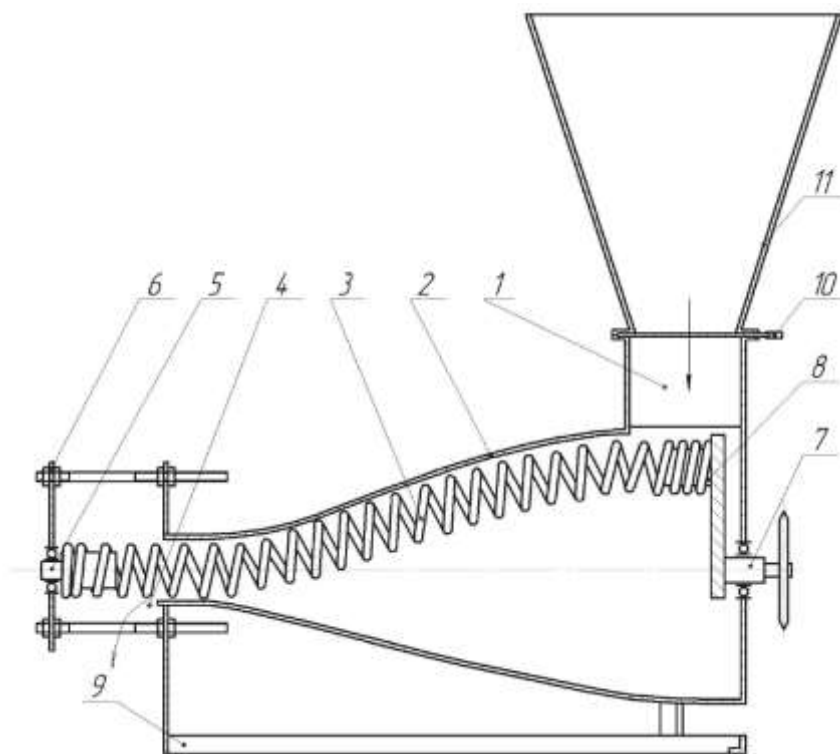
раціонально готувати з побічних продуктів суху кормову суміш. Однак відсутній ефективний універсальний змішувач, що дозволяє з компонентів з різними фізико-механічними властивостями готувати концентровану суміш, яка відповідає зоотехнічним вимогам щодо однорідності.

Для вирішення проблеми змішування побічних продуктів крохмалепатоковий виробництва на основі проведеного аналізу конструкцій змішувачів була розроблена конструктивно-функціональна схема спірального змішувача (рис. 1).

Спіральний змішувач має наступну конструкцію. Конічний корпус 2 змонтований на зварній рамі 9, має вивантажувальне вікно 4 і завантажувальну горловину 1. На завантажувальній горловині встановлений бункер-накопичувач 11 з заслінкою 10. У корпусі змішувача встановлена циліндрична спіраль 3 на ексцентрику 8 та веденій цапфі 5. Обертання спіралі здійснюється від приводу, наприклад, мотором-редуктором (привід на схемі не показаний). Ексцентрик 8 встановлений на ведучій цапфі 7 і може зміщуватися в перпендикулярному до осі ведучої цапфи напрямку, зменшуючи або збільшуючи ексцентриситет. Ведена цапфа встановлена в механізмі зміни подачі 6, за допомогою якого може переміщатися в напрямку, паралельному осі змішувача.

Для проведення експерименту були виділені три основні фактори, що незалежні між собою і безумовно впливають на процес змішування спіральному змішувачі: частота обертання спіралі  $n$ ,  $\text{хв}^{-1}$ , крок спіралі  $s$ , мм, та ексцентриситет  $k$ , мм. В якості критеріїв оптимізації були обрані наступні параметри: ступінь однорідності суміші  $\theta$ , % та питома енергомідність  $E$  процесу змішування,  $\text{Вт}\cdot\text{год}/\text{кг}$ .

Після обробки результатів багатфакторного експерименту отримані наступні графічні залежності (рис. 2), що характеризують вплив змінних факторів на питому енергомідність процесу.



1 – завантажувальна горловина, 2 – корпус, 3 – спіраль, 4 – вивантажувальне вікно, 5 – ведена цапфа, 6 – механізм зміни подачі, 7 – ведуча цапфа, 8 – ексцентрик, 9 – рама, 10 – заслінка, 11 – бункер-накопичувач

Рисунок 1 – Конструктивно-функціональна схема спірального змішувача

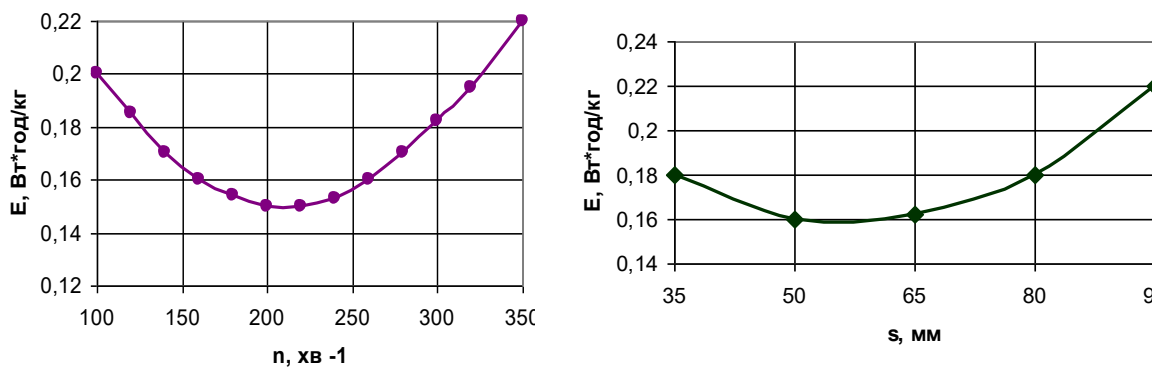


Рисунок 2 – Графічні залежності питомої енергомісткості E процесу змішування від частоти обертання робочого органу n та від кроку спіралі s

На основі проведеного багатofакторного експерименту встановлено раціональні параметри розробленого спірального змішувача: частота обертання робочого органу від 200 ... 220 xv<sup>-1</sup> крок спіралі – 50 ... 65 мм,

ексцентриситет – 55 ... 60 мм. Вказані параметри дозволяють забезпечити ступінь однорідності кормової суміші 96 ... 98 % при питомій витраті електроенергії 0,15 ... 0,2 Вт·год / кг.

Впровадження вдосконаленого процесу приготування сухого кукурудзяного корму із застосуванням розробленого спірального змішувача дозволяє ефективно використовувати побічні продукти крохмалепатокового виробництва сільськогосподарським тваринам.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кузнєцова І.В. Сучасний стан виробництва крохмалепродуктів у світі / І.В. Кузнєцова // *Вісник аграрної науки*. – 2010.- №1. – с. 66-68.

2. Куликівський В.Л, Рибіцький О.С. Аналіз побічних продуктів крохмалопатокового виробництва. *Збірник тез доповідей XXIII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (16–18 жовтня 2022 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Київ. Житомир. 2022.С. 296-298.

3. Хмельовський В. С., Ачкевич О. М. Дослідження процесу приготування високоенергетичної кормової суміші для ВРХ. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК*. Київ. 2017. Вип. 262. С. 304–314.



УДК 631.363.21

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА У ДВОСТАДІЙНОМУ ПОДРІБНЮВАЧІ

**Потапова С.Є.**, к.т.н., доцент, [potapova@nubip.edu.ua](mailto:potapova@nubip.edu.ua),

**Пиляй Я.А.**, студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У технології приготування кормів найпоширенішим і найважливішим процесом є подрібнення, зумовлене вимогами фізіології тварин. В результаті подрібнення утворюється безліч часток з

високорозвиненою поверхнею, що сприяє прискоренню процесів травлення та підвищенню засвоюваності поживних речовин. За рахунок подрібнення зерна продуктивність тварин підвищується на 10...15 %. В інженерному відношенні подрібнення кормів є найбільш енергоємною та дорогою операцією.

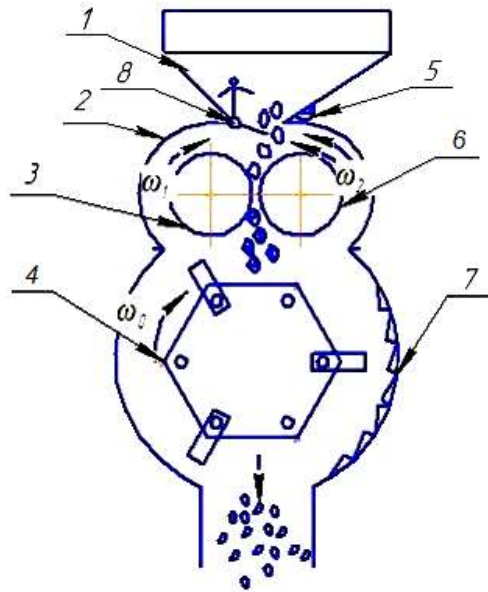
Загалом актуальною залишається проблема підвищення якості подрібнення. Її вирішення дозволить мінімізувати явище переподрібнення кормів та підвищити їх засвоюваність. Особливо це важливо при використанні фуражного зерна, оскільки воно має тверду оболонку і якщо її не зруйнувати, то зерно «транзитом» проходить через шлунково-кишковий тракт тварини.

Основним обладнанням для подрібнення кормового зерна у сільськогосподарському виробництві є молоткові дробарки, суттєвими недоліками яких є висока витрата енергії та нерівномірність гранулометричного складу готового продукту, що не відповідає зоотехнічним вимогам.

Одним з перспективних напрямів у галузі подрібнення зерна стає розробка двостадійних подрібнювачів, в яких мінімізуються недоліки одноступеневих молоткових зернодробарок. Подрібнювачі, що розробляються, відрізняє відносно низька енерго- і металоємність конструкції, більш висока зносостійкість ударних елементів, менші рівні шуму та вібрації.

Пропонуємо використовувати для подрібнення зерна для подальшого приготування комбикормів двоступеневий подрібнювач (рис. 1). Перший ступінь подрібнювача складається з пари вальців однакового діаметру, що обертаються з різними швидкостями  $\omega_1$  та  $\omega_2$ , зтягуючи при цьому зерновий матеріал у робочий зазор, де за рахунок стиску і зсуву відбувається його попереднє деформування. Зазор між вальцями 1 і 2 механізмом регулювання 6, 7 підібраний таким чином, що зернівка, пройшовши вальцьову секцію, отримує мікроушкодження структури, а отримані напруги перевищують межу пружних складових міцності.

Різниця кутових швидкостей вальців забезпечує так званий ефект «прокочування» зерна, в результаті якого відбувається розшарування поверхневого шару і верхнього шару ендосперму, в результаті чого зернівка «розкривається» для безперешкодного удару робочими органами молоткового ротора.



- 1 – зерновий бункер, 2 – вальцовий подрібнювач, 3 – молотковий ротор,  
5 – магнітний сепаратор, 7 – тихохідний валець, швидкохідний валець,  
11 – дека, 12 – заслінка

Рисунок 1 – Схема робочого процесу експериментального подрібнювача зерна

Підчас експерименту проводили дослідження спільного впливу основних факторів: частоти обертання швидкохідного вальця  $\omega$ , міжвальцового зазору  $\delta_r$ , диференціала вальців  $k$  та кількості пакетів молотків  $P$  на якісні та кількісні показники процесу подрібнення – модуль помелу та енергоємність.

На основі отриманих рівнянь регресії були побудовані графічні поверхні, що характеризують вплив змінних факторів на критерії оптимізації (рис. 2, 3).

Результати досліджень методом планування експериментів дозволили отримати рівняння регресії, що адекватно описують процес подрібнення зерна та визначити оптимальні значення параметрів подрібнювача:

- міжвальцовий зазор  $1,5 \pm 0,25$  мм;
- диференціал вальців  $16 \pm 02$ ;
- частоту обертання швидкохідного вальця  $1200 \pm 50$  хв<sup>-1</sup>;
- кількість пакетів молотків на роторі 3, а також встановити кут охоплення молоткового барабана декою в межах  $90^\circ$ , що забезпечує прямоточний безрешітний режим.



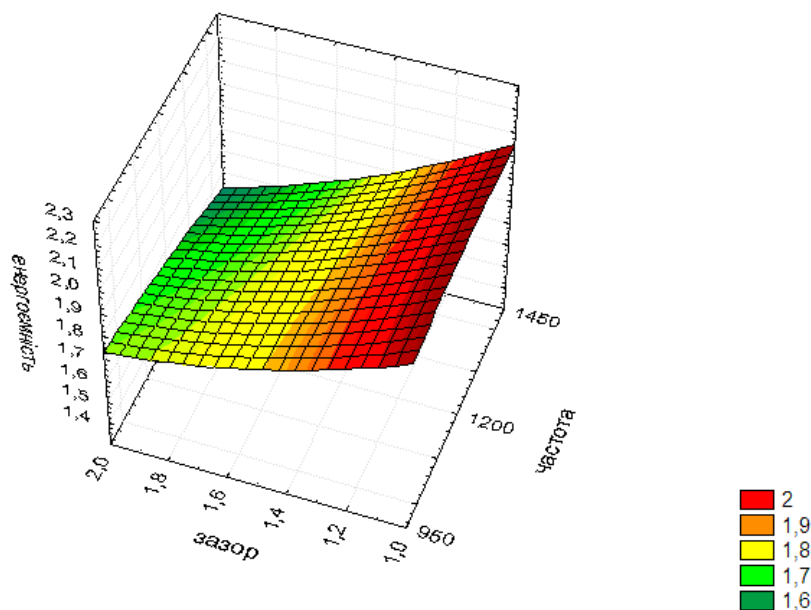


Рисунок 2 – Поверхня відгуку, що характеризує сумісний вплив міжвальцьового зазору та частоти обертання швидкохідного вальця на енергоємність процесу подрібнення

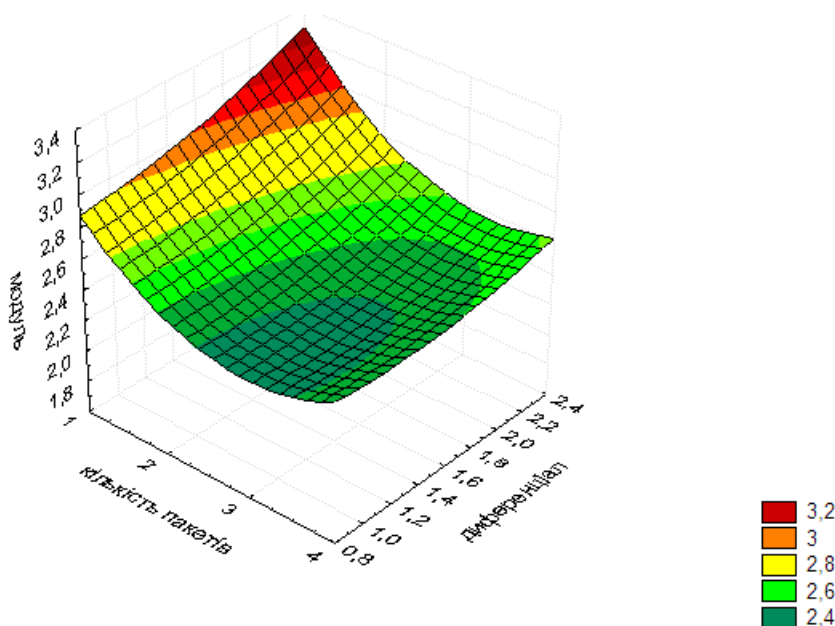


Рисунок 3 – Поверхня відгуку, що характеризує сумісний вплив кількості пакетиб молотків та диференціалу вальців на модуль помелу

Енергоємність процесу базової моделі молоткової дробарки  $E=7,5-8,5$  кВт·год/т порівняно з двоступінчастим подрібнювачем  $E=2,8-4,3$  кВт·год/т знизилася в діапазоні модулів помелу в 1,9-2,7 рази.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гошко З. Шляхи вдосконалення подрібнювальних машин для зернових матеріалів. *Вісник ЛНАУ. Збірник наукових праць. Агроінженерні дослідження*. 2011. №15. С. 124–131.

2. Буртак В. В., Кохана Т. М., Гуменюк Р. В., Шеремета Р. Б. Модернізація та аналіз роботи дробарок зернових продуктів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 124–128.

3. Гвоздєв О. В., Шпиганович Т. О., Ялпачик О. В. Вдосконалення процесу подрібнення зерна. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки»*. 2011. № 9. С. 143–150.

4. Ревенко І. І., Брагінець М. В. *Машини та обладнання для тваринництва*. Київ. ТОВ «ЦП Компринт». 2018. 568 с.



УДК 631.3:636

## ТВАРИННИЦЬКА ФЕРМА - СКЛАДНА БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА

**Ребенко В.І.**, к.т.н., доцент, [rebenko@nubip.edu.ua](mailto:rebenko@nubip.edu.ua)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасні БТС, що об'єднують в єдиній системі технологічні та виробничі об'єкти, машини, обладнання, транспортні засоби, споруди, пристрої контролю та управління, об'єкти виробництва – тварин, операторів та навколишнє середовище, є складними динамічними системами. Відповідно до системних уявлень, подібні сільськогосподарські процеси можуть реально існувати та функціонувати у часі лише у складі різних систем. Їх цілком правомірно віднести до складних чи великих систем.

Відповідно до системології у БТС можуть входити біологічні, фізичні, технічні, кібернетичні (інформаційні) об'єкти. Особливий клас становлять людино-машинні (ергатичні) та біологічні системи-множини живих об'єктів (популяцій), що культивуються людиною. Для виробничої діяльності

людини найбільший інтерес представляють змішані БТС, у яких ергатичні та біологічні ланки (людина, тварина) взаємодіють з метою виробництва з технічними (машини, споруди, ЕОМ).

Для цілей аналізу БТС прийнятні такі визначення системи, як «комплекс елементів, що перебувають у взаємодії» (Фон-Берталанфі Л.), «будь-яка сукупність змінних, властивих реальній машині» (Ешбі У.), «Більшість елементів із співвідношеннями між ними та їх атрибутами» (Холл А.), «відображення входів та станів об'єктів у виходах об'єкта» (Месарович М.) тощо.

Найбільш загальним і широким у сільськогосподарському виробництві є поняття екологічної або ергобіотехнологічної системи, що складається з сукупності взаємопов'язаних елементів: землі, рослинного світу, тварин, їх довкілля та техніки, керованих цілеспрямованою діяльністю людини.

Тваринницький комплекс загалом, ферма чи будь-який окремий технологічний процес можуть розглядатися як багаторівневі системи середньої та нижчої ієрархії. У цьому складніша система визначається як числом які входять у неї елементів, а й складністю їх властивостей і зв'язків, реалізованих різних щаблях (рівнях) ієрархічної структури.

Основним системоутворюючим фактором таких систем є цілеспрямоване перетворення людиною ресурсів екосистеми сільськогосподарського виробництва (регіональних природних умов, кормів, розведення тварин) у вигляді технічних, матеріальних та трудових ресурсів у тваринницьку продукцію. Біотехнічні системи включають сукупність виробничо-технологічних способів, технічних засобів машинного виробництва та матеріально-інформаційних зв'язків між людиною, засобами, механізацією та тваринами.

Залежно від розв'язуваних завдань можна виділити такі системи, як "машинний агрегат - людина", "машина - зовнішнє середовище", "машина - тварина", "матеріал, що обробляється - технологічна лінія", "механізована ферма", "ферма - завод", «Тваринницький комплекс» і т.д.

Технічні, технологічні та організаційно-економічні фактори, що визначають обсяг, терміни та якість виконання виробничих функцій тваринницької ферми або комплексу, утворюють так званий виробничо-технологічний блок (ВТБ), який виконує основні виробничі функції та органічно пов'язаний з технічним та технологічним (у широкому сенсі) прогресом і виступає як активний перетворювач природних та матеріальних

ресурсів у сільськогосподарську продукцію. У складі ВТБ можна виділити ряд характерних експлуатаційно-технологічних підсистем, таких як комплекти машин та обладнання, технологічні лінії, тваринницькі споруди, сховища кормів, засоби контролю та управління.

За функціональним призначенням структуру БТС можна поділити на три підгрупи: виробничо-технологічну, організаційно-технічну та інформаційно-керівну. Перша з них характеризує структуру, склад (номенклатуру) основних виробничих засобів та технологічного обладнання, друга – організацію виробничого та технічного забезпечення, використання технічних засобів, їх завантаження та підтримання необхідної надійності; третя – банк інформації, що збирається, контролюється та аналізується, та необхідне технічне оснащення для управління БТС, у тому числі зі зворотними зв'язками, моделюванням та прогнозуванням. Усі зазначені підгрупи можна представити у вигляді орієнтованих графів і використовувати для їх аналізу та синтезу теорію дослідження операцій та масового обслуговування.

