



ISSUE №23

Part №1




*International periodic scientific journal*

—*ONLINE*

*www.moderntechno.de*

Indexed in  
**INDEXCOPERNICUS**  
(ICV: 87.25)



# **M**ODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

**Issue №23**

**Part 1**

**October 2022**

*Published by:*  
**Sergeieva&Co**  
*Karlsruhe, Germany*

**Editor:** Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*

**Scientific Secretary:** Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

**Editorial board:** More than 150 doctors of science. Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam>

**Expert Board of the journal:** Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "**Modern Technology and Innovative Technologies**" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in IndexCopernicus, GoogleScholar.

**UDC 08**

**LBC 94**

**DOI: 10.30890/2567-5273.2022-23-01**

**Published by:**

**Sergeieva&Co**

*Lußstr. 13*

*76227 Karlsruhe, Germany*

e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)

site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)





УДК 621.316.7:519.863

## SMART-GRID NETWORKS OPTIMIZATION ON THE BASE OF THE PHASORS USAGE

### ОПТИМІЗАЦІЯ SMART-GRID МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ФАЗОРІВ

Komenda N.V./ Коменда Н.В.

Ph.D., Associate Professor/ к.т.н., доцент

ORCID: 0000-0002-5944-8665

Lutsk National Technical University, Volyn region, Lutsk, street Lviv, 75, 43000

Луцький національний технічний університет Волинська обл.,

м. Луцьк, вул. Львівська, 75, 43000

**Анотація.** Розвиток систем електропостачання здійснюється в напрямку їх багатостороннього управління і впровадження smart технологій. Мережі повинні вміти керувати передачею енергії та її споживанням, причому, робити це в режимі реального часу, з максимальною ефективністю та на основі використання нових вимірювальних технологій. Фазор надає набагато точнішу інформацію про форму графіка електроспоживання внаслідок більшої роздільної здатності та синхронізації з часом. Морфометричний підхід дозволяє усунути потенційні недоліки використання фазора.

**Ключові слова:** Smart-grid, морфометричний підхід, фазор.

#### Вступ.

Розподілене виробництво енергії - концепція будівництва джерел енергії та розподільчих мереж, яка складається з безлічі споживачів, які виробляють електричну енергію для власних потреб, а також спрямовують надлишки в загальну мережу, рисунок 1.

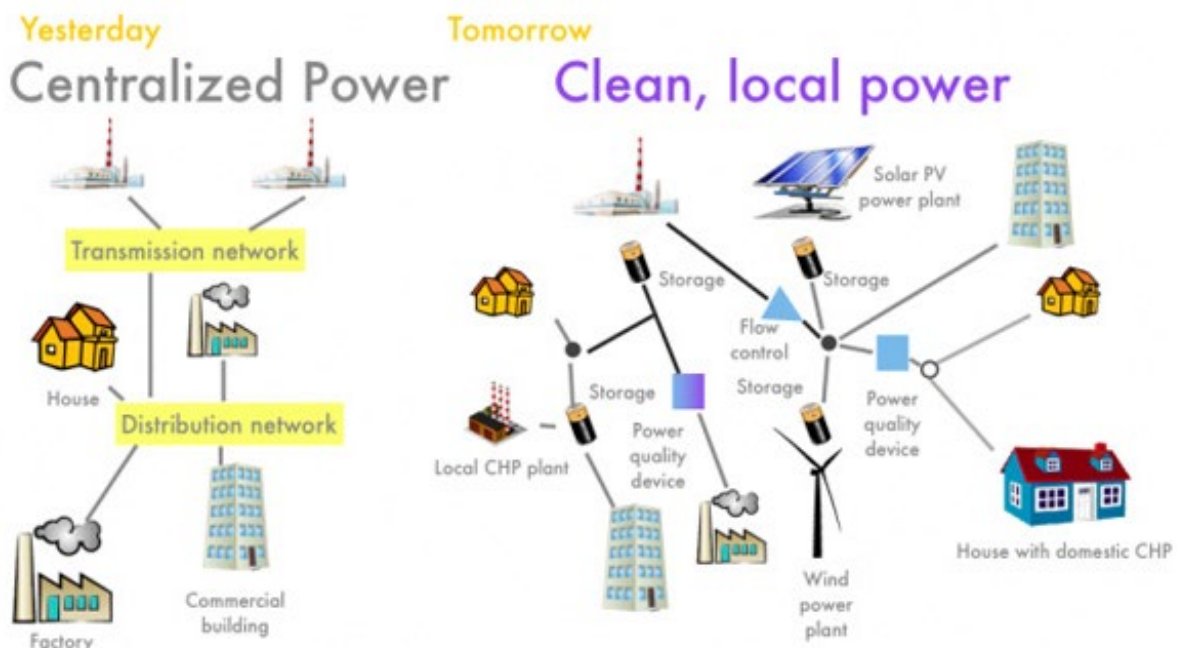
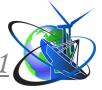