Системи задаються зазвичай переліком об'єктів, їх властивостей, відносин (зв'язків) та функцій, що виконуються. Строго окреслити межі систем у тваринництві важко, у кожному даному випадку це робиться, виходячи з цілей і завдань дослідження. Основними вимогами в даному випадку можна вважати цілісність розгляду таких об'єктів та процесів, у яких при аналізі та проектуванні виявляється та чітко встановлюється ієрархічна структура та специфічні взаємозв'язки та взаємодії для різних ієрархічних рівнів системного об'єкта.

У загальному випадку елементи систем утворюють біотехнологічні комплекси з набором машин, статевовікових груп тварин і колективами операторів, звані організаційними або ергатичними біотехнологічними системами. До складу таких систем можуть включатися не лише технічні, матеріальні та біологічні об'єкти, а й деякі абстрактні елементи, такі як система планування, зв'язку та управління, програми та алгоритми для ЕОМ.



## АНАЛІЗ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ АГРЕГАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ

**Ревенко Ю.І.**, к.т.н, доцент, *revenko@nubip.edu.ua*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Аналіз конструктивно-функціональних характеристик відомих технічних рішень виробництва комбікормів в умовах сільського господарства, а також комплексна оцінка показників ефективності їх використання свідчать про перспективність агрегатів безперервної дії, створених на принципах модульно-блокового компонування технологічних елементів з одночасним поєднання операцій [6, 7] та включає в себе (рис. 1): живильник-дозатор вихідних компонентів, завантажувач-змішувач вихідних компонентів, подрібнювач-змішувач, розвантажувальний змішувач.

Для забезпечення стабільної роботи такого агрегату необхідно дотримуватись умови узгодженості пропускної здатності всіх його технологічних елементів (ланок).

На перший погляд, з точки зору ресурсозбереження, необхідно докласти зусиль, щоб наблизитися до ідеального варіанту коли

$$\Sigma Q_{zd} = Q_{zz} = Q_{pz} = Q_{rz}. \quad (1)$$

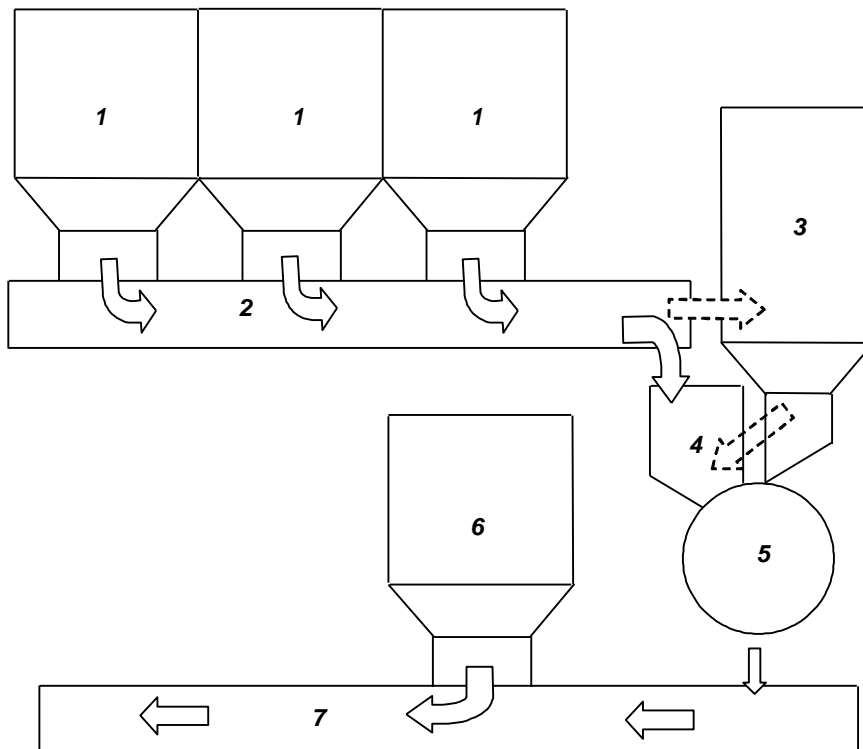
Однак реалізація такої умови практично неможлива та недоцільна. З технологічних причин часто виникає потреба: змінювати склад і співвідношення вихідних компонентів, які до того ж не мають постійних властивостей; регулювати розмір частинок інгредієнтів комбікорму та тривалість їх змішування. Ці та деякі інші фактори можуть суттєво впливати на продуктивність тієї чи іншої ланки технологічного процесу і, відповідно, конструктивного елемента агрегату.

У практиці розробки та конструювання агрегатів з виробництва комбікормів дотримуються умови забезпечення їх стабільної роботи:

$$\Sigma Q_{ж-д} < Q_{з-з} < Q_{п-з} < Q_{р-з}. \quad (2)$$

де  $\Sigma Q_{ж-д}$  – сумарна подача живильників дозаторів, що входять до складу агрегату (відповідно до кількості вихідних компонентів приготовлюваних комбікормів), кг/с;

$Q_{з-з}$ ,  $Q_{п-з}$ ,  $Q_{р-з}$  – пропускна здатність відповідно завантажувача-змішувача, подрібнювача-змішувача та розвантажувача-змішувача, кг/с.



- 1 – живильники-дозатори компонентів комбікорму, що потребують подрібнення; 2 – завантажувач-змішувач; 3 – порційний змішувач-живильник-дозатор [1, 2]; 4 – приймальний бункер; 5 – подрібнювач-змішувач (дробарка) [4]; 6 – живильник-дозатор подрібнених компонентів; 7 – розвантажувач-змішувач

Рисунок 1 – Раціональна схема агрегату для приготування комбікормів [3]

Згідно з цією умовою кожне наступне технологічна ланка повинна мати певний запас пропускної здатності. У разі порушення умови, існує ризик дестабілізації режиму роботи агрегату через можливі блокування (перевантаження) ланки з меншою продуктивністю. Крім того, хочеться висловити тезу, що певне збільшення пропускної здатності має сенс навіть

у межах окремих технологічних ланок (від початку до виходу) агрегату (рис. 2).

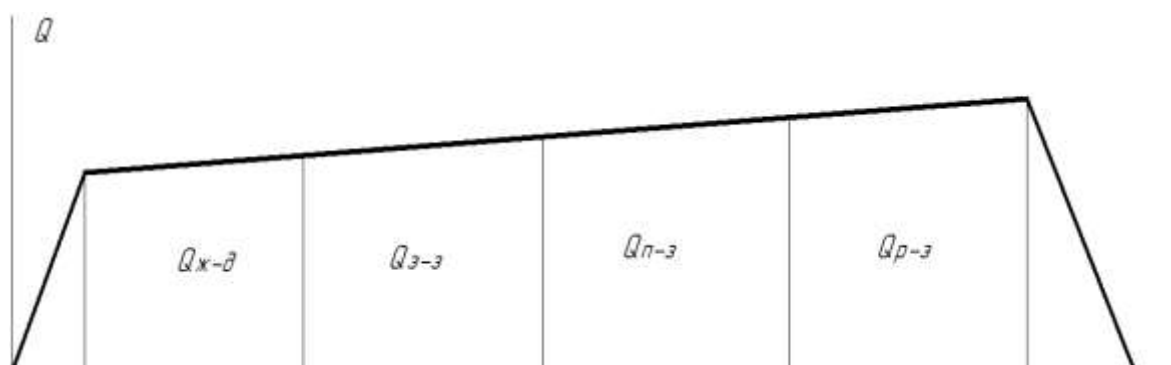


Рисунок 2 – Еюра продуктивності складових ланок агрегату для приготування комбікормів

Оскільки згідно з ресурсозберігаючою конструктивно-функціональною схемою об'єкта (див. рис. 1) процес приготування комбікорму відбувається за потоковим принципом, то в будь-якому разі очікується збільшення пропускної здатності на кожній з технологічної точки зору операції - від початку до кінця, знижують опір руху кормового потоку та енергоємність відповідного процесу, а також підвищують якісні показники відповідної операції.

Для підтвердження доцільності саме такого підходу звернемося до даних окремих досліджень. Так, у результаті аналітичних досліджень на основі теорії ймовірності встановлено, що для своєчасного видалення продуктів подрібнення з робочої камери молоткової дробарки пропускна здатність її сепаруючої поверхні повинна бути в 1,5-2 рази більшою за подрібнювальну спроможність дробарки. Це положення підтверджено вченими експериментально: підвищення продуктивності дробарки на виході з робочої камери (пропускна здатність сепаруючої поверхні) і забезпечення своєчасного видалення з неї продуктів подрібнення сприяють підвищенню якості (рівномірність фракційного складу, зниження виходу пилової фракції) при переробці кормів і зниження споживання енергії.

Іншим прикладом, який підтверджує наведену передумову, є використання дозуючих шнеків, у яких висота гвинтової поверхні шнека поступово збільшується до її висоти на транспортуючій ділянці. Таке рішення дозволяє збалансувати щільність потоку та підвищити

рівномірність дозування завдяки поступовому збільшенню пропускної здатності [5].

З цього випливає, що має бути узгоджене раціональне співвідношення пропускної здатності всіх технологічних ланок комбікормового агрегату безперервної дії, розробленої за принципами модульно-блокового компонування.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Патент № 14395 (Україна). Змішувач для виробництва збалансованих комбікормів / Ревенко І.І., Лісовенко Т.О., Ревенко Ю.І. - Бюл. № 5. - 2006.

2. Патент № 78845 (Україна). Кормозмішувач / Ревенко І.І., Ревенко Ю.І. - Бюл. № 5. - 2007.

3. Патент № 79142 (Україна). Установа потокової переробки комбікормів / Ревенко І.І., Ревенко Ю.І. - Бюл. № 7. - 2007.

4. Патент № 34578 (Україна). Дробарка-змішувач / Ревенко І.І., Ревенко Ю.І. - Бюл. № 15. - 2008.

5. Пилипенко О. М., Ревенко Ю. І., Чибис С. М. Ресурсозберігаючі варіанти виробництва комбікормів / *Механізації сільськогосподарського виробництва // Збірник наукових праць НАУ*. – К.: Вид-во НАУ, 2000. – Т. 8. – С. 274-281.

6. Ревенко І.І., Пилипенко О.М., Чибис С.М., Ревенко Ю.І. Комплект безворонкового обладнання для приготування комбікорму / Розробка: Науковці технічного інституту НАУ - Виробництво. – К., 2006. – С. 61.

7. Ревенко І.І., Ревенко Ю.І. Комплексна оцінка можливостей приготування комбікормів // *Техніка АПК*. 2000 - № 11-12. - С. 25-27.

8. Ревенко Іван, Хмельовський Василь, Ревенко Юлій, Ребенко Віктор, Потапова Світлана. Обґрунтування параметрів, що впливають на підвищення продуктивності молоткових дробарок. *Інженерія для сільського розвитку*. 24-26 травня 2023 Єлгава . стор . 714-720.





УКД 628.161

## **ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ФАБРИК ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ВОВНИ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА**

**Савченко В.М.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua@ukr.net*, **Желудько О.В.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Для очищення води для миття вовни електрохімічним методом найчастіше застосовують анодне окислення і катодне відновлення розчинених речовин, електрокоагуляцію і гальванокоагуляцію. Для видалення зі стічних вод дрібнодисперсних і органічних домішок, емульсій, олій, жирів, нафтопродуктів, хроматів, фосфатів найбільшого поширення набули електро- і гальванокоагуляція.

Метод електрокоагуляції ґрунтується на фізико-хімічному процесі коагуляції колоїдних систем під впливом на них постійного електричного струму. За допомогою сталевих або алюмінієвих анодів стічні води піддаються електролізу, унаслідок чого відбувається електрохімічне розчинення анода й одержання для процесу коагуляції іонів заліза або алюмінію. На цьому принципі заснований процес електрокоагуляції забруднених стічних вод.

У стічну воду переходять іони цих металів, що перетворюються внаслідок гідролізу на їхні гідроксиди та/або солі, які мають коагулювальну здатність. Процес аналогічний обробці води відповідними реагентами, однак, під час електрокоагуляції вода не збагачується сульфатами або хлоридами, вміст яких лімітується під час скидання очищених вод у водойми або використання в оборотних системах.

В основі гальванокоагуляції лежить принцип роботи короткозамкненого гальванічного елемента. При цьому вода, що очищається, обробляється сумішшю матеріалів, один з яких має коагулюючу здатність (залізо - кокс або вуглецевмісний матеріал, алюміній - кокс, залізо - мідь). За рахунок різниці електрохімічних потенціалів на контакті залізна стружка (або алюмінієва) - вуглецевмісний матеріал виникає безліч гальванопар, що спричиняє інтенсивне окиснення і розчинення металу, електроліз води, зміщення величини рН, гідроліз та інші фізико-хімічні процеси.

У процесі анодного окиснення заліза можливе утворення цілої низки сполук, комплексних і гідратованих іонів:  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $FeOH^+$ ,  $Fe(OH)_2$ ,

$\text{FeOH}^{2+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})^{4-}$ , термодинамічна стійкість яких залежить від окисно-відновного потенціалу та рН середовища.

Результати наших досліджень показують, що варіантом розв'язання проблеми можуть бути мобільні установки очищення оборотних стічних вод мийки на базі електрохімічних процесів.

Проаналізуємо експлуатаційні особливості та можливість застосування електро- і гальванокоагуляції стосовно очищення вод мийки вовни, маючи на увазі, що остання має суттєву економічну перевагу.

1. При електрокоагуляції зміною сили струму можливо регулювати кількість розчинюваного матеріалу анода, що дає змогу мати розрахункову кількість коагулянту. За гальванокоагуляції це неможливо, оскільки кількість розчиненого анодного матеріалу залежить в основному від рН і складу оброблюваної води, що практично неможливо регулювати на практиці.

Тому електрокоагуляцію можна використовувати більш ефективно як під час очищення непостійного складу води, так і під час очищення більш концентрованих стічних вод.

2. Гальванокоагуляція чутлива до присутності аніонів, що пасивують поверхню анода в оброблюваній воді, електрокоагуляція - більш контрольований процес, отже, електрокоагуляція - більш стабільний процес.

3. Складність в експлуатації електрокоагуляторів в основному визначається засміченням міжелектродного простору, який необхідно постійно очищати скребками. Крім того, режим роботи гальванокоагуляторів визначається необхідністю підтримання співвідношення сталевий та мідній стружки або сталевий стружки та коксу, незручністю заповнення завантаження, необхідністю видалення дрібнодисперсної фази, яка складається з оксидів заліза та часток коксу, що унеможлиблює повторне використання очищених вод у водообороті для миття вовни.

Отже, технологія електрокоагуляційної очистки вод миття вовни є керованим режимом, досить компактною для забезпечення повторного використання очищених вод, а також є досить складною для забезпечення повторного використання очищеної вовни. Однак параметри робочого режиму мають бути визначені експериментально для кожного конкретно випадку миття вовни.



УДК 636.083

## **СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ**

**Савченко В.М.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua@ukr.net*, **Тертенюк О.В.**, студент  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Тваринництво м'ясного напрямку є суттєвою галуззю агропромислового комплексу України. Підвищення продуктивності тварин і поліпшення якості м'яса сьогодні є пріоритетними для розвитку галузі. Відомо, що тваринницька галузь зазнає відчутних втрат від народження тварин із низькою життєздатністю та від їхньої загибелі на різних етапах росту й розвитку. Від народження, а також під час росту і розвитку тварини зазнають постійного впливу зовнішнього середовища, як сприятливого, так і не дуже.

У науці та на виробництві постійно ведеться пошук способів збереження молодняка, а також вивчаються маловитратні методи в селекційній роботі, за допомогою яких можна буде об'єктивно оцінювати біологічний потенціал тварин.

Вівчарство є складовою частиною тваринництва і всі ті проблеми, що є в даній галузі, стосуються і його. Збереження та використання існуючого з новостворюваними генофондами, а також розробка нових технологій утримання овець є базовими завданнями.

Численні дослідження показали, що одним із методів отримання високопродуктивних тварин є промислове схрещування.

Ще одним шляхом збільшення виробництва і якості баранини є нагул і відгодівля овець. Також у господарствах використовують раннє відлучення ягнят і вирощування їх на заміниках молока та спеціальних кормових добавках.

Досить ефективною і поширеною технологією одержання високоякісної баранини є інтенсивна відгодівля молодняка.

Встановлено, що від баранів, які перебувають на відгодівлі, можна отримати вищий прибуток, оскільки забійна маса туш зростає на 18,2 %, що дає змогу мати додатково до 2,36 кг баранини. При цьому вівцематки після інтенсивного нагулу відрізняються високими м'ясними якостями: забійний вихід – 55,7 %, маса туші – 23,0 кг, коефіцієнт м'ясності – 4,9. М'ясо

характеризується меншим вмістом вологи – 55,9 %, більшим вмістом жиру – 28,6 %, високою калорійністю – 3504,0 ккал.

Під час вивчення ефективності відгодівлі молодняка виявлено, що вихід туші у барашків казахської тонкорунної, казахської напівтонкорунної (типу гемпшир), дегереської курдючної напівгрубошерстої порід після завершення відгодівлі становив 53,0...55,5 %. Тонкорунний молодняк після завершення відгодівлі та реалізації його на м'ясо у віці 8 місяців, досягає високих стійких кондицій: маса – 18,5; 16,3 і 14,8 кг, забійний вихід – 49,5; 49,4 і 48,8 %.

Дослідженнями встановлено, що при застосуванні біостимуляторів поліпшується розвиток тварин, прискорюється обмін речовин і підвищується рівень захисних сил організму за зниження витрат кормів на одиницю приросту. Роботи вітчизняних і зарубіжних учених свідчать, що застосування біологічно активних добавок сприяє кращому засвоєнню кормів і збереженню молодняка.

З розвитком природничих наук, досягненнями в галузі техніки та приладобудування з'явилася можливість вивчати механізми впливу на живий організм фізичними факторами, зокрема електромагнітними випромінюваннями, на тканинному, клітинному та молекулярному рівнях.

Відомий метод біостимуляції організму за допомогою лазерного випромінювання низьких інтенсивностей, що дає змогу нормалізувати обмінні процеси тварини і тим самим збільшити швидкість її росту та навіть знизити захворюваність молодняка. Наводяться дані, що лазерний вплив на ділянку молочної залози в корів за 5-7 днів до і через 10 днів після отелення сприяє підвищенню збереженості новонароджених телят на 24,87 %. Доведено, що поліпшення показників природної резистентності організму, продуктивності та збереженості молодняка за використання НІЛВ дає підставу віднести його до розряду високоефективних біологічно активних інноваційних біофізичних методів стимуляції імунокомпетентних властивостей колострального молока корів і первісток за умови створення екологічно чистої енергоощадної технології вирощування великої рогатої худоби.

Низькоінтенсивне лазерне випромінювання (НІЛВ) також чинить позитивний вплив на формування фізіологічних функцій органів системи дихання та серцево-судинної діяльності, так, у фазі новонародженості стабілізація фізіологічних показників відбувається вже після триразового впливу лазерного випромінювання. Лазерний вплив чинить імунокоригувальну та репаративну дію.

Також встановлено, що при впливі НІЛВ спостерігаються позитивні зміни в процесах метаболізму, підвищується загальна життєздатність організму, його резистентність до несприятливих чинників навколишнього середовища, розширюються межі його адаптивних можливостей. Результати аналізу зміни активності ферментів, що надають цінну інформацію про первинні біохімічні механізми стимулюючої дії лазерного випромінювання на функціональну активність клітини показали, що ферменти циклу трикарбонових кислот збільшують свою активність під час дії стимулюючими дозами низькоенергетичного лазерного випромінювання, а це, своєю чергою, дає поштовх окисно-відновлювальним процесам. При впливі лазерного світла на живий організм відбувається збільшення біосинтезу нуклеїнових кислот, а також збільшення мітохондрій і рибосом, що свідчить про активізацію ядерного апарату клітини.

Дослідженнями визначено, що активація біоенергетичних процесів під впливом НІЛВ стимулює вироблення універсального джерела енергії аденозинтрифосфорної кислоти у мітохондрії, прискорюючи її утворення, підвищуючи метаболічну активність клітини, стимулює роботу дихального ланцюга, спричиняє перебудови в мембранних структурах мітохондрії. Кров і кровотворна система особливо чутливі до лазерного випромінювання. Так при впливі НІЛВ в сироватці крові відбувається збільшення білка, що відображає регенераторну спрямованість дії інфрачервоного спектра низькоінтенсивного імпульсного лазера. Встановлено взаємозв'язок низькоінтенсивного випромінювання з підвищенням мікроциркуляції крові і доведено стимулюючий вплив на систему лімфобластної мікроциркуляції. Вплив лазерного випромінювання на тварин достовірно збільшує кількість лейкоцитів у периферичній крові. НІЛВ гальмує руйнування клітинних органел тканинних компонентів і активує їхнє відновлення, також підвищується здатність клітин до утворення нових органел із поліпшенням мікроциркуляції. Є підтвердження стимулювання репарації хроматину соматичних клітин. Проводячи аналіз динаміки якісного складу крові, спостерігалось збільшення вмісту еритроцитів, рівня гемоглобіну через 24 години після впливу лазерного випромінювання, що свідчить про збільшення стійкості еритроцитів проти руйнування, а також зменшення кількості лейкоцитів проти руйнування.

Встановлено, що в міру тривалої дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання відмічається суттєве зменшення резервної лужності крові на 24 %, через 24 години після впливу лазерного випромінювання.

Рекомендується розглядати низькоінтенсивне лазерне випромінювання як фактор, що стимулює неспецифічні механізми захисту органів розмноження і виявляє позитивну динаміку фізіолого-біохімічних показників.



УДК 629.083:631.273:004

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТИПУ ТА КОНСТРУКЦІЇ ПІДЙОМНО-СКЛАДНИХ ВОРІТ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРІ**

**Семеновський О.Є.**, к.т.н., доцент, *semenovski@ukr.net*,

**Дробязко Д.А.**, магістр, *Dima\_kiev@hotmail.com*,

**Дробязко П.А.**, магістр, *Dropavel@gmail.com*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Для захисту приміщень в умовах агропромислового комплексу від впливу навколишнього середовища та інших факторів, використовують різноманітні види воріт.

Вибір оптимальної схеми роботи воріт був проведений на основі аналізу сучасних передових розробок. Оптимізація конструкції воріт підйомно-складного типу дозволяє їх використання в обмеженому просторі, що забезпечить зменшення площ технологічних під'їздів в умовах майстерень, ферм та інших приміщень технічного значення.

Наш вибір системи підйомно-складного типу був обумовлений наступними факторами: найбільш ефективне використання площі; можливість автоматизації відкриття та закриття воріт.

Розроблена конструкція для різних видів приміщень може мати автоматизований або механічний привід, що особливо актуально для забезпечення різних видів пропускнуої спроможності.

Розроблена схема воріт дозволяють швидко відкривати та закривати всю площу проходу чи проїзду до приміщень. При цьому вони не займають корисну площу ні зовні приміщення ні в його внутрішній частині.

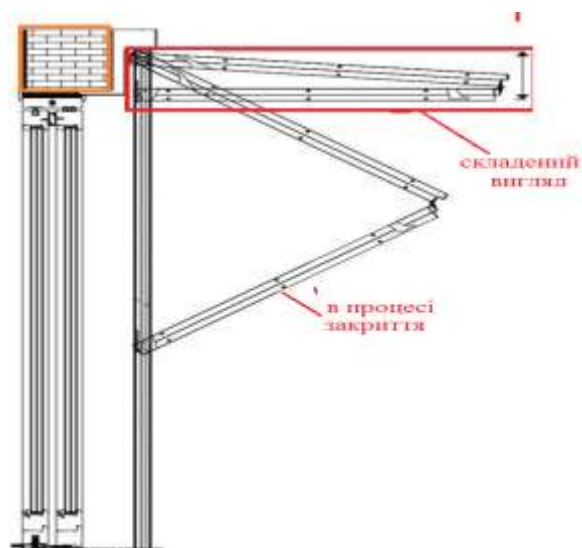


Рисунок 1 – Оптимальна кінематична схема

Конструкція воріт дозволяє виконувати їх в різноманітних варіаціях, а саме:

1. Зашивання одно або двостороннє
2. Холодні або утеплені
3. Глухі або з додатковими вікнами



УДК 631:86:631.17

## НОВІ РІШЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ АКТИВНОГО КОМПОСТУВАННЯ ПОСЛІДУ ПТАХІВ У БУРТАХ

Скляр О.Г., к.т.н., Скляр Р.В., к.т.н., [radmila.skliar@tsatu.edu.ua](mailto:radmila.skliar@tsatu.edu.ua),

Григоренко С.М., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*імені Дмитра Моторного*

Багато сільськогосподарських господарств при запровадженні системи точного землеробства намагаються мінімізувати застосування пестицидів та агрохімікатів і вдаються до збагачення ґрунтів саме завдяки застосуванню органічних речовин, що містяться в посліді птахів (курей,

перепелів), як природному добриві [1, 2]. До того ж на підприємствах під час процесу переробки посліду на компост додаються природні абсорбенти, такі як: дефекаат, фосфоритне борошно. Крім того, активно запроваджують технологію компостування з додаванням специфічних мікроорганізмів, що дозволяє оздоровити компост та ґрунт. Природне добриво, виготовлене за такої технології, насамперед використовується на площах поблизу населених пунктів та інших людних місць, оскільки така технологія унеможлиблює неприємний запах та інші негативні аспекти такого обробітку ґрунту [2].

Дану технологію призначено для переробки посліду або в суміші з вологопоглинаючими матеріалами або без них на гідроізольованих майданчиках. Активне компостування посліду з вологопоглинаючим матеріалом у буртах на відкритому майданчику здійснюється протягом 40 днів з триразовою аерацією бурта через кожні 9 днів з моменту закінчення формування бурта. Умовою застосування технології є [3]: вологість гною, посліду або компостної суміші не повинна перевищувати 75 %; співвідношення вуглецю до азоту (C/N) у вихідній суміші повинно змінюватись у діапазоні не менше 15...20; наявність твердого гідроізольованого майданчика для маневрування техніки, що здійснює аерацію.

Технологія переробки посліду [4] методом активного компостування в буртах включає блоки, представлені на рис. 1.



Рисунок 1 – Блок-схема технології біоконверсії шляхом активного компостування в буртах

Найбільшого поширення у практиці компостування набули аератори-змішувачі (рис. 2) [5]. Для більшого прискорення процесу компостування можливе застосування різних біологічних препаратів, що підвищують



швидкість процесу. Термін біоконверсії шляхом активного компостування не перевищує 1...1,5 місяці.



а



б

а – фірма EcoBridge; б – SF 300 Compost System

Рисунок 2 – Машини для аерації буртів

Мобільний компостоутворювач SF 300 Compost System (рис. 2, б) розроблено для: одночасного спускування, аерації, перемішування компостного матеріалу; внесення рідкої емульсії компост-стартера (бактеріальної «закваски») Машина перемішує бурти трикутної та трапецієвидної форми висотою до 1,5 м та шириною до 3,7 м (з поперечним перерізом 3,5 м), здійснює обертання сформованих буртів з можливим одночасним внесенням розчинів рідкої емульсії компост-стартера (бактеріальної «закваски»). За допомогою машини можливо закривати бурти готового компосту спеціальною плівкою для збереження в зимовий або дощовий періоди. З використанням техніки для компостування процес утворення компосту стає більш контрольованим.

**Висновки.** В результаті наведеного аналізу виявлені наступні переваги технології активного компостування: скорочені терміни компостування (1,5 місяці); зменшення капітальних витрат з допомогою зменшення майданчика компостування (до 40 %); низькі вимоги щодо кваліфікації працівників. Недоліки: збільшення експлуатаційних витрат через використання додаткової техніки для аерації буртів та закупівлі біопрепаратів; неможливість компостування за негативних температур; нестабільність процесу переробки в залежності від погодних умов.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім “Кондор”, 2020. 410с.

2. Григоренко С.М. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.

3. Скляр О.Г. Обґрунтування факторів, що впливають на процес компостування. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: ІХ Міжнародна науково-технічна конференція*. Глеваха-Київ. 2020. С. 143-145.

4. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

5. Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.



УДК 628.477: 658.567.1

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ГЛИБОКОЇ ПЕРЕРОБКИ РІДКОГО ГНОЮ

**Скляр О.Г.,** к.т.н., **Скляр Р.В.,** к.т.н., *radmila.skliar@tsatu.edu.ua*,

**Комар А.С.,** інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Технології глибокої переробки рідкого гною включають багатостадійні процеси, на кожному з яких відбувається зниження концентрації поживних речовин (загального азоту і загального фосфору) в рідині, що очищається, і концентрації цих речовин в одержуваному твердому органічному добриві. Глибоку переробку рідкого гною застосовують переважно на свинарських комплексах через високу вологість свинячого гною 94-97 % та відсутність у більшості свинокомплексів земель для внесення органічних добрив. Існує декілька технологій глибокої переробки. Приклад багатостадійних технологій представлений на свинокомплексі з виходом гною 150 т/добу та вологістю гною 93,4 % [1, 2].

*Технологія переробки свинячого гною в аеротенках із використанням вузла флокуляції.* В аеротенках здійснюється біологічне очищення свинячого гною штучним чином [3]. Проектування споруд штучного біологічного очищення рідкої фракції рекомендується при нестачі площ сільськогосподарських угідь для внесення та несприятливих кліматичних умов за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

Рідкий свинячий гній зі свинокомплексу по трубопроводу подається до приймального резервуару сепаратора [3]. Після сепаратора рідка фракція трубопроводом подається в первинні вертикальні відстійники. З первинного відстійника освітлена рідина самопливом потрапляє в аеротенк. Осад із первинних відстійників подається на сепаратор після вузла флокуляції. Зневоднений осад та тверда фракція свинячого гною транспортуються на бетонований майданчик для подальшого знезараження методом пасивного компостування [4]. Освітлена рідина після сепаратора трубопроводом подається для біологічного очищення в аеротенк. Освітлена рідина з аеротенку разом з активним мулом самопливом надходить у вторинні відстійники. Активний мул із вторинного відстійника по трубопроводу повертається в аеротенк, очищена рідина по трубопроводу подається до польових сховищ. У теплу пору року (з квітня до жовтня) здійснюється спуск рідини на поля зрошення або поля фільтрації.

*Технологія переробки свинячого гною в аеротенці з використанням циклічних відстійників.* Рідкий свинячий гній зі свинокомплексу по трубопроводу подається до приймального резервуару сепаратора. Після сепаратора рідка фракція трубопроводом подається в циклічні первинні відстійники. З первинного відстійника освітлена рідина трубопроводом подається в аеротенк. Тверда фракція після сепаратора транспортується на бетонований майданчик [5]. Осад із циклічних відстійників знезаражується в гноєсховище методом тривалого витримування. З аеротенку очищена рідина та активний мул трубопроводом потрапляють у вторинний відстійник. З вторинного відстійника частина активного мулу по трубопроводу повертається в аеротенк, а надлишковий активний мул знезаражується методом тривалого витримування. Освітлена рідина з вторинного відстійника трубопроводом подається в польові сховища. З польових сховищ у теплу пору року (з квітня до жовтня) здійснюється скидання очищеної рідини на поля фільтрації.

Метод ґрунтового очищення стічних вод на полях фільтрації заснований на здатності самоочищення ґрунту в умовах, близьких до

природних. Сутність процесу очищення полягає в поглинанні розчинених органічних речовин стічних вод плівкою мікроорганізмів, що знаходиться на поверхні частинок ґрунту.

Поля фільтрації складаються з карт, спланованих горизонтально або з незначним ухилом та розділених земляними валиками. Розміри карт полів фільтрації визначають залежно від рельєфу місцевості, загальної робочої площі, способу обробітку ґрунту та кількості стічної води. Норми навантаження залежать від багатьох факторів: характеру ґрунту, його окисної потужності, фільтраційної здатності, пористості; від типу полів, роду сільськогосподарських культур, що вирощуються; характеру та концентрації забруднень стічної води; кліматичних умов тощо.

**Висновки.** В результаті можна зробити висновок про наступні переваги технології біологічного очищення: рідкий свинячий гній очищається до необхідних норм скидання на поля фільтрації, що дозволяє збільшити обсяг очищеної води, придатної для подальшого використання у господарсько-побутових потребах; всі біогени концентруються у невеликому обсязі твердого органічного добрива; потрібні невеликі площі сільгоспугідь тільки для внесення твердих органічних добрив. Недоліки: необхідність постійного контролю над процесом очищення висококваліфікованим персоналом; великі капітальні витрати; необхідність обігріву обладнання за від'ємної температури повітря.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «*Multidisciplinary research*». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431- 433.

2. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, т. 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

3. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник/ Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

4. Скляр О.Г. Обґрунтування факторів, що впливають на процес компостування. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві*: ІХ Міжнародна науково-технічна конференція. Глеваха-Київ. 2020. С. 143-145.

5. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва.

*Науковий вісник ТДАТУ. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.*



УДК 577.23

## **ЩОДО ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ**

**Скляр Р. В.**, к.т.н., *radmila.skliar@tsatu.edu.ua*, **Акулов В. Д.**, аспірант  
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

Неякісна переробка та зберігання посліду та гною може призвести до забруднення поверхневих і підземних вод, оскільки незаконні смітники або недоліки в системах обробки можуть призводити до витікання шкідливих речовин у водойми та ґрунтові води. Це може призвести до забруднення ґрунтів токсичними речовинами та зменшення родючості землі. Також, розкладання органічних відходів у неякісних умовах може призводити до виділення парникових газів, зокрема метану, в атмосферу, що сприяє зміні клімату, створювати негативний вплив на здоров'я людей та тварин. Якщо послід та гній не використовується для виробництва біогазу або інших відновлювальних джерел енергії, це призводить до втрати потенціалу виробництва енергії з відходів [1, 2]. Враховуючи зростаючу потребу в енергетичних ресурсах та збільшення виробництва біогазу, питання енергозбереження в біогазових установках стає надзвичайно актуальним [1].

Біогазові технології є процесом отримання біогазу (метану) і рідких екологічно чистих високоефективних біодобрив шляхом зброджування гною/посліду в спеціальних умовах, що створюються в біогазовій установці [2]. Більш активне впровадження біогазових установок у сільське господарство України здатне кардинально покращити, перш за все, екологічні та соціальні умови в сільському господарстві, вирішити серйозні економічні проблеми, а використання зброженого залишку як добрива дозволить значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Технологія біоконверсії гною/посліду методом анаеробної обробки з отриманням біогазу та перебродженої маси показано на рисунку 1 [2, 3].

Умови застосування [3]:

1. Для протікання анаеробного процесу допустима вологість матеріалу, що переробляється 80-97 %, при цьому найбільша ефективність досягається при вологості 88-93 %.

2. Оптимальна кислотність (рН) 6,9-8,0.

3. Оптимальне співвідношення С:N – (10-16):1.

Матеріали, що містять органічні речовини надходять у герметичні ємності (біореактори), де суміш, отримана з субстратів, розкладається під дією метаноутворюючих бактерій без доступу світла та кисню. Кінцевими продуктами цього бродіння є біогаз та переброджена маса (дігестат). Основною складовою біогазу є метан.

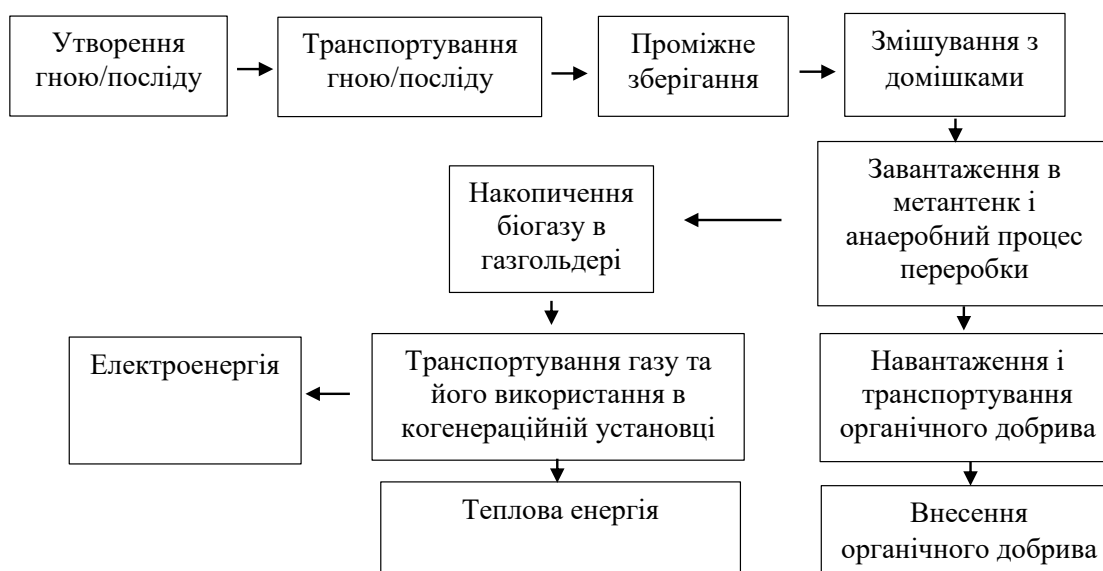


Рисунок 1 – Блок-схема технології анаеробної обробки з генерацією електрики та тепла

Анаеробна обробка відбувається у метантенках, обладнаних технічними засобами для гомогенізації – насосами-гомогенізаторами та мішалками [4, 5]. Біогаз, що утворюється, піднімається зі зброджуваної маси і збирається в газгольдері. Між метантенком і газгольдер зазвичай використовується газопровід. Біогаз, що утворюється, використовується в когенераційній установці (міні-ТЕЦ) для отримання теплової та електроенергії. Транспортування отриманого рідкого органічного добрива здійснюється трубопроводом або самопливом, або за допомогою насосів [5].

Переваги технології анаеробної обробки: широкий діапазон вологості гною 80-97 %; для транспортування та внесення можна використовувати те саме обладнання; обсяг поживних речовин, що знаходяться в доступній для рослин формі вище, ніж у традиційних органічних добривах. Недоліки: великі капітальні витрати на одну тунну гною/посліду, які щорічно утворюється; високі експлуатаційні витрати; висока вартість електроенергії.

**Висновки.** Виробництво біогазу вимагає споживання енергії для обробки біомаси та підтримки біологічних процесів. Впровадження енергозберігаючих технологій, таких як використання вискоєфективних насосів, вентиляторів та систем автоматизації, може значно зменшити споживання енергії, що допомагає знизити витрати на операцію.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник/ Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Скляр О.Г. Аналіз роботи біогазових установок / О.Г. Скляр, Р.В. Скляр // *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С.132-138.
3. Skliar O., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. P. 183-188.
4. Скляр Р. В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Київ, 2019. Вип. 10. № 4. С. 19-26.
5. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Аналіз роботи насосів, що використовуються в біогазових установках. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 139-145.



УДК 656.1:631

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Сліпуха Т. І., асистент, *dubrova17@ukr.net*

*Національний університет біоресурсів і природокористування*

Ефективність доведення вирощеної плодоовочевої продукції до споживача ще низька, що викликає істотний кількісний розрив між рівнями її виробництва і споживання. У програмі викладено цілеспрямований комплексний підхід до вирішення продовольчої проблеми. Найважливіша особливість цього підходу полягає в тому, що він передбачає поєднання, уніфікацію роботи як самого сільського господарства, так і галузей промисловості, транспорту і торгівлі, що обслуговують його, підпорядковуючи всю їх діяльність загальної кінцевої мети - виробництву високоякісної продукції. Якість харчових продуктів та їх надання споживачеві Однією з найважливіших і складних завдань є боротьба з втратами сільськогосподарської продукції, в якій відповідальна роль відводиться автомобільному транспорту як найважливішій ланці сільськогосподарської галузі. До 50 % часу перебування автомобілів у наряді становлять простой в пунктах навантаження і розвантаження, що також негативно позначається на збереженні продукції. Транспортні витрати в собівартості виробленої на селі продукції досягають 30 – 40 % і більше. Зниження їх дозволить додатково направляти на розвиток агропромислового комплексу значні кошти.

Транспортний процес - це комплекс операцій, який містить навантажувально-розвантажувальні операції та переміщення вантажу з пункту відправлення до пункту призначення. У загальному комплексі сільськогосподарських робіт транспортно-навантажувальні роботи відносяться до найбільш трудомістких і енергоємних процесів і становлять близько 1/3 всіх витрат праці на вирощування сільськогосподарських культур, а транспортні витрати в собівартості сільськогосподарської продукції становлять від 20 до 30 %. Значні витрати людських ресурсів - близько 30 % механізаторів зайняті на транспортних роботах у сільському господарстві. Із загальної кількості нафтопродуктів у колективних сільськогосподарських підприємствах близько 40 % витрачають на навантажувально-розвантажувальні роботи та транспортування.



Основними завданнями організації перевезень сільськогосподарських продуктів є: забезпечення своєчасної доставки продуктів і їх збереження, створення умов для ефективного використання збиральної техніки, транспортних засобів, вантажно-розвантажувальних машин.

Єдиний комплексний план організації збирально-транспортних робіт включає визначення потреби в транспортних засобах, розподіл загального обсягу перевезень сільськогосподарських продуктів між бригадами водіїв. Він же передбачає укладення договорів на перевезення масових сільськогосподарських продуктів, формування комплексних бригад для перевезення продукції з полів на струму і в сховища сільгоспвиробників, перевезення вантажів господарств на приймальні пункти і на підприємства з переробки сільськогосподарської продукції. План намічає розподіл всього автомобільного парку по ділянках перевезень кожного виду сільськогосподарських продуктів, організацію оперативного керівництва і контролю за ходом перевезень. Плануються заходи щодо забезпечення безперебійної роботи бригад і загонів із застосуванням передових методів перевезення і раціональних типів транспортних засобів, а також чіткої приймання, здачі та механізованого завантаження і вивантаження, проведення заходів щодо підвищення технічної готовності рухомого складу, обладнання його для перевезення сільськогосподарських продуктів, забезпечення проведення технічного обслуговування, ремонту, заправки та надання технічної допомоги на лінії. Крім того, планом передбачаються створення умов безпечної роботи водіїв на лінії, забезпечення їх відпочинку, харчування та інші заходи.

Певне поєднання умов організації перевезень вимагає використання певної моделі рухомого складу, яка могла б забезпечувати максимальну продуктивність і мінімальну собівартість перевезень. Під час вибору рухомого складу виходять із вимоги забезпечити мінімум витрат, прямо або побічно пов'язаних з доставкою вантажів. Основні фактори, що обумовлюють вибір:

- 1) вид вантажу і відстань перевезень;
- 2) спосіб здійснення вантажно-розвантажувальних робіт;
- 3) дорожньо-кліматичні умови й стан під'їздів до навантажувальних і розвантажувальних пунктів;
- 4) розмір партії вантажу;
- 5) швидкість доставки вантажів.

Основним фактором, що обумовлює вантажопідйомність транспортних засобів, є маса перевезеного вантажу й розміри одноразових відправлень.

Значний обсяг перевезень в сільському господарстві виконується транспортно-технологічними засобами, що поєднують функції транспортних та технологічних машин (тракторних причіпних розкидачів добрив, корморозподільників, автонавантажувачів та інші).

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник / Босняк М.Г. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2016. –372 с.
2. Вергун М. Г. Транспортний процес в АПК: навч. посібник / М. Вергун. – Житомир: Вид-во «Житомирський нац. агрокол. ун-т», 2009. – 192 с.
3. Норми продуктивності та витрат палива на перевезення вантажів автомобільним транспортом в АПК / В.В. Вітвицький. – К., 2012.– 208 с.



УДК 631.43

### АГРОТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

**Смичок А. І.**, студент, *smicokandrij@gmail.com*  
*Сумський національний аграрний університет*

Сучасні аграрії стикаються з викликами, які вимагають нових підходів до сільськогосподарського виробництва. Зміни в кліматі, зокрема збільшення температури та зливових опадів, ставлять під сумнів звичні очікування щодо погодних умов. Спостерігається зростання температури у порівнянні зі значеннями 30-ти чи 50-ти річної давнини. У зв'язку з цим сучасному аграрію важливо переосмислити та адаптувати підходи до сільськогосподарського виробництва.

Збереження вологи в ґрунті є пріоритетним завданням. Вологонакопичувальна здатність ґрунту напряму пов'язана з його

структурою та ущільненням орного та підорного шарів. Переущільнені ґрунти не здатні утримувати необхідну кількість вологи, що може призвести до витоку води або утворення калюж, що шкодить рослинам. З іншого боку, при висиханні ґрунт стає твердим та втрачає родючість.

Однією з головних причин ущільнення ґрунту є дія важкої сільськогосподарської техніки, такої як трактори та зернозбиральні комбайни. При обробці полів залишаються сліди техніки, що можуть перешкоджати нормальному розвитку ґрунтового шару.

Важливою задачею є розробка та впровадження агротехнологій, спрямованих на зменшення ущільнення ґрунту та збереження його структури та вологи в ньому.

Наведемо декілька ефективних агротехнологій, які можуть бути використані для запобігання ущільненню ґрунту:

1. Культивування ґрунту: регулярна обробка ґрунту за допомогою механічних інструментів, таких як плуги, допомагає розпушити ґрунт, зруйнувати його структуру, підвищити проникність повітря та води. Це зменшує ймовірність ущільнення ґрунту.

2. Вирощування рослин: рослинний покрив, такий як трава або розсадники, може знизити ризик ущільнення ґрунту. Рослинний покрив допомагає утримувати ґрунт на місці, запобігаючи його змиванню дощем або руйнуванню.

3. Використання зелених добрив: внесення зелених добрив (компосту) на грядки або поля може покращити структуру ґрунту та збільшити його проникність. Цей процес підтримує розвиток кореневої системи рослин та запобігає ущільненню.

4. Мінімізація обробки ґрунту: зменшення частоти та інтенсивності обробки ґрунту може бути корисним для запобігання його ущільненню. Мінімальний обробіток ґрунту, такий як безпаховий обробіток або пряме висівання, допомагає зберегти природну структуру ґрунту та його родючість.

5. Використання дренажних систем: встановлення дренажних систем у вологих областях допомагає підтримувати оптимальний рівень вологості в ґрунті. Це допомагає запобігти ущільненню ґрунту, яке може стати наслідком надмірної вологості.

Ці агротехнології можуть бути використані окремо або в комплексі для запобігання ущільненню ґрунту та підтримки його здоров'я. Агрономи мають вивчати та впроваджувати агротехнології, спрямовані на збереження

структури ґрунту та утримання вологи в ньому. Це важлива складова забезпечення сталого розвитку сільського господарства в умовах змін клімату та ущільнення ґрунту, що допоможе аграріям вирощувати продукцію в умовах зміни природних умов і зменшити негативний вплив на довкілля.



УДК 631.432

## **ВОЛОГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК УМОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Смичок А. І.**, студент, *smicokandrij@gmail.com*  
*Сумський національний аграрний університет*

Важливість вологи в сільському господарстві та її взаємозв'язок з результативністю вирощування сільськогосподарських культур важко переоцінити. Сучасний фермер має обмежений вплив на кліматичні умови, такі як кількість світла та температура, але може управляти вологою в ґрунті та раціонально її використовувати.

Приведемо основні факти з питання вологозбереження:

1. Випаровування вологи з поля є надзвичайно важливим процесом, який впливає на врожайність. Зміни в кліматі, зокрема зливові опади та висока температура, можуть призводити до швидкого випаровування вологи, що негативно впливає на урожай.

2. Кожна рослина споживає значну кількість вологи протягом вегетаційного періоду. Оскільки на одному гектарі зазвичай вирощується багато рослин, то споживання вологи може бути дуже значним.

3. Кількість опадів, що є важливим джерелом води для сільського господарства, в певних регіонах є обмеженою. Річна кількість опадів може бути недостатньою для задоволення потреби рослин у воді.

4. Відновлення водного балансу в глибоких шарах ґрунту є вкрай необхідним, але може займати значний час.

До агротехнологій, які допомагатимуть зберігати вологу в ґрунті та раціонально її використовувати, відноситься впровадження методів

збереження вологи, адаптацію сільськогосподарських культур до змінених умов та використання сучасних систем зрошення та поливу. Збереження та раціональне використання вологи є важливою складовою сталого сільськогосподарського розвитку, яка допоможе фермерам забезпечувати стабільний врожай та знижувати негативний вплив змін клімату на сільське господарство.



УДК 636.5

## НА ПОВНОЦІННИХ КОРМАХ – СПРАВЖНІ КУРЯЧІ ЯЙЦЯ

**Смоляр В.І.**, канд. с.-г. наук, с.н.с., *smolyarvi@ukr.net*

*Державна наукова установа «УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого»*

**Постановка питання.** На рівні птахоферм зараз важливо організувати повноцінну годівлю курей-несучок для отримання високоякісних курячих яєць. Повнораціонні комбіновані корми, у тому числі в гранульованому вигляді, забезпечують потребу курей-несучок у поживних речовинах, необхідній енергії для нарощування інтенсивності яйцекладки, покращення смакових якостей яєць, захисту птиці від захворювань.

**Огляд стану досліджень.** Корми повинні задовольняти потреби птиці в поживних речовинах. Зараз, щонайменше 30 % кормів власного виробництва повинні надходити на птахоферму. В кормових раціонах для птиці білкові корми (бобові культури – горох, люпин тощо) повинні становити 5 % [1]. Важливими складовими кормових раціонів для птиці є дріжджі, рибне борошно [2], грубі корми (зелена маса, сіно, силос, коренеплоди, залишки фруктів і овочів), мінеральні корми, кормові добавки, мікроелементи, вітаміни. За інформацією Данського агентства сільського господарства кормові добавки доцільно вводити до кормового раціону птиці з питною водою. М'ясо-кісткове борошно, стимулятори росту, синтетичні амінокислоти та генетично модифіковані організми не повинні використовуватись в кормах для органічного птахівництва.

За даними наукових повідомлень [3], середня продуктивність батьківського стада курей за період господарського використання наступна: період несучості – 24-65 тижнів; жива маса курей-несучок у віці 65 тижнів 3810 г (до 4000 г); жива маса півнів 4800 г; продуктивність курей-несучок – 178 яєць; середня виводимість курячих яєць – 83,4 %; загальні витрати кормів для курей-несучок 48-49 кг, для півнів – 33 кг; витрати кормів для курей-несучок відповідно до кормових раціонів – 154 (100-176) г/гол. на добу, для півнів – 100-130 г/гол. на добу; витрати кормів у розрахунку на одне інкубаційне яйце – 285 г; витрати кормів у розрахунку на одну голову курчат – 342 г; загальний рівень втрат поголів'я курей – 8,8 (5-9) %. Рекомендується такий склад кормового раціону для курей-несучок: подрібнена пшениця – 34 %; борошно з кукурудзи – 24 %; шрот соєвий – 18 %; шрот ячмінний – 9 %; рослинна олія – 3 %; сухі пивні дріжджі – 2 %; мінеральні добавки – 8 %; премікс – 2 %.

**Методика досліджень.** Розробку і балансування кормового раціону для курей-несучок здійснювали з використанням типових норм і раціонів годівлі сільськогосподарських тварин [4, 5].

**Результати досліджень.** Розроблений збалансований кормовий раціон для курей-несучок наведений в таблиці.

Таблиця – Кормовий раціон для курей-несучок

Вид кормів	Склад кормового раціону	
	%	г/гол. на добу
Гранули *)	100	143
Всього:	100	143

\*) Гранульовані концентровані корми [кормова суміш у складі: кукурудза (30 %), ячмінь (24 %), пшениця (22 %), горох (14 %), шрот соєвий (10 %) + мінеральні добавки; поживністю 1 кг кормів: кормові одиниці – 1,24 кг, перетравний протеїн – 132 г, кальцій – 1,3 мг, фосфор – 4,5 мг, каротин – 2,4 мг].

Повнораціонні комбіновані корми у гранульованому вигляді стали основою сучасного кормового раціону для курей-несучок за таким співвідношенням компонентів концентрованих кормів: кукурудза – 30 %; ячмінь – 24 %; пшениця – 22 %; горох – 14 %; шрот соєвий – 10 %. Автори [6], зазначають важливість саме соєвого шроту в органічному птахівництві, який відрізняється високим вмістом білка тощо. Мінеральні добавки вводять, як доповнення до основного кормового раціону. Високий

рівень поживності 1 кг кормів підтверджується вмістом кормових одиниць (1,24 кг), перетравного протеїну (132 г).

**Висновки.** Використання повнораціонних комбінованих кормів у гранульованому вигляді забезпечує високий рівень ефективності виробництва курячих яєць на птахофермах.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Commission Implementing Regulation (EU) 2018/1584 of 22 October 2018 amending Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1584>

2. Commission Implementing Regulation (EU) 2021/1165 of 15 July 2021 authorizing certain products and substances for use in organic production and establishing their lists.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1165>

3. Hiller P. (2020). Leitfaden Geflügelhaltung. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Deutschland. Oldenburg, 254. URL: <https://www.nibis.de/uploads/nlschb-friedrich/Leitfaden%20Gefl%C3%BCgel%202020%20gesamt.pdf>

4. Калашников А. П., Клейменов Н. И., Баканов В. Н. (1985). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. М.: Агропромиздат, 352. <https://library.tou.edu.kz/fulltext/buuk/b817.pdf>

5. Степурин Г. Ф. (1986). Справочник по нормированному кормлению сельскохозяйственных животных. Кишинев. Картя Молдовеняскэ, 416.

6. Bordeaux Célia, Roinsard Antoine (2015). Cahier technique. Alimentation des volailles en agriculture biologique. Proposer des solutions et outils techniques pour accompagner le passage à une alimentation 100 % Bio en élevage avicole biologique. Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire. France, 68. <https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Alimentation-Volailles-Bio-CahierTechnique-juin2015.pdf>.



УДК 62-93:681.5

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ДРЕНАЖНОГО РОЗЧИНУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ**

**Соколовський О.Ф.**, к.т.н., доцент, *dgs-ua@ukr.net*,

**Савченко В.М.**, магістр

*Поліський національний університет (м. Житомир)*

В роботах [2, 3] зазначається, що вирішальним для розв'язання проблем з забезпечення продовольчої безпеки в Україні із одночасним збереженням та відновленням екології навколишнього середовища має стати інтенсивний метод ведення господарювання, тобто орієнтація суб'єктами господарювання власної діяльності на інноваційний тип розвитку, активного використання науково-технічних розробок та впровадження сучасних агроінновацій, як зазначається в роботі [6]. При цьому, як зазначено в роботі [1], якісні та кількісні показники продукції рослинництва захищеного ґрунту залежать від технічного стану технологічного обладнання [6].

В роботі [4] висвітлюються питання бактеріальної флори в рециркуляційних поживних розчинах гідропонної системи з мінеральною ватою. В роботі [5] розглядаються питання впливу ультрафіолетового опромінення на зовнішнє середовище.

В роботі [6] наведено результати дослідження та аналіз існуючих енергетичних установок для ультрафіолетового знезараження рециркуляційного поживного розчину в системах автоматичного гідропонного поливу сільськогосподарських культур в середовищі захищеного ґрунту. Також в роботі [6] відображено з'ясування впливу процесів фільтрації та знезараження поживного розчину на наявність мікроорганізмів при повторному використанні розчину в системах гідропонного автоматизованого поливу рослин. В роботі наведено необхідну дозу опромінення для 90 % знезараження рециркуляційного розчину від різних бактерій, вірусів та спор грибків та залежність бактерицидної ефективності від довжини світлових хвиль [6].

У відповідності до технологічної схем зрошення (рис. 1) більша частина поживного розчину, що надходить до рослин, засвоюється ними.



Однак для нормального росту і функціонування кореневої системи необхідно, щоб частина розчину йшла в дренаж. Добова кількість дренажу може коливатися від 30 % до 60 % в залежності від культури, пори року та інших факторів. Це забезпечує хороше зволоження субстрату і надходження рослинам необхідної кількості поживних речовин без засолення.

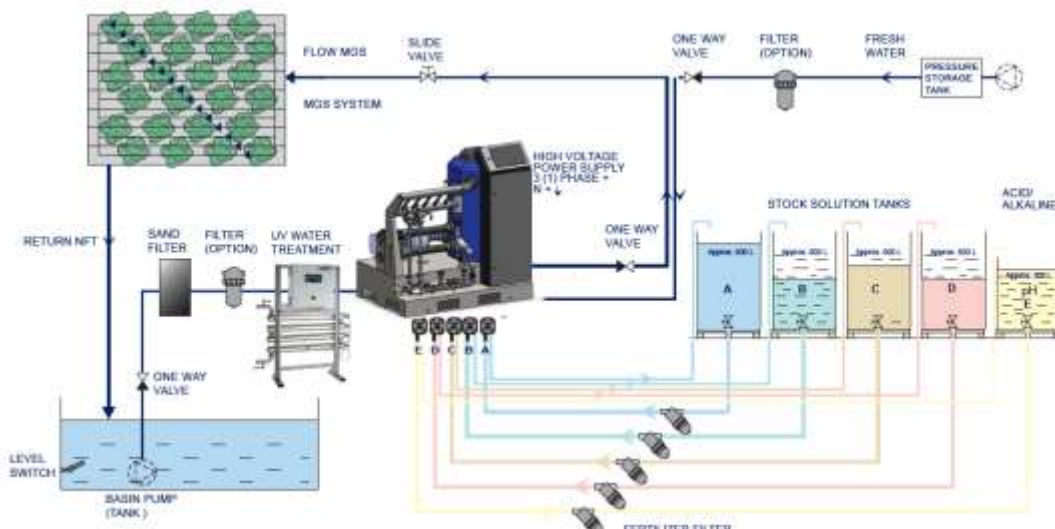


Рисунок 1 – Схема вирощування продукції рослинництва на розчувних культивацийних системах з системою зрошення прилив/відлив і УФ дезінфекцією дренажного поживного розчину

Для правильного дозування живильного розчину необхідний постійний кількісний і якісний контроль дренажу - важливо знати його кількість, кислотність, кількість розчинених у ньому солей. При цьому з дренажем втрачається багато води і мінеральних добрив, а скидання дренажу в каналізацію або водойми завдає шкоди навколишньому середовищу і тягне за собою великі штрафи. Тому дренаж потрібно акумулювати і використовувати повторно. Однак акумульований дренаж містить багато механічних і біологічних забруднень, тому його використання без очищення та дезінфекції неприпустимо.

Повторне використання поживного розчину (дренажу) має важливе значення для сучасної тепличної галузі, але одночасно це є джерелом ряду проблем. В роботі [6] наведено результати дослідження та аналіз існуючих енергетичних установок для ультрафіолетового знезараження рециркуляційного поживного розчину в системах автоматичного гідропонного поливу сільськогосподарських культур в середовищі захищеного ґрунту. Також з'ясування впливу процесів фільтрації та

зnezараження поживного розчину на наявність мікроорганізмів при повторному використанні розчину в системах гідропонного автоматизованого поливу рослин.

При цьому важливим аспектом в стратегії рециркуляції поживного розчину є знищення вірусів, бактерій і грибків (рис. 2).



Рисунок 2 – Стратегії використання води в галузі рослинництва захищеного ґрунту

Існує два основних способи дезінфекції дренажу - за допомогою високої температури і опромінення жорстким ультрафіолетом (короткохвильове УФ-випромінювання). Діапазон ультрафіолетового випромінювання поділяється на чотири діапазони (рис. 3).



Рисунок 3 – Діапазони ультрафіолетового випромінювання

Піддіапазон UV-C і частина UV-B мають дезінфікуючу дію, тобто випромінювання з довжиною хвилі 200 – 320 нм. Ультрафіолетове зnezараження засноване на фотохімічних реакціях, які викликають фізико-хімічні та біологічні перетворення в живій речовині мікроорганізмів (бактерій, вірусів, найпростіших) - випромінювання руйнує молекули ДНК в клітинах бактерій і мікроорганізмів, перешкоджаючи їх розмноженню. Інтенсивність, тобто доза опромінення дезінфекційної установки може бути обрана з метою вибіркової або повної дезінфекції. При вибірковій

дезінфекції гинуть цвіль (грибки) і бактерії, а при повній дезінфекції разом зі цвіллю та бактеріями також знищуються віруси. Доза опромінення - це загальна кількість енергії, яка надходить у воду у вигляді УФ-випромінювання.

Доза опромінення залежить від трьох факторів:

- Середня інтенсивність опромінення, яким обробляється вода.
- Час перебування води в камері опромінення.
- Індекс пропускання води T10.

Величина T10 дренажної води при вирощуванні на субстраті зазвичай коливається від 20 % до 40 %. При вирощуванні на органічних субстратах значення пропускання знижується. Щоб досягти T10 = 20 % або вище, необхідно додати чисту воду. Експериментально було визначено мінімальну дозу радіації, необхідну для запобігання захворюванням рослин. У ході дослідів раніше заражену воду знезаражували і подавали розсаді основних культур, що вирощувалися в умовах захищеного ґрунту.

При T10 = 20 % і вище визначаються такі дози опромінення (рис. 4.).



Рисунок 4 – Ефективні дози опромінення при знезараженні дренажного розчину

Проте внаслідок високої вартості енергоресурсів поточна тенденція щодо методів очищення змінюється. Компанії все частіше обирають методи дезінфекції з дуже низьким споживанням енергії, такі як ультрафільтрація, мембранна технологія (рис. 5) тощо які мають багато інших переваг на додаток до енергетичних.

Адже іншою проблемою при рециркуляції дренажної води є її забруднення твердими та зваженими частинками, такими як матеріал субстрату. Ці тверді та зважені частки забруднюють систему поливу, хоча їх можна легко видалити за допомогою фільтрів грубого очищення. Забруднення дренажної води залишками рослинних решток також є джерелом для розмноження патогенів. Для боротьби з цим в системі поливу

часто використовують окислювачі, такі як перекис водню. Це мінімізує ризик розмноження патогенів, і як наслідок знижує ймовірність ушкодження кінцевої продукції рослинництва захищеного ґрунту.



Рисунок 5 – Установка для ультрафільтрації води

Рециркуляція дренажної води також призводить до накопичення хімічних елементів. Накопичення натрію є особливо поширеною проблемою для тепличних комплексів. Якщо рівень натрію в зрошувальній воді занадто високий, ріст рослин пригнічується, оскільки натрій перешкоджає засвоєнню інших поживних речовин, включаючи калій. Тому дуже важливим аспектом є підтримка низького рівню натрію при повторному використанні дренажного розчину. Одним із шляхів зниження є утилізація дренажної води з акумуляційного басейну, однак це не є оптимальним рішенням, оскільки втрачається велика кількість води та важливих поживних речовин. Більш ефективний метод полягає у вибіркового видаленні натрію з потоку дренажного розчину за допомогою мембранної технології (рис. 6), що призводить до економії води та збереження в ній поживних мікроелементів.



Рисунок 6 – Установка мембранної фільтрації

Все більш поширеним явищем є наявність в стічних водах кореневих ексудатів, які знижують продуктивність і врожайність культур в умовах захищеного ґрунту. Кореневі ексудати - це речовини, що виділяються корінням рослин, призначені для пригнічення росту кореневих грибів та/або конкуруючих рослин. Кореневі ексудати можуть завдають шкоди при великих концентраціях у дренажному розчині що призводить до підвищення ризику пошкодження рослини. Кореневі ексудати можна видалити за допомогою адсорбційних методів, таких як обробка активованим вугіллям.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бойко А. І., Савченко В. М., Крот В. В. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2016. № 6. С. 200 – 203.

2. Гуменний В. Д., Музика П. М. Стан продовольчої безпеки населення України на початку тисячоліття. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2014. Т. 16. № 1(1). С. 134 – 150.

3. Якобчук В. П., Савченко В. М. Вплив технічного стану культивацийних систем захищеного ґрунту на продовольчу безпеку України. *Крамаровські читання: зб. тез доп. VII міжнар. наук.-техн. конф.*, 20-21 лют. 2020. К.: НУБіП, 2020. С. 189 – 191.

4. Berkelmann B., Wohanka W., Wolf G. Characterisation of the bacterial flora in recirculating nutrient solutions of a hydroponic system with rockwool. *Acta Hortic*. 1994. 361. P. 372 – 381.

5. CIE Technical Division 6. CIE 155: 2003 Ultraviolet Air Disinfection. Vienna, Austria; 2003. doi:ISBN 978 3 901906 25 1. Paludan N. Virus diseases in vegetables. *Plant Diseases and Pests in Denmark* 1982. 1983. P. 41 – 43.

6. Савченко Л. Г., Міненко С. В., Савченко В. М. Аналіз існуючих енергетичних установок для ультрафіолетового знезараження рециркуляційного поживного розчину в системах автоматичного гідропонного поливу сільськогосподарських культур у середовищі захищеного ґрунту. *Український журнал природничих наук: науковий журнал* / [Гол. ред. Овчаренко Микола, відп. ред. Шелюк Юлія]. Житомир: Вид-во Житомирського держ. ун-ту імені І. Франка, 2022. Вип. 2. С. 174-180.





УДК 504.6

## **БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ - ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**

**Стрілецька В.Л.**, студентка, **Хмельовський В.С.**, д.т.н., професор  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Одним із шляхів ефективного ведення тваринництва є раціональне використання енергії гною тваринницьких ферм та комплексів. Застосування обладнання, в якому може відбуватися метанове зброджування, приводить до того, що гній формується у вигляді органічного добрива, знешкоджуються хвороби, утворюється біогаз (метан).

Завданням метанового бродіння у практичній площині є утворення біогазу в таких масштабах, щоб його можна було використовувати, як енергоносію. З історії розвитку засобів для утворення біогазу видно, що перші біоенергетичні установки виникли ще до заснування наукових основ метаногенезу. В Індії вони були ще в 1900 роках і працювали на використанні тваринних і рослинних рештків. Аналогічні установки були збудовані в 1918 р. у Німеччині, в 1922 р. – в Англії, а в 1930 р. – у США. Робочою ємкістю установки була бочка, в яку від тваринницьких приміщень по трубах і жолобах стікали відходи тваринництва, де відбувалося метанове бродіння. Утворений біогаз використовували для побутових потреб, газ від газогенератора надходив на кухню по трубопроводу. Одержуваний на цих установках газ був результатом діяльності живих організмів.

Перші установки забезпечували низький вихід палива, тому що вони були недосконалими. В холодний період року їхня працездатність наближалась до не робочого стану, вони взагалі не працювали. Відповідно їх значення в енергетичній системі було мізерним.

Нині, для розрахунків використовують дані, де одна корова при задовільному харчуванні й використанні для підстилки, не менше 4 кг соломи на добу, виробляє приблизно 30 кг відходів, вологість яких становить приблизно 85 %. Вважається, що цієї кількості відходів достатньо, щоб утворилося за добу приблизно 2 м<sup>3</sup> газу, але залежно від складу органічної речовини гною можна одержати різну кількість біогазу. Для початку роботи установки з виробництва біогазу потрібно близько 0,5 м<sup>3</sup> палива. Отже, одна корова здатна забезпечити вихід газу 1,5 м<sup>3</sup>, що достатньо для задоволення потреби в енергії сім'ї з чотирьох чоловік. Аналіз

досліджень показує, що з курячого посліду одержують біогазу більше, ніж, наприклад, із свинячого гною або великої рогатої худоби. Кількість одержаного біогазу залежить, також, від умов і тривалості проходження біохімічних процесів.

Установки метанового бродіння дуже зручні для енергозабезпечення фермерських та сімейного типу тваринницьких підприємств. Біогаз можна використовувати для приготування їжі, забезпечення гарячою водою, опалення жилих приміщень і адміністративних будинків, газифікації тваринницьких приміщень, обігрівання теплично-парникового господарства, сушіння зерна і фруктів, підігрівання води в плавальних басейнах і водоймах для розведення форелі, газопостачання автотракторного парку.

Біогаз має всі переваги, що властиві природному газу. Він легко транспортується по газопроводах, згоряє без диму, кіптяви й залишку (попелу, шлаку). Прилади, які працюють на газу, прості, безпечні, швидко вводяться в дію, легко регулюються і переводяться в автоматичний режим праці. Треба особливо підкреслити значення біогазових установок у підтриманні чистоти навколишнього середовища та у знищенні збудників інфекційних хвороб.

В останні роки, під пильною увагою дослідників, стали бактерії-метаногени. Японські дослідники виділили штам бактерій, який здійснює метаногенез за три дні, це в сім разів скорочує процес, при використанні в промислових цілях. В Україні потрібно якомога швидше та ефективніше збільшувати обсяги виробництва біогазу. Наша держава одна із перших підготувала Стратегію низьковуглецевого розвитку, яка є вимогою Паризького договору. Ця стратегія передбачає перехід до моделі діяльності низьковуглецевого розвитку економіки, яка забезпечує декарбонізацію енергетики, значний ріст енергоефективності і активний розвиток відновлювальних джерел енергії.

У енергетичній стратегії України, на період до 2035 року, під назвою «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» зазначається про ріст частки електроенергетичної галузі, який застосовує тверду біомасу і біогаз, як енергоресурс, що зумовлений, як відносною стабільністю виробництва (за наявності сировини), так і ростом можливостей до створення локальних генеруючих потужностей.

### **БІБЛІОГРАФІЯ**

1. <https://www.epravda.com.ua/publications/2018/10/22/641786/>

2. [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=573](https://agromage.com/stat_id.php?id=573)

3. <https://www.growhow.in.ua/traktory-new-holland-na-biohazi-vzhe-tsiiei-oseni-budut-dostupnymy-ievropeyskym-fermeram/>

4. [https://www.lnau.edu.ua/lnau/attachments/7068\\_dis.pdf](https://www.lnau.edu.ua/lnau/attachments/7068_dis.pdf)



УДК 628.82

## **РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕКОНСТРУЙОВАНОГО ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ КОРІВ**

Ткач В. В., к.т.н., с.н.с., завідувач відділу, *vitalii\_tkach@ukr.net*,  
ORCID iD 0000-0003-4198-8396

Афанасьєв І. А., науковий співробітник, *i.afanasiev1993@gmail.com*,  
ORCID iD 0000-0003-2995-1072

Яцко С.А. науковий співробітник, *yazkos@gmail.com*,  
ORCID iD 0000-0003-0166-5867

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

Надмірно висока температура та вологість повітря у тваринницьких приміщеннях призводить до виникнення теплового стресу у тварин і як наслідок до зменшення продуктивності. У молочному тваринництві, основним інструментом оцінювання потенційного ризику отримання теплового стресу тваринами є температурно-вологісний індекс (ТВІ). Встановлено [1, 2], що зростання значення ТВІ з 68 до 78 може спричинити втрати до 21 % продуктивності корів.

Наявні в Україні приміщення для утримання корів суттєво різняться за розмірами, планувальними рішеннями, типом будівельних конструкцій та обсягами поголів'я тому актуальним є вивчення добової динаміки ТВІ для різних типів приміщень.

З метою здійснення порівняльної оцінки та встановлення переваг і недоліків планувально-технологічних рішень різних типів, у ІМА АПВ розроблено автономний пристрій моніторингу температурно-вологісних параметрів тваринницьких приміщень. Здійснено моніторинг параметрів



мікроклімату реконструйованого приміщення для утримання корів, приміщення обладнано світло-вентиляційним дефлектором та термоізованим дахом, орієнтовний питомий об'єм приміщення 35 м<sup>3</sup>/гол. Встановлено, що незважаючи на сучасну конструкцію приміщення, температурно-вологісний індекс набуває критичних значень при зовнішній температурі від 24,8 °С і відносній вологості у приміщенні 55,6 %, а тварини знаходяться в негативних умовах виникнення теплового стресу до 43 % часу доби, що свідчить про доцільність застосування систем охолодження повітря у літній період.



Рисунок 1 - Динаміка температурно-вологісних показників в прохолодний період (08.07.2023)



Рисунок 2 - Динаміка температурно-вологісних показників в жаркий період (14.07.23)



Рисунок 3 – Значення температури та температурно-вологісного індексу з 06.07.23 по 18.07.23

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub A., Djemali M., Belyea R. (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.*, 51: 479–491
2. Zimelman, R.B.; Rhoads, R.P.; Rhoads, M.L.; Duff, G.C.; Baumgard, L.H.; Collier, R.J. A re-evaluation of the impact of temperature-humidity index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In *Proceedings of the 24th Annual Southwest Nutrition and Management Conference*, Tempe, AZ, USA, 26–27 February 2009; pp. 158–168.



## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ВІЗКІВ-ПІДБИРАЧІВ

**Холодюк О.В.**,<sup>1</sup> к.т.н., доцент, ORCID iD 0000-0002-4161-6712

**Кузьменко В.Ф.**,<sup>2</sup> к.т.н., зав. лабораторії, ORCID iD 0000-0002-3474-939X

*<sup>1</sup>Вінницький національний аграрний університет*

*<sup>2</sup>Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

Нині у багатьох господарствах України, що займаються молочним скотарством, можна побачити у роботі візки-підбирачі-подрібнювачі. Це універсальні машини, які підбирають з валків прив'ялену чи без неї листостеблову масу, подрібнюють (за потреби), нагромаджують її у кузові машини та транспортують до місць складування або згодовування. Через те, що листостеблова маса до кузова подається знизу і з меншою швидкістю у порівнянні із силосозбиральним комбайном, втрати легких фракцій врожаю (листочків і суцвіть) є мінімальними. Такі агрегати можуть застосовувати для підбирання валків сіна, пров'яленої трави, соломи, а також для транспортування силосу.

Візки-підбирачі-транспортувальники виготовляють відомі зарубіжні компанії Pottinger (Австрія), JF-Stoll (Данія), Claas, Krone, Deutz Fahr, Bergmann (Німеччина), Schuitemaker (Нідерланди), John Deere (США), Malone (Ірландія), Ros (Італія) та ін. Основним показником, що характеризує візок-підбирач, поряд із показниками різального апарату, є об'єм його кузова. В залежності від об'єму змінюється і маса візка-підбирача, а відповідно і потужність трактора, з яким він агрегується. Тому, ряд компаній виготовляють їх різними типорозмірними рядами із широким діапазоном місткості кузова – від 11,5 м<sup>3</sup> до 57 м<sup>3</sup> (за стандартом DIN 11741) і більше.

Основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива, отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д. В Україні візки-підбирачі не виробляють.

За загальним конструкційним компонуванням візки-підбирачі-транспортувальними різних компаній близькі між собою й різняться лише виконанням окремих вузлів і агрегатів. Такі машини переважно складаються із рами, причіпної сніці, ходової частини, підбирача із

подрібнювальним апаратом, кузова, вивантажувального пристрою та гідросистеми. Для додаткового розвантаження корму в годівниці візки-підбирачі виготовляють з дозувальним пристроєм. Щодо ходової частини таких машин вона може бути, залежно від вантажопідйомності, одновісна, тандемна або тридемна з примусовим управлінням. Кузови здебільшого зварні, у більшості моделей дещо звужені донизу. Вони можуть мати відкидні або верхні частини бортів, що знімаються. Верхня частина кузова перекривається тентом або поздовжніми синтетичними канатами для запобігання втратам трав'яної маси у разі його переповнення. Підбирачі маси здійснюється за класичною схемою, завдяки барабанно-пальцевим підбирачам різної ширини захвату в межах 0,55 – 2,1 м.

Основні узагальнені показники візків-підбирачів деяких зарубіжних фірм-виробників наведено в таблиці 1 [1, 2, 3, 4].

Таблиця 1 – Узагальнені показники технічної характеристики візків-підбирачів

Фірма-виробник, країна	Модель	Місткість кузова (DIN 11741), м <sup>3</sup>	Ширина захвату підбирача, м	Живильний ротор (діаметр, м; довжина, м)	Кількість ножів	Теоретична довжина різки, мм	Необхідна потужність, кВт
<b>Claas</b> (Німеччина)	Cargos 8000	30,0-50,0	2,0	860/1580	40	38	-
	9000	41,5-47,5	2,0	860/1580	40	38	-
<b>Pottinger</b> (Австрія)	Boss Junior	11,5-14,25	2,0	-/-	12	120	15-44
	Boss Alpin	13,5-18,7			16	84	29-74
	EuroBoss	16,1-23,9			31	43	44-81
	Boss	18,7-23,9			31	43-172	51-96
	Primo	25,5-48,0			31	45-210	51-96
	Faro	24-52			31-11	45-135	66-110
	Europrofi	26-32			35	39	96-162
	Torro	28-43			45	34	118-221
Jumbo	38-54	48-65	34-25	147-368			
<b>Krone</b> (Німеччина)	AX	25-31	1,8	760/150	16/32	90/45	59-74
	MX	33-40	1,8	-	21/41	74/37	88-103
	RX	36-43	2,015	880/1780	23/46	74/37	110-125
	ZX	43-56	2,12	880/1910	24/48	74/37	155-175
<b>Bergmann</b> (Німеччина)	Royal	26,8-30,0	1,94	600/1428	41	34	59-132
	Repex	28,6-35,3	1,94	750/1470		35	88-147
	Carex	37,5-43,0	2,05	850/1470		35	110-257
<b>Malone</b> (Ірландія)	Trojan MT 35	20	2,0	-/2000	35	40	64
	MT 42	25					82
	MT 52	30					97
<b>Roc</b> (Італія)	CT	38	-	-/2000	18	-	-
		48					
		60					

Основним вузлом візків-підбирачів є подрібнювальний апарат ковзаючого різання, подавальний пристрій якого виконаний здебільшого у

вигляді ротора чи ексцентричного мотовила з керованими граблинами (граблевий).

В сучасних моделях використовують більш простий і надійний у роботі роторний подавальний пристрій. Це циліндричний барабан на поверхні якого закріплені криволінійні пальці, утворюючи, таким чином, зірчоподібну форму. Кількість пальців по колу барабана змінюється від 2-х до 9-ти у залежності від діаметра. Таке конструкційне виконання подавального пристрою дозволяє його використовувати не лише у візках-підбирачах, а й у прес-підбирачах. Роторний подавальний пристрій відрізняється довжиною і діаметром, кількістю рядів пальців їх конструкційним виконанням (довжина пальця і форма лінії робочої поверхні) і способом кріплення на барабані. Для більшості моделей ротор містить вмонтований механізм зворотного ходу, що використовується у разі його забивання.

Щодо різального механізму то в усіх моделях, без виключення, ножі пластинчаті і встановлені в один або два ряди. Ножі дугоподібної форми, мають індивідуальний захист від поломки при попаданні сторонніх предметів.

Загальний вигляд сучасних візків-підбирачів-подрібнювачів наведено на рис. 1.

Вивантажувальний пристрій, що встановлений в кузові машин, містить ланцюгово-пластинчастих транспортер і блок дозувальних вальців, що розміщуються один над одним в задній частині кузова. Певні моделі візків-підбирачів виготовляються без блока дозувальних вальців. Окрім того, певні моделі візків-підбирачів-подрібнювачів для забезпечення можливості роздавання кормів безпосередньо в годівниці виготовляють з дозувальним пристроєм у вигляді поперечного стрічкового чи ланцюгово-планчастого транспортера.

З впевненістю можемо зазначити, що заготівля сінажу, різаної зеленої маси можливе завдяки використанню візків-підбирачів, які залежно від вантажопідйомності можуть агрегатуватись з тракторами потужністю від 80 до 350 к.с.

Використання візків-підбирачів дозволяє не тільки підбирати, різати і транспортувати сировину, а й перевозити масу до місця призначення. В іншому процес не відрізняється від заготівлі сінажу за комбайнвою технологією. Використання подрібнювальних апаратів дозволяє різати стеблову масу на довжину 35-70 мм, частково ущільнювати її в

транспортному засобі (в 1,8-2 рази, порівнюючи з насипною масою). Захист від попадання сторонніх предметів є обов'язковим для цих машин, а нові зразки мають також систему заточування ножів. Мінімальна встановлена довжина різання складає 34 мм.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

а – Cargos 8500 (Claas); б – Jumbo 7540 (Pottinger); в – ZX 450 (Krone); г – Carex 410 S (Bergmann); д – Trojan MT 52 (Malone); е – СТ 360 (Roc)

Рисунок 1 – Загальний вигляд візків-підбирачів-подрібнювачів

Ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі листостеблових матеріалів можна оцінити показником експлуатаційної продуктивності (т/год чи га/год). Зрозуміло, що у балансі експлуатаційного часу час основної роботи



витрачається на підбирання трав'яної маси і її транспортування до місць зберігання чи згодовування ВРХ, проте залежно від відстані (2 – 3 км), наприклад, від поля до траншеї, час на транспортування може становити 12 – 15 хв. Тому не варто вважати, що продуктивності за використання візків-підбирачів суттєво зменшиться. Сучасні моделі таких машин у разі відстані перевезення корму до 3 км за збиральною продуктивністю не поступаються середнім кормозбиральним комбайнам, а інколи навіть переважають їх. У таких умовах, за даними практичних тестувань, можливо досягти значного скорочення витрат порівняно з використанням кормозбирального комбайна [5].

Отож, без перебільшення можемо зазначити, що основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива, отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Офіційний сайт компанії Pottinger. URL: [https://www.pottinger.at/uk\\_ua/produkte/kategorie/lw/](https://www.pottinger.at/uk_ua/produkte/kategorie/lw/)- (дата звернення: 18.09.2023).

2. Офіційний сайт компанії Krone. URL: <https://www.krone-agriculture.com/de/produkte/transporttechnik> (дата звернення: 20.09.2023).

3. Офіційний сайт компанії Bergmann. URL: <https://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/?p=32> (дата звернення: 15.09.2023).

4. Офіційний сайт компанії Malone. URL: <https://malonefm.com/products/self-loading-wagons/> (дата звернення: 20.09.2023).

5. Мохначов В. Боротьба систем: причіп-підбирач чи сучасний силосний комбайн? *Пропозиція*. 2013. № 4(14). С. 156-157.



УДК 635

## ПОЛУНИЦЯ: МІСЦЕ В ЯГІДНИЦТВІ УКРАЇНИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ

**Хоружий Є.В.**, студент, *0500702838vip@gmail.com*

*Сумський національний аграрний університет*

Ягідництво поряд з овочівництвом займає важливе місце в системі формування оптимальної спеціалізації та ефективного розвитку агробізнесу. За рівнем економічної ефективності вирощуванню ягід немає рівних серед усіх напрямів агробізнесу, тоді як займатися ними може кожен.

Останнім часом все більше господарств звертають увагу на ягідництво як на перспективний напрям розвитку агробізнесу, що забезпечує довгострокові вигоди і високу прибутковість. Окрім зазначеного, бізнес на вирощуванні ягід дозволяє з меншими ризиками окупити інвестиції та забезпечити високу дохідність з 1 гектара. Виробництво ягід залишається також одним із найбільш стабільних за всі роки аграрного реформування, що свідчить передусім про досить високу його конкурентоспроможність та економічну ефективність.

Загальна площа ягідників у плодоносному віці впродовж багатьох років залишається незміною (у межах 20 тис. га). При цьому традиційно найбільші площі відводять під суницю і полуницю (7,8 тис. га), малину й ожину (5 тис. га), смородину (4,8 тис. га). Дані наведено за 2021 рік.

На регіональному рівні основні площі насаджень ягідників зосереджені у Волинській (1,7 тис. га), Дніпропетровській (1,6 тис. га), Київській (1,5 тис. га), Донецькій (1,3 тис. га), Житомирській (1,3 тис. га) і Львівській (1,2 тис. га) областях. При цьому площі насаджень ягідних культур із року в рік невпинно зростають.

Серед досліджуваних регіонів країни найбільшими виробниками ягід за 2021 рік були, зокрема, аграрії Донецької (12 тис. т і 10 % від загальнодержавного виробництва), Дніпропетровської (11,6 тис. т і 9 %), Київської (9,4 тис. т і 7 %) та інших областей (рис. 1).

Аналіз структури виробництва ягід свідчить, що 76,4 % усього їх обсягу припадає на особисті селянські господарства, у тому числі 88,5 % суниці і полуниці, 88 % малини і ожини, 60,4 % смородини та 100 % усього агрусу. Однак останніми роками ягідництвом зацікавилися і аграрні підприємства та окремі фермерські господарства, що мають бажання



диверсифікувати власну економічну діяльність та підвищити дохідність агробізнесу.

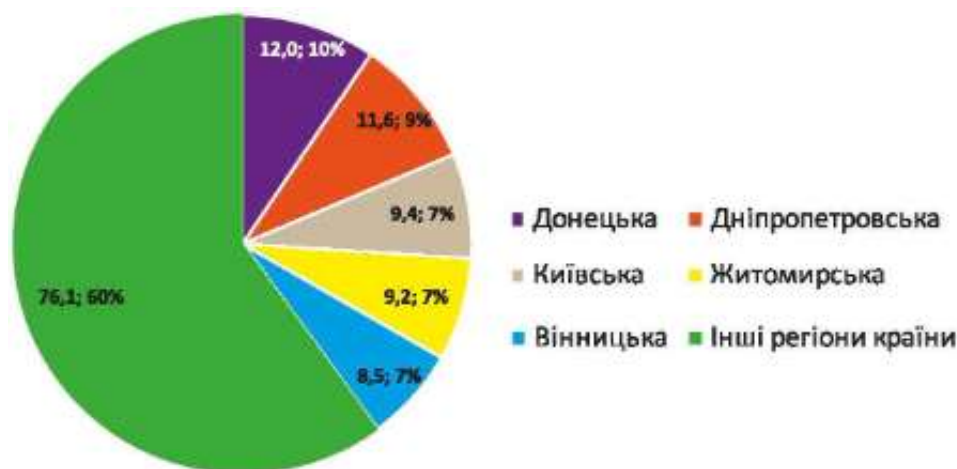


Рисунок 1 – Питома вага окремих регіонів України у виробництві ягід за 2021 р. (тис. т і у відсотках до загального підсумку) за даними Держслужби статистики України

Впродовж аналізованого періоду (2015–2021 рр.) у структурі виробництва ягід відбулися кардинальні зміни. Насамперед у виробництві зросла питома частка суниці і полуниці (із 36,1 % до 48,5 %) та малини й ожини (із 18 % до 25 %). При цьому зменшилася питома вага у виробництві смородини (із 32,6 % до 19,2 %), а також агрусу, (із 8,9 % до 5,2 %) (рис. 2).

У цілому виробництво всіх видів ягід зросло майже в 1,5 рази: із 83,1 тис. т у 2017 р. до 126,8 тис. т у 2021 році. При цьому найвищими темпи зростання були у виробництві суниці й полуниці та малини й ожини, що, відповідно, становили 1,7 разу. Виробництво смородини також зросло майже в 1,4 разу.

Збільшення обсягів виробництва ягід було досягнуто передусім за рахунок впровадження інноваційних технологій вирощування, що дозволило підвищити їх середню урожайність в 1,5 рази за умов збереження наявних площ насаджень.

Отже, вирощування полуниці в Україні є популярною галуззю сільського господарства. Популярним є вирощування полуниці в теплицях, оскільки це дозволяє отримувати врожай протягом усього року незалежно від погодних умов.

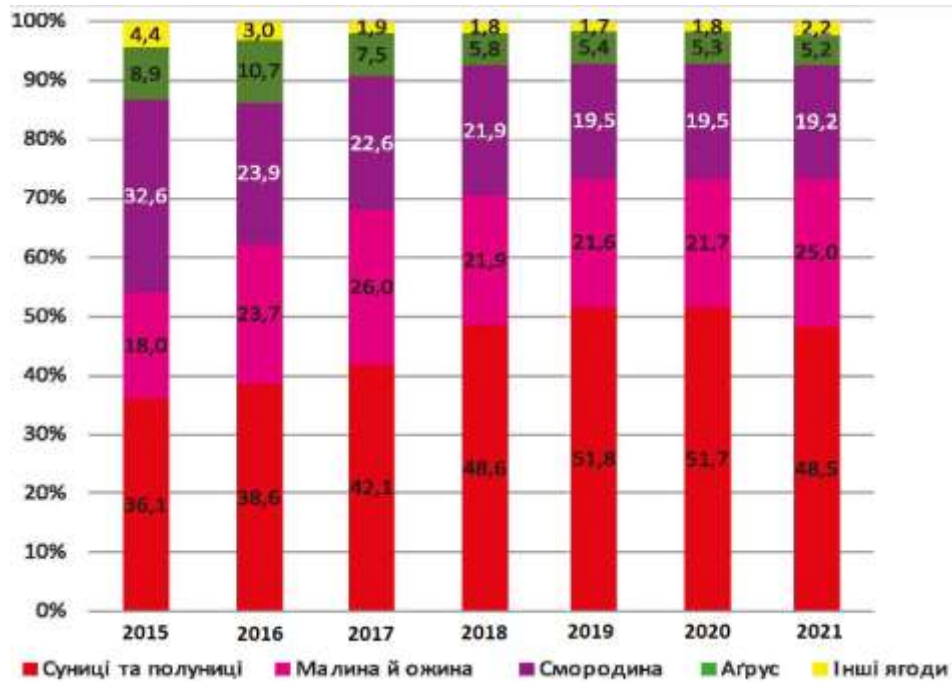


Рисунок 2 – Структура виробництва ягід в Україні за 2017–2021 роки за даними Держслужби статистики України

Основні кроки вирощування полуниці в теплицях є наступними:

1. Вибір сорту: сорт полуниці має якнайкраще відповідати кліматичним умовам регіону і попиту на ринку. Деякі популярні сорти полуниці, які вирощують в Україні: «Міраж», «Фестивальна», «Соната» та «Албїон».

2. Підготовка ґрунту: перед посадкою необхідно підготувати ґрунт у теплиці, забезпечивши відповідну його структуру, поживні речовини та вологу. Полуниця вимагає добре дренованого, легкого та поживного ґрунту. Варто забезпечити водопроникність та властивості зберігання вологи. Рекомендується використовувати суміш землі, пергаменту та перліту для забезпечення дренажу.

3. Розмноження рослин: полуниця розмножується насінням, розсадою або за допомогою вусиків. Для отримання раннього врожаю рекомендовано використовувати розсаду.

4. Посадка рослин: рослини розташовують у рядки на відстані близько 30–40 см між рослинами та 60–70 см між рядками. Глибина посадки залежить від розмірів рослин і може варіюватися.

5. Забезпечення оптимальних умов росту: утримання оптимальних умов у теплиці включає регулярний полив, контроль температури та

вологості, обробку від шкідників та хвороб, а також використання добрив для забезпечення живлення рослин.

6. Збір урожаю: полуницю можна збирати, коли плоди досягають своєї зрілості. Зазвичай це станеться влітку, з середини червня до середини липня. Плоди слід збирати обережно, не пошкоджуючи рослину. Регулярний збір сприяє підтримці плідності рослин та продовженню врожайного сезону.

7. Управління післявиробничим процесом: після збору врожаю, рослини потрібно підготувати до наступного вирощування. Це може включати підстригання листя, розпушення ґрунту та приготування рослин до наступної вегетаційної періоду.

Це загальні кроки, які включаються в технологію вирощування полуниці в теплиці. Ці кроки мають бути додатково адаптовані до специфічних умов регіону та до конкретної технології, що використовується на виробництві.

Подальші перспективи розвитку вітчизняного ягідництва багато в чому будуть визначатися можливостями впровадження сучасних технологій швидкого заморожування ягід та їх зберігання впродовж декількох місяців для подальшої реалізації та спрямування на експорт. Зростання обсягів експорту ягід вітчизняного виробництва на світовий продовольчий ринок є одним із дієвих драйверів стимулювання розвитку вказаної галузі та розширення площ їх насаджень.

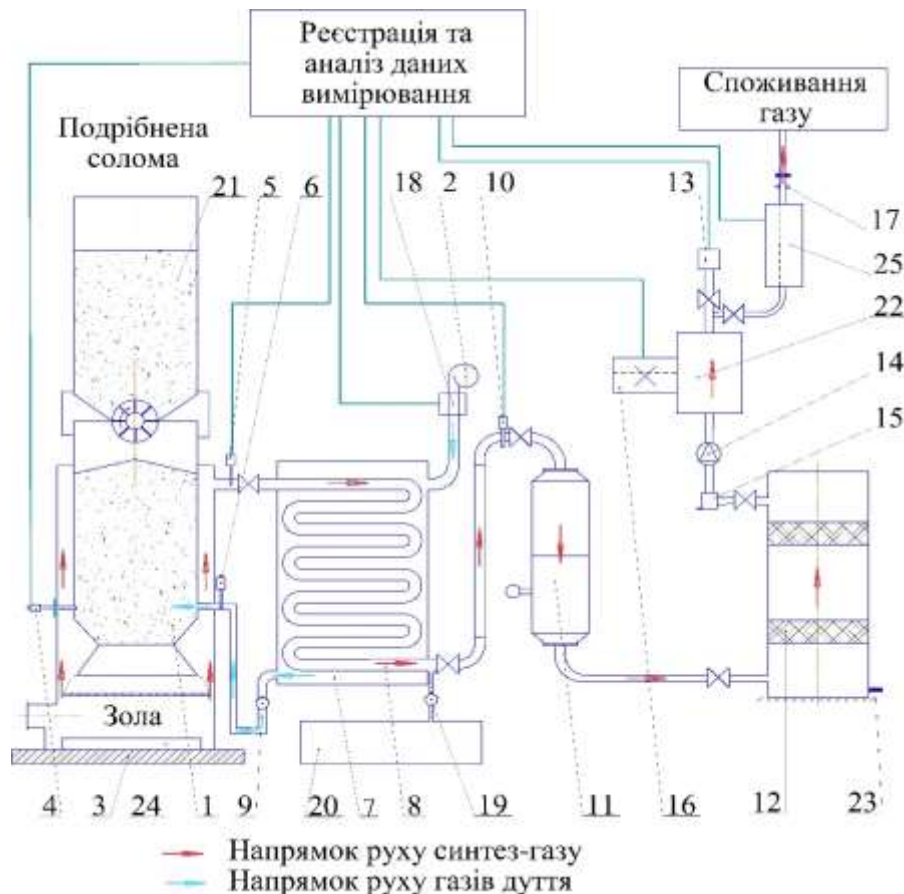


УДК 631.172:662.76

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПРОТИПОТОКОВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА НА КУКУРУДЗИННІ**

**Цивенкова Н.М.**, к.т.н., доцент, **Савченко М.С.**, магістр  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Дослідження реалізовані на установці з газогенератором оберненого процесу газифікації, що газифікує кукурудзиння і має продуктивність 70 м<sup>3</sup>/год (рис. 1).



- 1 – газогенератор оберненого процесу газифікації; 2 – вентилятор; 3, 24 – ваги; 4, 5, 6, 10 – термомпари; 7 – теплообмінник; 8 – змійовик; 9 – зворотний клапан; 11 – фільтр грубого очищення; 12 – фільтр тонкого очищення; 13 – газовий калориметр; 14 – вакуумний насос; 15 – відокремлювач вологи; 16, 19, 23 – патрубок; 17 – вентиль; 18 – лічильник; 20 – бак; 21 – система подачі палива; 22 – ресивер; 25 – лічильник

Рисунок 1 – Газогенераторна установка

Щоб пов'язати незалежні фактори ( $\beta$ ,  $V_{\text{дуть}}$ ,  $c$ ) із температурою ( $t$ ), встановити характер зазначеного зв'язку і знайти математичне рівняння за методикою [1] реалізовано багатофакторний експеримент. Виконано 5-рівневий план 2-го порядку. Один і той же дослід повторювали тричі. Фактори кодували наступним чином:  $x_3=c$ ,  $x_2=V_{\text{нов}}$ ,  $x_1=\beta$ . Де об'єм повітряного дуття ( $V_{\text{нов}}$ ) становив 28, 40 та 52 м<sup>3</sup>/год; об'ємний відсоток інертного матеріалу в загальному об'ємі камери – 0,18 та 36 об. %; теплоємність інертного матеріалу – 780, 960 та 1140 Дж/(кг·°С).

В результаті досліджень отримано масив даних  $t$ , наведений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Матриця планування багатфакторного експерименту

№	План експерименту			Результати експерименту					Перевірка адекватності моделі	
	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$t_3$	$t_2$	$t_1$	$t_{cp.}$	$t_{cp.p.}$	$(t_{cp.} - t_{cp.p.})$	$(t_{cp.} - t_{cp.p.})^2$
1	+	+	0	849,0	845,0	839,0	844,3	873,6	-29,3	858,0
2	+	-	0	865,0	868,0	869,0	867,3	891,3	-24,0	574,0
3	-	+	0	758,0	742,0	750,0	750,0	726,0	24,0	574,0
4	-	-	0	685,0	698,0	704,0	695,7	666,4	29,3	858,0
5	0	0	0	1110,0	1118,0	1116,0	1114,7	1132,4	-17,8	316,1
6	+	0	+	980,0	976,0	979,0	978,3	975,6	2,7	7,3
7	+	0	-	1050,0	1046,0	1042,0	1046,0	999,8	46,2	2135,2
8	-	0	+	721,0	728,0	726,0	725,0	771,2	-46,2	2135,2
9	-	0	-	835,0	828,0	824,0	829,0	831,7	-2,7	7,3
10	0	0	0	1141,0	1139,0	1134,0	1138,0	1132,4	5,6	30,9
11	0	+	+	929,0	924,0	930,0	927,7	900,7	27,0	729,0
12	0	+	-	910,0	912,0	908,0	910,0	926,5	-16,5	272,3
13	0	-	+	884,0	875,0	880,0	879,7	863,2	16,5	272,3
14	0	-	-	892,0	898,0	895,0	895,0	922,0	-27,0	729,0
15	0	0	0	1145,0	1141,0	1148,0	1144,7	1132,4	12,2	149,4

Коефіцієнти регресії:  $b_0=1132,4$ ;  $b_1=93,1$ ;  $b_2=10,5$ ;  $b_3=-21,2$ ;  $b_{12}=-19,3$ ;  $b_{13}=9,1$ ;  $b_{23}=8,3$ ;  $b_{11}=-175,8$ ;  $b_{22}=-167,3$ ;  $b_{33}=-62,1$ .

Результати дослідження обробляли за допомогою програми “Statistica 10”. Для перевірки однорідності дисперсії використовували критерій Кохрейна. Процес відтворюється, оскільки  $G_{роз} = 0,385 < G_{табл}(0,05; 15; 2) = 0,55$ .

При визначенні довірчих інтервалів коефіцієнтів регресії використали критерій Стюдента,  $G_{табл}$  якого при 5 % рівні значущості та  $f_1=2$  становить  $t=4,3$  [1]. Значимість коефіцієнтів регресії перевіряли за довірчими інтервалами. Перевірку адекватності гіпотези отриманому рівнянню регресії виконували за критерієм Фішера.  $F_{роз}$  при дисперсії неадекватності  $S^2_{неад}=1,03$  та дисперсії відтворюваності експерименту  $S_y^2=0,8$  склало  $F_{роз}=6,84$ . Табличне значення критерію Фішера, прийняте при 5 % рівні значущості, за [1] становить  $F_{табл}(0,05; f_1; f_2)=19,38$ , де  $f_2=8$ , а  $f_1=2$ .

Оскільки,  $F_{розр}=6,84 < F_{табл}(0,05; f_1; f_2)=19,38$ , то гіпотеза щодо адекватності рівняння регресії підтверджується. Коефіцієнт детермінації склав  $R^2=0,91$ . Рівняння регресії матиме вид:

В результаті рівняння регресії набуло вигляду:

$$t=1132,4+93,1 \cdot \beta+10,5 \cdot V_{дуг}-21,2 \cdot c-19,3 \cdot \beta \cdot V_{дуг}+9,1 \cdot \beta \cdot c+8,3 \cdot c \cdot V_{дуг}-175,8 \cdot \beta^2-167,3 \cdot V_{дуг}^2-62,1 \cdot c^2, \quad (1)$$

де:  $t$  – температура реакційної зони, °С

$\beta$  – об'ємна частка інертного матеріалу в загальному об'ємі реактора, % об.;

$c$  – теплоємність інертного матеріалу, Дж/(кг·°С);

$V_{дуг}$  – подача повітряно-парової суміші на процес газифікації, м<sup>3</sup>/год.

Дослідженнями встановлено, що:

- при збільшенні швидкості дуття 42...50 м<sup>3</sup>/год температура в реакційній зоні підвищується на 18...22 % і, навпаки, знижується при подальшому збільшенні швидкості дуття понад 50 м<sup>3</sup>/год. Отже, існує раціональний діапазон об'єму паро-повітряного дуття – 46...50 м<sup>3</sup>/год, при якому температура досягає максимуму 895...1150°С (залежно від типу і вмісту пористого матеріалу);

- найвища температура 1150°С досягається при об'ємі дуття 46 м<sup>3</sup>/год, об'ємному вмісті пористого матеріалу 24 % об. і теплоємності інертного матеріалу 960 Дж/(кг·°С). При подальшому збільшенні вмісту пористого матеріалу температура знижувалася;

- найвищий вміст водню в генераторному газі становив 27 % об. і був досягнутий при вмісті інертного пористого матеріалу 36 % об. (з теплоємністю 960 Дж/(кг·°С) і об'ємі паро-повітряного дуття 48 м<sup>3</sup>/год. Вміст водню вищий на 35 % порівняно зі стандартною паро-повітряною газифікацією пелет.

- найвищий вміст окису вуглецю в генераторному газі становив 29 % об. і був досягнутий при 18 % об. інертного пористого матеріалу (з теплоємністю 960 Дж/(кг·°С) і об'ємі паро-повітряного дуття 48 м<sup>3</sup>/год.

**Висновки:** Використання інертного пористого середовища у кількості 36 % об. з теплоємністю 960 Дж/(кг·°С) забезпечило отримання генераторного газу з вищою теплотворною здатністю 11,4 МДж/м<sup>3</sup>. Проведені дослідження свідчать про доцільність енергетичного перетворення біомаси шляхом гібридної фільтраційної газифікації.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Підручник дослідника: навч. посіб. для студ. агротех. спец. / О. Васильковський, С. Лещенко, К. Васильковська, Д. Петренко. Кіровоград, 2016. 204 с.



УДК 539.432:620

## МІЦНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**Черниш О. М.**, к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Міцність і надійність робочих елементів робототехнічних систем у сільськогосподарському виробництві є одним із пріоритетних завдань сучасного машинобудування. Адже нестаціонарні навантаження, вібрації, перевантаження можуть суттєво обмежити їх працездатність.

Для створення робототехнічних систем і комплексів більшої надійності необхідно розглядати нові принципи і технології, у тому числі й методи їх теоретичних досліджень.

Такі методи повинні забезпечити у першу чергу міцність і надійність деталей і робочих елементів робототехнічних систем у процесі виконання ними заданих функцій в умовах дії робочих навантажень і короткочасних перевантажень.

Для аналізу надійності робочих елементів робототехнічних систем як багатоелементної механічної системи, що працює в умовах дії короткочасних нестаціонарних перевантажень, запропоновано застосувати випадкові параметри навантаження і міцності.

При цьому для опису випадкових параметрів працездатності і навантаження робочих елементів робототехнічних систем була розглянута взаємодія функціональних залежностей узагальненої міцності  $\tilde{R}(t)$  і навантаження  $\tilde{F}(t)$  як випадкових функцій у розрахунковому часовому інтервалі експлуатації  $T = T(t)$ .

Тоді при відмові робочого елемента системи за період  $T$

$$\tilde{F}(t) > \tilde{R}(t). \quad (1)$$

Знаючи характеристики випадкових функцій  $\tilde{F}(t)$  і  $\tilde{R}(t)$  – математичні очікування  $m_F(t)$ ,  $m_R(t)$  і кореляційні функції  $K_F(t_1, t_2)$ ,  $K_R(t_1, t_2)$  – можна визначити характеристики випадкової функції запасу міцності  $\tilde{S}(t)$ .

Якщо узагальнена міцність елемента системи є випадковою сталою величиною  $\tilde{R}(t) = \tilde{R}$ , то запас міцності

$$\tilde{S}(t) = \frac{d\tilde{R}}{dt} - \frac{d\tilde{F}(t)}{dt} = -\dot{\tilde{F}}(t), \quad (2)$$

Інтенсивність відмов визначиться виразом

$$\bar{U}^-(0) = -p_S(0) \int_{-\infty}^0 \dot{F} \cdot p_{\dot{F}}(\dot{F}) d\dot{F}, \quad (3)$$

де  $p_S(0)$  и  $p_{\dot{S}}(\dot{S})$  – щільності імовірностей функції запасу міцності і її похідні за часом.

В результаті функція надійності має вигляд

$$P(T) = [1 - H_S(0|R)] \exp \left[ - \int_0^T \bar{U}^-(0) dt \right], \quad (4)$$

де  $H_S(0|R)$  – умовна імовірність відмови конструкції при  $t = 0$ .

Для багатоелементної системи із  $m$  складових частин в першому наближенні можна записати

$$H(t|R) \approx \sum_{k=1}^m \int_0^t \exp \left[ - \frac{(\bar{r}_k - \bar{f}_k)^2}{2\sigma_{fk}^2} \right] \frac{\omega_k}{2\pi} d\tau, \quad (5)$$

а повна імовірність відмови буде

$$H(t) \approx \sum_{k=1}^m \int_0^t \frac{\sigma_{fk}}{\sqrt{\sigma_{rk}^2 + \sigma_{fk}^2}} \exp \left[ - \frac{(\bar{r}_k - \bar{f}_k)^2}{2(\sigma_{rk}^2 + \sigma_{fk}^2)} \right] \frac{\omega_k}{2\pi} d\tau. \quad (6)$$



де  $f_k(t)$ ,  $r_k(t)$  – відповідно параметри узагальненого навантаження і міцності  $k$ -го елемента системи, які є процесами із відповідним математичним очікуванням  $\bar{f}_k(t) \gg 0$ ,  $\bar{r}_k(t) \gg 0$ , дисперсією  $\sigma_{fk}^2(t)$ ,  $\sigma_{rk}^2(t)$ ,

коли справедлива нерівність  $\frac{\sigma_{rk}^2 f_k + \sigma_{fk}^2 r_k}{\sigma_{rk} \sigma_{fk} \sqrt{\sigma_{rk}^2 \sigma_{fk}^2}} \gg 1$ , а ефективна частота

$\omega_k(t)$  є повільно мінливою у порівнянні з функціями часу  $t$ .

Отримані залежності можна використати для визначення надійності робочих елементів робототехнічних систем, у яких функція надійності залежить від надійності усіх її складових частин.

Отже, дослідження взаємодії випадкових пікових параметрів навантаження та параметрів міцності робочих елементів робототехнічної системи у вигляді функціональних залежностей узагальненого навантаження  $\tilde{F}(t)$  і узагальненої міцності  $\tilde{R}(t)$  від часу, дозволяють оцінити надійність із врахуванням імовірнісних аспектів розподілу даних залежностей в умовах короткочасних перевантажень, що дозволяє підвищити загальний рівень надійності та збільшити ресурс.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Булгаков В.М. Від землеробської механіки до сучасних методів механіки та теорії механізмів і машин для високотехнологічного сільського господарства / В.М. Булгаков, В.О. Дубровін, І.В. Головач, О.М. Черниш // *Наук. вісник Луганського нац. аграрного університету: Серія «Технічні науки»*. – Спец. вип. № 29. Луганськ: ЛНАУ. – 2011. – С. 318-333.

2. Дубровін В.О. Перспективи розвитку сучасних механізмів і машин для агропромислового комплексу / В.О. Дубровін, В.М. Булгаков, І.В. Головач, О.М. Черниш // *Науковий вісник НУБіП України: Серія «Техніка і енергетика АПК»*. – Вип.166. – Ч.1. – К: НУБіПУ. – 2011. – С. 9-20.

3. Черниш О.М. Визначення запасу міцності для вуглецевих сталей при циклічному навантаженні / О.М. Черниш // *Зб. наук. праць Таврійського державн. агротехнічного ун.-ту*. – Вип.12. – Т. I. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – С.185 – 191.



УДК 633.16

## ОЗИМИЙ ЯЧМІНЬ: ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИРОЩУВАННЯ

**Шевковий О. М.**, студент, *alex.com04052000@gmail.com*  
Сумський національний аграрний університет

Озимий ячмінь є важливою складовою агрокультури України, яка вимагає специфічного підходу до вирощування. За даними сервісу «Урожай Онлайн» у 2019 році було зібрано 9.04 млн. тон ячменю і валовий збір виріс порівняно з 2018 роком, коли було зібрано 7.4 млн. тон. Дані за 2020 рік наведено на рисунку 1. Це загальні дані, що включають і ярий і озимий ячмінь.

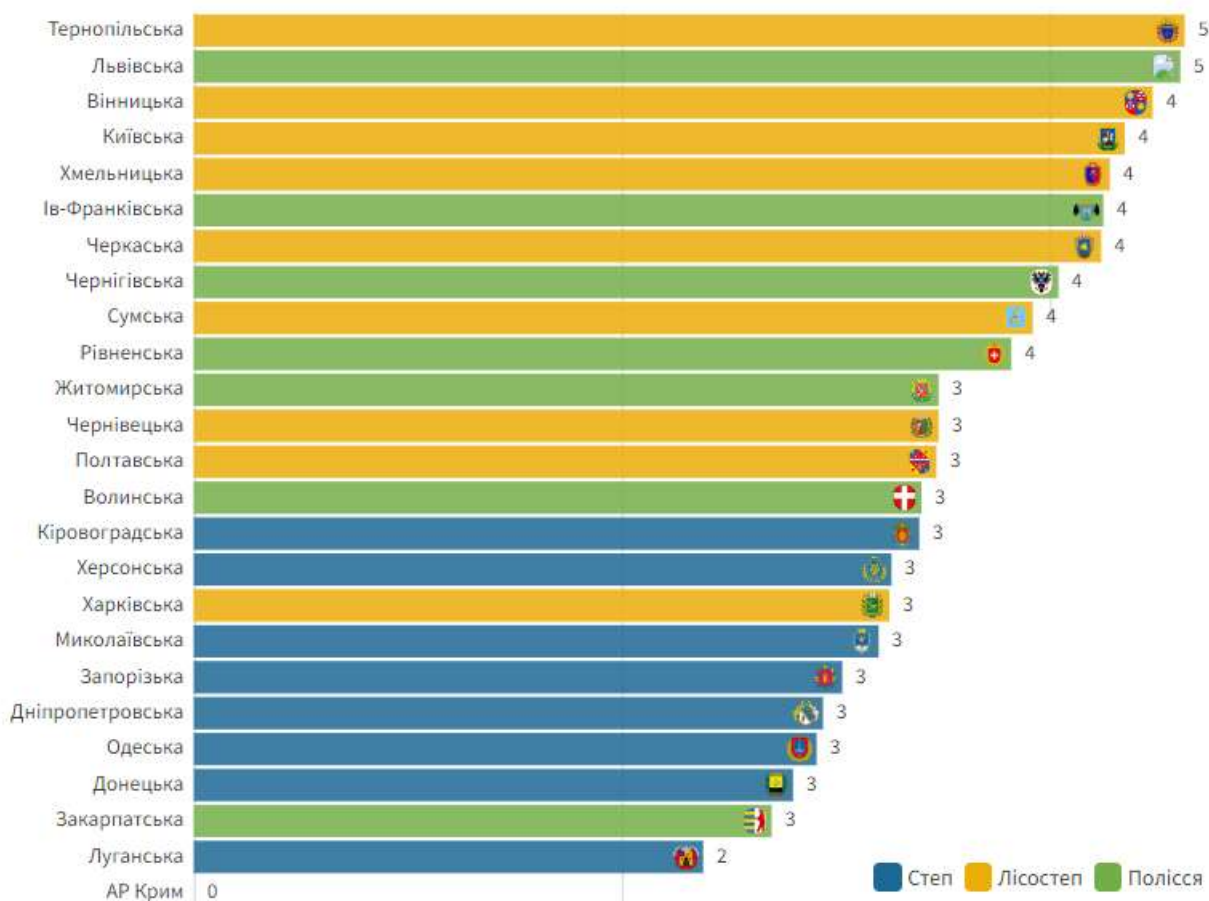


Рисунок 1 – Урожайність ячменю, т/га, 2020 р.

Наведемо основні вимоги до цього процесу:

1. Морозо- та зимостійкість. Озимий ячмінь, на відміну від інших хлібних озимих культур, є менш стійким до низьких температур. Він може отримувати пошкодження вже при  $-12...-13^{\circ}\text{C}$ , якщо така температура тримається протягом тривалого часу. Особливу увагу слід приділяти глибоким зимовим відлигам та ранньовесняним похолоданням, оскільки ячмінь при теплих днях починає швидко відростати.

2. Регіони вирощування в Україні. Ячмінь традиційно вирощують у регіонах з м'якими зимами: Львівська, Тернопільська, Вінницька та Луганська області служать північною межею його вирощування.

3. Ґрунтові вимоги. Для ячменю ідеальними є багаті на елементи живлення структурні чорноземні і каштанові ґрунти з рН  $6.0...7.5$ . Він не рекомендований для вирощування на важких, засолених або підтоплованих ґрунтах.

4. Різноманітність сортів. Ринок України пропонує широкий вибір сортів ячменю, як вітчизняної, так і закордонної селекції. Сорти такі як Луран, Основа, Достойний і Трудівник стали популярними завдяки їх відмінним характеристикам.

5. Інноваційні гібриди. Гібриди Хайвідо відзначаються зібраними продуктивними властивостями, такими як збільшений коефіцієнт кущення. Це дозволяє зменшити норму висіву та отримати вищу врожайність порівняно з традиційними сортами.

6. Технічні рекомендації. Ефективне вирощування ячменю вимагає дотримання певних технічних рекомендацій: оптимізація норм та термінів сівби; раннє підживлення азотними добривами; застосування регуляторів росту та фунгіцидів для захисту.

Врахування цих особливостей і рекомендацій допоможе забезпечити стабільний і високий урожай озимого ячменю в кліматичних умовах України.



УДК 633.16

## ЯЧМІНЬ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ СВІТОВОГО АГРАРНОГО РИНКУ

**Шевковий О. М.**, студент, *alex.com04052000@gmail.com*

*Сумський національний аграрний університет*

Ячмінь є однією з найдавніших культур, історія якого тісно переплетена з історією людства. Був окультурений ячмінь близько 10 тисяч років тому на Близькому Сході. У Палестині його вживали в їжу не пізніше, ніж 17000 років тому. Він знайдений також у найдревніших єгипетських гробницях і в залишках озерних пальових будівель. Ячмінь не просто займає важливе місце в історії людської цивілізації, а й сприяв розвитку світового сільського господарства. Сучасний світ цінує ячмінь завдяки його високим харчовим характеристикам, особливо – завдяки збалансованому амінокислотному складу. Зокрема, він випереджає такі зернові культури, як кукурудза, овес, сорго, пшениця та рис за вмістом лізину.

На глобальному рівні ячмінь посідає четверте місце серед найпопулярніших злакових культур зі світовим виробництвом, що сягає 141,3 млн тон (рис. 1). Значна частина його вирощується в російській федерації, Іспанії, Франції та Німеччині. Україна відіграє важливу роль на цьому ринку, займаючи четверте місце в світі за об'ємами виробництва з показником в 9,4 млн тон.

Окрім своєї харчової цінності, ячмінь є важливою частиною переробної, пивоварної, кондитерської та фармацевтичної промисловості. У галузі кормовиробництва він відзначається невисокою собівартістю та високими поживними якостями, завдяки чому стає незамінним у годівлі тварин.

З ячменю виробляють перлову (зерно очищене від висівок) й ячневу (подрібнене зерно без висівок) крупи, з яких варять відповідно перлову й ячну каші.

Згідно з нещодавніми дослідженнями, вживання цілих зерен ячменю може регулювати рівень цукру в крові (наприклад, обмежити підвищення вмісту глюкози в крові у відповідь на вживання їжі) протягом 10 годин після споживання. Такий ефект пояснюють специфікою ферментації нестравних вуглеводів.

Ранг	Країна	Кількість (в тонах)	Ранг	Країна	Кількість (в тонах)
1	 Росія	17.880.760	13	 Данія	3.421.000
2	 Франція	12.879.600	14	 КНР	3.400.000*
3	 Німеччина	12.288.100	15	 Казахстан	2.519.000
4	 Україна	11.833.100	16	 Алжир	2.203.359
5	 Канада	9.517.200	17	 Фінляндія	2.171.000
6	 Австралія	8.098.000	18	 Білорусь	2.123.424
7	 Іспанія	7.399.700	19	 Чехія	2.003.032
8	 Туреччина	7.300.000	20	 Індія	1.690.000
9	 Велика Британія	6.969.000	...		
10	 США	4.949.370	31	 Австрія	835.107
11	 Польща	3.983.900	53	 Швейцарія	198.091
12	 Іран	3.446.227		<b>Всього у світі</b>	<b>152.125.329</b>

Рисунок 1 – Найбільші виробники ячменю у світі

Ячмінне борошно, у тому числі борошно грубого помелу, легше, ніж пшеничне, але має темніший колір і використовується в Шотландії для приготування каші подібної до вівсяної. Каша з ячмінного борошна відома в арабському світі як «савік». В Україні колись була популярною логаза – каша з цілих зерен ячменю без плівки (її також могли варити і з полби). У Стародавньому Римі гладіаторів звали «ячмінниками» (*hordearii*), оскільки вони обов'язково споживали в їжу ячмінь: вважалося що він сприяє зростанню м'язової маси.

Для пивоваріння ячмінь є найкращим зерном. Це ключовий компонент у виробництві пива і віскі. Дворядний ячмінь традиційно використовується в німецькому та англійському пиві. У США для виробництва пива традиційно використовувався шестирядний ячмінь, але в даний час широко вживаються обидва сорти. В Ірландії та Шотландії основним компонентом віскі є ячмінь (дистиляція із зеленого пива), у той час як інші країни використовують більш різноманітні джерела алкоголю, наприклад, кукурудзу, жито і пшеницю. У США тип зерна може бути ідентифікований за етикеткою віскі, якщо цей тип зерна становить не менше 51 % компонентів.

У 18 столітті поширеним алкогольним напоєм було ячмінне вино. Воно виготовлялося кип'ятінням ячменю у воді, потім змішуванням відвару з білим вином та іншими інгредієнтами, такими як огіркова трава, лимон і цукор. У 19 столітті різні вина з ячменю виготовлялися за рецептами давньогрецького походження.

Безалкогольні напої, такі як ячмінна вода і ячмінний чай (mugicha) виготовляють кип'ятінням ячменю у воді. З ячменю також часто виготовляють сурогати кави (ячмінна кава). Цей напій можна виготовити з використанням кавоварки чи звичайним запарюванням. В Італії широко використовували під час фашистського періоду через блокаду і проблеми з імпортом кави. Пізніше його продавали як сурогат кави для дітей. Нині ячмінна кава переживає відродження як альтернатива кави для людей, котрим, за станом здоров'я, кофеїн вживати не рекомендується.

Отже, ячмінь – це не просто злак, а важливий компонент в історії та сучасному розвитку світового аграрного ринку. Його значення для України, як стратегічного виробника, важко переоцінити, і подальший розвиток його вирощування та переробки пропонує низку перспектив для національного агросектора.



УДК 636.084

## ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ГОДІВЛІ ОВЕЦЬ

**Юраш І.В.**, здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, **Бучковська В.І.**, канд. с.-г. наук, [vbutschk@ukr.net](mailto:vbutschk@ukr.net)  
*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Основними кормами для овець, як і більшості травоядних тварин, є рослинні корми.

Норми годівлі та раціони овець залежать від статі й віку тварин, рівня їх продуктивності, фізіологічного стану, пори року, системи утримання. В нормах годівлі передбачають витрати поживних речовин і енергії на кожний вид продукції чи специфіку фізіологічного стану овець та на підтримання

життя тварин у певних умовах технології виробництва конкретного господарства.

Раціони складають з урахуванням забезпечення тварин необхідною кількістю поживних речовин, вмісту сухої речовини та окремих компонентів корму, які визначають високий рівень перетравності й ефективності їх використання.

В залежності від кліматичних і господарських особливостей використовують дві системи утримання – пасовищну й стійлову. Пасовищну зазвичай практикують у теплу вегетаційну пору року (кінець весни, літо, початок осені), а стійлову – в холодний не вегетаційний період (кінець осені, зима, початок весни). Хоча бувають винятки: на стійловому утриманні вівці можуть перебувати в теплу пору року, а пасовищному з використанням запасу сухих рослин із літа – узимку.

Навесні тварин переводять зі стійлового утримання на пасовищне. У цей період здійснюють поступову заміну раціону і збільшують час перебування тварин влітку на пасовищі до 10-12, восени скорочують до 7-8 годин. За наявності в достатній кількості корму на пасовищі випас овець восени не припиняють навіть при настанні холодів.

Перехід від зимового стійлового утримання до пасовищного організовують поступово, позаяк різка заміна сухих кормів на зелену соковиту траву викликає розлад системи травлення. Щоб уникнути цього в перші дні випасання вранці перед вигоном на пасовище вівцям дають сіно. Коли вони звикнуть до зеленого корму, підгодівлю сіном припиняють.

Пасовища бувають природні і сіяні. Їх розділяють на загони, використовуючи для цього огорожі, борозни тощо. Розмір загону визначають такі чинники: поголів'я овець виробничої групи, перебування тварин в одному загоні не довше шести днів, щоб запобігти зараженню гельмінтами, забезпечення добової норми зеленого корму на вівцю. Кількість загонів для певної виробничої групи визначають за зооветеринарними вимогами повторного використання загону тільки через три-чотири місяці, знезаражують пасовища природним шляхом – ультрафіолетовими променями сонячного світла.

Перед початком пасовищного періоду тваринам обрізають ратиці. Напувають два-три рази на день, температура води повинна бути не нижче +10 °С. Також тварин забезпечують сіллю, як додатковим джерелом мінералів, узимку цьому приділяють велику увагу тому що сіль, допомагає



вівцям бути здоровими та продуктивними. Сіль дають у розсипному вигляді та брикетах.

Взимку використовують стійлову систему утримання, в спеціально підготовленому приміщенні, підлогу якого вистилають тільки соломною так як торф чи тирса сильно забруднює руно. Гній прибирають раз на рік. Із кошар його видаляють навесні начіпками типу ПБ-35, які монтуються на трактори Т-150 і Т-75. Із кормовигульних майданчиків гній видаляють бульдозерними начіпками БН-1, котрі начіплюють на трактор МТЗ-80 або ЮМЗ. При утриманні овець на щілинних підлогах гній накопичується у підпільних траншеях, з яких його навантажують спеціальними навантажувачами у тракторні візки 2ПТС-4М і вивозять на лани.

Важливим елементом технологічного обладнання приміщень і базів для овець є переносні дерев'яні чи металеві щити й годівниці. Їх наявність дає змогу ефективно використовувати приміщення й мобільні засоби механізації відповідно до ритму виробничого процесу на вівчарській фермі. Механізоване роздавання кормів здійснюється за допомогою причіпних кормороздавачів (КТУ-10, КТУ-3, РММ-5, КСА-5Б), навантажувачів (ПСК-5, ФН-1,2, ПЗ-0,8Б, ПГ-0,5В), змішувачів кормів (ТАК-7, РФС-6,5). Розсипні і гранульовані кормосуміші роздають мобільними, інколи – стаціонарними кормороздавачами. Мобільні роздавачі є універсальними, працюють незалежно від джерел електроенергії, надійні та прості в експлуатації. Для роздачі розсипних кормосу- мішей, силосу і подрібнених грубих кормів у базах використовують КУТ-3Б або ЗСК-10. Стаціонарні роздавачі застосовують дуже рідко і переважно у вівчарнях під час ягніння. Стаціонарні роздавачі ТВК-80 у вівчарстві широкого застосування не набули, оскільки вони є ненадійними, хоча застосування їх у кошарі ефективніше, бо дає змогу краще використовувати корисну площу приміщення. Мобільні роздавачі потребують багато площі під кормовий проїзд, створюють зайвий шум у приміщенні і призводять до погіршення мікроклімату. Але вони надійніші і дешевші та багатоцільові.

Для годівлі використовують двосторонні годівниці. Так, з одного боку засипаються грубі корми, а з іншого концентрати, але можна використовувати і роздільні, такі як годівниці-ясла, рештак і жолоб для концентратів. Напувати овець необхідно теплою водою. Для годівлі використовують сіно, силос та концентровані корми. Приміщення у яких утримуються тварини повинні бути сухими та добре провітрюваними.



Не менш важливим є й щеплення, яке допомагає вберегти тварину від важких інфекційних захворювань. Проводять його два рази в рік, у весняний період і восени.

Стрижка овець залежить від кліматичних умов, породи і стану вівці. Стрижуть в основному раз на рік навесні. Існують два способи стрижки: електромеханічний (машинний) і ручний (ножицями). При ручному способі використовуються спеціальні ножиці для стрижки овець. Даний спосіб підходить для тих, у кого невелика кількість тварин. Ручна стрижка передбачає наявність навичок, вміння і терпіння, так як заняття не з легких, вівця, тварина полохлива, неспокійна а під час процедури її можна ненавмисно травмувати. А за механічного способу використовується машинка для стрижки. Даний механізм дозволяє прискорити процедуру стрижки, менше травмувати, якість руна зростає, так як практично не пошкоджуються волокна вовни.



УДК 636.4:636.083.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

**Яропуд В. М.**, к.т.н., доцент, *yaropud77@gmail.com*  
*Вінницький національний аграрний університет*

Для забезпечення відведення повітря з приміщення свинарського приміщення створена автоматична вентиляційна система забору забрудненого повітря до складу якої входить повітряний теплообмінник [1, 2].

За результатами першого етапу досліджень, а саме чисельного моделювання отримано поле температур і масових концентрацій в каналах повітряного теплообмінника (при число Рейнольдса  $Re = 100$ , температура на вході в робочий канал  $t_0 = 30$  °С, початкова вологість повітря  $\varphi_0 = 30$  %), які приведені на рис. 1.

З рисунку слідує, що середня температура повітря в робочому каналі приймає значення нижче, ніж температура вологого каналу. При цьому масова концентрація повітря у вологому каналі збільшується. Дані, так само

вказують на те, що досить велика частина площі теплообміну у вологому каналі знаходиться в стані насичення. Причому зміна температури по довжині у вологому каналі представляє не монотонний характер, а на деякій відстані від входу спостерігається її мінімум. Зменшення значення відносної вологості повітря на вході в теплообмінник призведе до збільшення інтенсивності випаровування плівки води у вологому каналі, і як наслідок, до зменшення значень температур в сухому і робочому каналах.

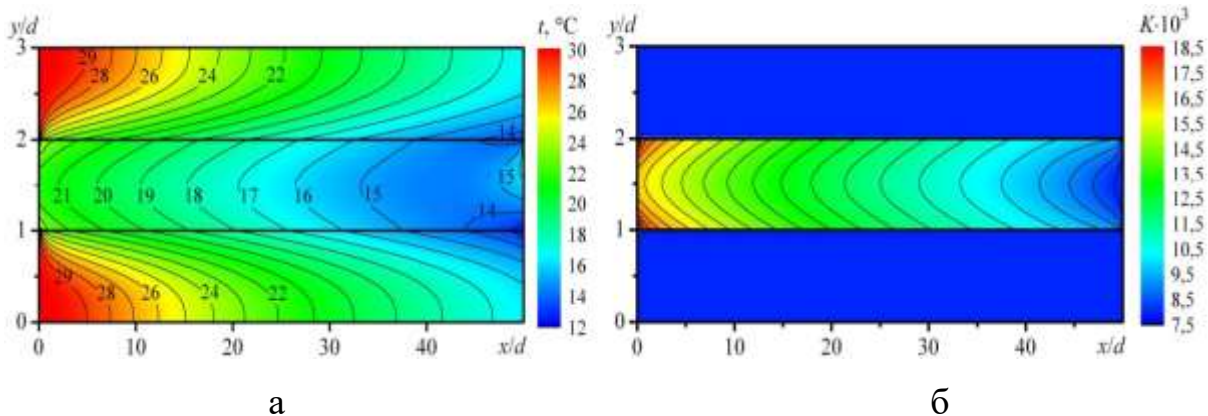


Рисунок 1 – Поля температур і масових концентрацій в каналах повітряного теплообмінника побічно-випарного типу ( $Re = 100$ ,  $t_0 = 30\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\phi_0 = 30\%$ )

За результатами другого етапу досліджень, а саме обґрунтування вентиляційної системи забору забрудненого повітря, приймаючи її конструктивно-технологічні параметри ( $L = 5,8\text{ м}$ ;  $\varphi = 0,65$ ;  $\alpha = 0,4$ ;  $\kappa = 0,01717\text{ м}$ ;  $r_2 = 0,14\text{ м}$ ;  $r_3 = 0,2\text{ м}$ ;  $V_0 = 0,14\text{ м}^3/\text{с}$ ;  $x_1 = 0,9\text{ м}$ ;  $v_1 = 0\text{ м/с}$ ) визначено кількість отворів  $n = 7$  і їх площу  $\sigma = 0,011\text{ м}^2$ , а також розподіл відстані між отворами згідно рисунку 2 і швидкостей повітря крізь них.

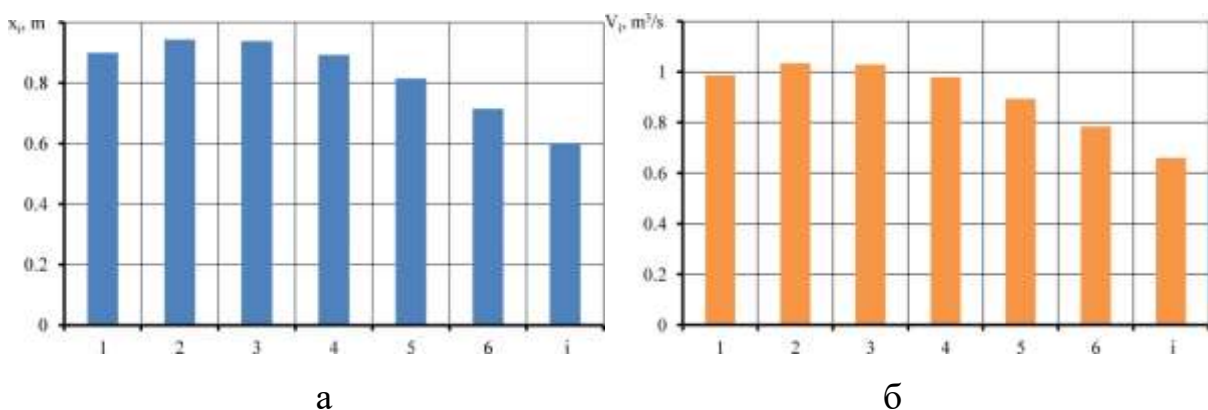


Рисунок 2 – Розподіл відстані між отворами (а) і швидкостей повітря крізь них (б) за довжиною повітропроводу вентиляційної системи забору забрудненого повітря

Аналізуючи рисунок 2 можна стверджувати, що відстань між

отворами поступово зменшується від 0,94 до 0,6 м в напрямку протилежному руху повітряного потоку. Однак в кінці повітропроводу спостерігається незначне зменшення відстані на 0,04 м, що спричинено зворотнім потоком повітря, який зіштовхується із заглушеним кінцем. Аналогічне явище спостерігається і із розподілом швидкостей повітря крізь отвори.

За результатами третього етапу, а саме розв'язання диференційного рівняння (4) спільно із граничними умовами в програмному пакеті Mathematica і приймаючи конструктивно-технологічні параметри ( $L = 20$  м;  $r_1 = 0,25$  м;  $V_1 = 0,14$  м<sup>3</sup>/с;  $\delta = 0,0002$  м) вентиляційної системи нагнітання чистого повітря отримуємо розподіл температури повітряних потоків за довжиною повітропроводу для різних періодів року (рис. 3).

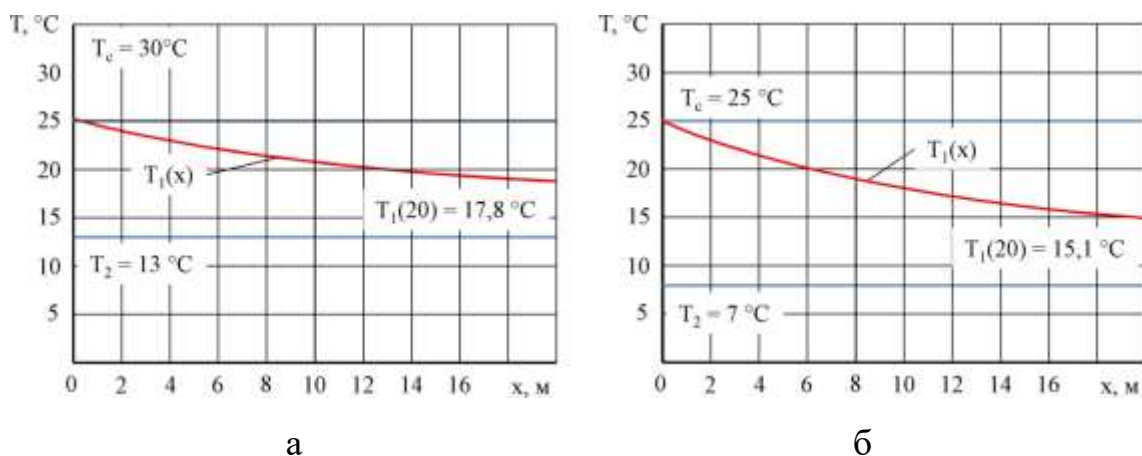


Рисунок 3 – Розподіл температури повітряного потоку у повітропроводі вентиляційної системи нагнітання чистого повітря за його довжиною в літній (а) і зимовий (б) періоди року

Як видно з рисунку 3 (а) в літній період року (температура ґрунту – 13 °С) потік повітря з повітряного теплообмінника (температура – 25 °С), рухаючись у повітропроводі (довжиною 20 м) вентиляційної системи нагнітання чистого повітря зменшує свою температуру до 17,8 °С. В свою чергу у зимовий період року (температура ґрунту – 8 °С) потік повітря з повітряного теплообмінника (температура – 25 °С), рухаючись у повітропроводі зменшує свою температуру до 15,1 °С.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Симуляція процесу тепломасообміну теплообмінника побічно-випарного типу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 1 (116). С. 4-15. DOI: 10.37128/2520-6168 -2022-1-1.

2. Yaropud V. Analytical study of the automatic ventilation system for the intake of polluted air from the pigsty. Scientific Horizons. 2021. 24 (3). P. 19-27. DOI: 10.48077/scihor. 24 (3). 2021. 19-27.



УДК.631.2:633.1

## **ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВОДУ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУП ТА КОМБІКОРМІВ**

**Шевченко Т.Б., Маргес А.О., *marhesanton@gmail.com***

*Відокремлений структурний підрозділ Маслівський аграрний фаховий коледж ім. П.Х. Гаркавого Білоцерківського національного аграрного університету*

Як сучасні технології впливають на виробництво та приготування кормів?

Об'єктом дослідження став ПрАТ «Миронівський завод з виготовлення круп та комбікормів» (МЗВКК).

Виробництво готових кормів для тварин, які утримуються на фермах, а також виготовлення олії та круп — основна сфера діяльності ПрАТ "МЗВКК". На сьогодні це підприємство є провідним у виробництві комбікормів в Україні.

До складу підприємства входять:

- три лінії виробництва комбікорму сумарною потужністю 90 т комбікорму за годину;
- олієпресовий завод з потужністю переробки 1 050 т насіння соняшника на добу;
- виробництво круп потужністю переробки 360 т зерна на добу;
- елеватори для зберігання зернових культур ємністю 120 тис. м<sup>3</sup>

- елеватори для зберігання олійних культур ємністю 128,8 тис. м<sup>3</sup>;
- лінія грануляції соняшникового лушпиння потужністю 5 т/год;
- відділ залізничного транспорту із здатністю завантаження;
- вивантаження зерна по 20 вагонів на добу та завантаження олії соняшnikової 10 цистерн на добу.

На території підприємства також діє низка підрозділів:

- виробнича лабораторія;
- лушпинне-газовий котельний комплекс;
- гараж автомобільний;
- ремонтна служба;
- енергетична служба;
- підсобне господарство;
- складське господарство;
- відділ пожежної безпеки;
- відділи логістики, планування, первинного обліку.

Завдяки такому розвитку підприємство є дійсно потужним і передовим. Його нинішнє техніко-технологічне забезпечення, дозволяє міцно втримувати лідерські позиції на ринку, серед конкурентів.

Дослідивши історію підприємства, ми можемо спостерігати наступне:

Після заснування підприємства у 1996 р. перші технічні зміни відбулися лише в 2001р. Розпочали модернізацію комбікормового заводу, встановивши лінію мікродозування, змінивши змішувач та лінію гранулювання, і також впровадивши лінію для виробництва повножирової сої. Для цих цілей було обрано обладнання від швейцарської компанії BUNLER, яке залишається в експлуатації й дотепер.

Вже згодом після перших помітних успіхів, в 2004р. ввели в експлуатацію другу лінію із виробництва комбікорму, на базі цеху попередніх сумішей поставили устаткування датської фірми Sprout-Matador з потужністю виробництва 30 т/год.

Важливим етапом у історії як самого підприємства, так і компанії в цілому, був 2004 рік, коли було запущено олійно-пресовий завод з потужністю 620 тон насіння на добу. 2005 рік також відзначився запуском лушпинневої котельні на території підприємства.

У 2007 році була введена в експлуатацію друга лінія олійно-пресового заводу з потужністю 620 тон на годину. При обробці насіння соняшника отримується макуха для виробництва комбікормів та олія.

Останні офіційні дані запевняють запуск третьої технологічної лінії на комбікормовому заводі №1, з метою виробництва гранульованих та розсипних комбікормів, для батьківського стада бройлерів з продуктивністю 30 тон на годину у 2016 році.

Таким чином, за допомогою експлуатації передового обладнання та сучасної техніки, правильно використовуючи технологічні процеси, підприємству вдалося досягти високих результатів. Буквально після перших оновлень ПрАТ «МЗВКК» зайняло перше місце в рейтингу виробників комбікормів.

Потім через рік, в 2015 році знову підтвердили і закріпили перше місце у рейтингу виробників комбікормів в Україні (у складі МХП). І у 2018 році – перше місце у рейтингу виробників комбікормів в Україні (у складі МХП).

Серед досягнень також є: шосте місце у рейтингу найбільших отримувачів відшкодування податку на ПДВ; 50-е місце у рейтингу 100 найбільших підприємств України за 2016 рік.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Офіційний сайт ПрАТ «Миронівський завод з виробництва круп і комбікормів»: <https://mhp.com.ua/uk/prat-myronivskyi-zavod-z-vyrobnytstva-kруп-i-kombikormiv>
2. Техніка і технологія АПК №3 2023р: [https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/2023/TTA\\_3\\_23.pdf](https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/2023/TTA_3_23.pdf)



УДК 637.02

## АНАЛІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ТВАРИННИЦТВІ

**Василенко М.О.**, к.т.н., с.н.с., зав. відділу, **Буслаєв Д.О.**, к.т.н., с.н.с.,  
**Калінін О.Є.**, к.т.н., с.н.с., **Кононогов Ю.А.**, провідн. інж.  
*nnc-imesg.0930@ukr.net*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук*

Ресурс більшості технічних засобів, що застосовуються в тваринництві, лімітується ресурсом робочих органів, які зношуються внаслідок взаємодії з оброблюваним матеріалом [1].

Трудомісткість технічного обслуговування (ТО) для основних технічних засобів, що застосовуються в тваринництві, наведено в таблиці [1-3]:

Таблиця – Трудомісткість ТО, ознаки граничного стану та способи ремонту основних технічних засобів, що застосовуються в тваринництві

№ п/п	Технічний засіб	Трудомісткість, люд.- год		Ознаки граничного стану	Способи ремонту
		ТО щоденне	ТО щомісячне		
1	2	3	4	5	6
1	Подрібнювач зерна	0,25	4,0	Погіршення встановленого зоотехнічними вимогами показника якості – модуля помолу	Заміна зношених молотків новими або відновленими
2	Подрібнювач коренеплодів	0,45	2,2		
3	Подрібнювач грубих кормів	0,6	2,6		
4	Конвеєр скребковий для видалення гною з відкритих каналів	0,8	2,1	Зіскакування ланцюга із зірочки внаслідок збільшення кроку ланцюга через знос поверхонь шарнірів ланцюгів та витягування планок	Відновлення планок обтисканням у нагрітому стані, заміна зношених сполучних осей
5	Конвеєр скребковий для видалення гною з каналів приміщення, перекритих решітками	0,6	3,0		
6	Очисник-охолодник молока	0,2	0,7	Знос фрикційних накладок, гумових кілець ущільнення кришки барабана, деформація його тарілок	Заміна гумових кілець, фрикційних накладок, виправлення деформації тарілок на конусній оправці

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
7	Установка доїльна пересувна	0,1	0,7	1. Зниження продуктивності вакуумного насоса на 25% внаслідок збільшення зазорів між деталями 2. Втрата початкових властивостей дійкової гуми через її видовження понад 155 мм (при зусиллі 60 Н) 3. Зниження робочого вакуумметричного тиску в системі (56,5 кПа) впродовж 5 хвилин більш як на 14,6 кПа внаслідок порушення герметичності молоковакуум-провідної системи	1. Відновлення зношених поверхонь 2. Обрізання гуми 3. Заміна пошкоджених ділянок труб, заварювання тріщин і пошкоджених зварних швів
8	Установка для доїння в бідони	0,1	2,0		
9	Установка для доїння в молокопровід	0,7	3,6		
10	Установки доїльні типу 'Ялинка', 'Паралель', 'Карусель'	1,2	6,4		
11	Установка для доїння в літніх таборах	0,7	3,8		
12	Насос вакуумний	0,3	0,7		
13	Апарати доїльні із суміщеними/роздільними пульсатором і колектором, для почетвертного доїння	0,1	0,2		
15	Установка для охолодження молока в бідонах	0,1	4,5	Протікання хладону й масла внаслідок герметичності з'єднань	Підтягування мідних трубок і штуцерів у місцях їх з'єднання, або їх відрізання та розвальцьовування
				Зниження холодопродуктивності на 20 % внаслідок зносу робочої поверхні циліндрів	Відновлення: - електролітичним залізненням з наступним хромуванням (при зносі до 2 мм) - ремонтними вставками (> 2 мм)
15	Насос відцентровий	0,7	6,5	Зниження подачі води на 25 %, вихід із ладу обмотки електродвигуна, перевищення допустимого осьового зазору	Видалення іржі, заміна сальникових ущільнень, відновлення посадочних поверхонь та шпонкових пазів
16	Башта водонапірна	0,7	5,3	1. Корозійні утворення 2. Пробоїни 3. Випуклості	1. Приварювання накладок 2. Заклепування накладок 3. Правлення при нагріванні
17	Електроводонагрівач	0,25	2,25	1. Тріщини кожуха 2. Тріщини резервуара 3. Перегорання нагрівних елементів 4. Пошкодження температурного реле	1. Газове зварювання 2. Електрозварювання 3. Заміна на нові 4. Заміна зношених деталей



За проведеним аналізом забезпечення працездатності технічних засобів, що застосовуються в тваринництві встановлено, що порушення термінів проведення ТО призводить до швидшого настання їх граничного стану.

Тому стратегія ТО і ремонту цих засобів за технічним станом, що ґрунтується на прогнозуванні терміну настання граничного стану та строків проведення ремонтно-обслуговуючих дій, надасть можливість запобігати їхнім аварійним відмовам та недовикористанню ресурсу їх деталей.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: монографія. Кіровоград, 2009. 180 с.
2. Присяжнюк М. В. та ін. Система технологій та машин для виробництва молока і яловичини. Київ, 2013. 336 с.
3. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Скобло Т.С., Тіхонов О.В., Черновол М.І., Ружи́ло З.В. та ін. Ремонт машин та обладнання: підручник. Харків, 2010. 744 с.



Наукове видання

Матеріали XII-ї Науково-технічної конференції  
«Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»

02-20 жовтня 2023 року

Відповідальні за видання:

*В.І. Ребенко*, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України,

*В.Ф. Кузьменко*, завідувач лабораторії техніко-технологічних проблем заготівлі кормів ІМА АПВ НААН України

Технічний редактор – *О.В. Пономаренко* (ІМА АПВ НААН України)

Інтернет-редактор – *В.І. Ребенко* (НУБіП України)

Підготовка до видання:

відділ механіки та автоматики біотехнічних систем  
у тваринництві ІМА АПВ НААН України;

механіко-технологічний факультет НУБіП України