Рисунок 1 – Розподілене виробництво енергії

Даний підхід дозволяє:

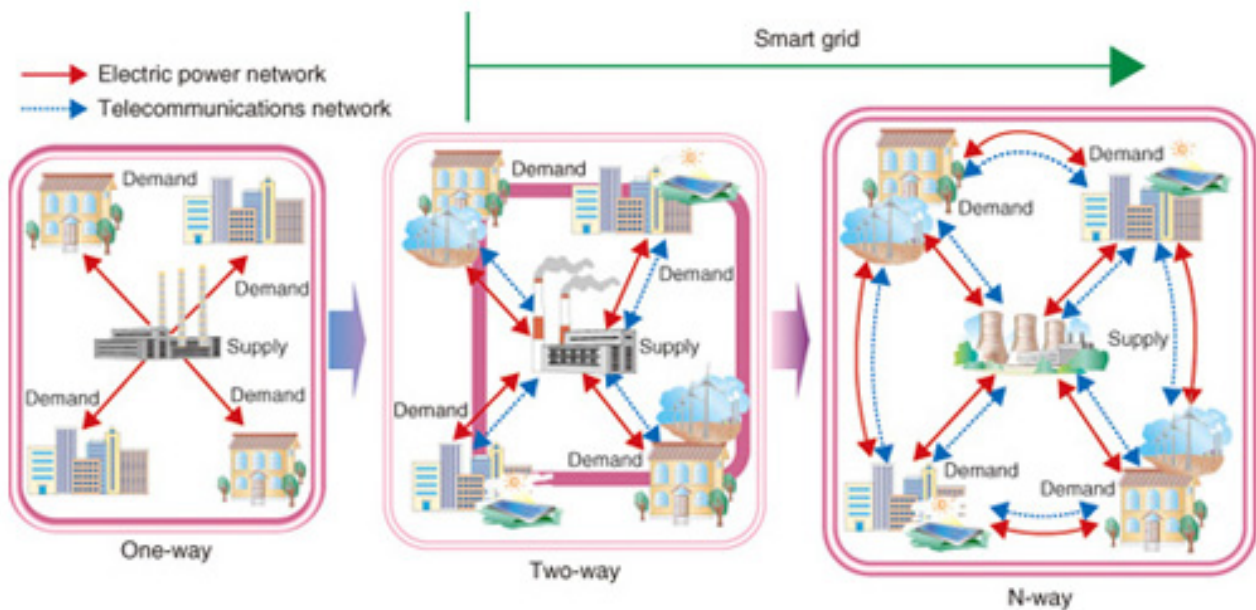
- Знизити втрати електроенергії при транспортуванні через максимальне наближення електрогенераторів до споживачів, аж до розташування їх в



одній будівлі.

- Зменшити число, протяжність і необхідну пропускну здатність магістральних ліній електропередачі.
- Пом'якшити наслідки аварій на центральних електростанціях і головних лініях електропередач за рахунок наявності власних джерел енергії.
- Забезпечити взаємне багаторазове резервування електрогенеруючих потужностей.
- Знизити негативний вплив на навколишнє середовище за рахунок застосування засобів альтернативної енергетики, більш повного використання потенційної енергії викопного палива.

Як відомо, наявні базові принципи реалізації концепції smart-grid з виділенням трьох поколінь: smart-grid 1.0 (one way) – реагування на попит; advanced measurement infrastructure (AMI) мережа (на базі AMR, RTU і т.ін. пристроїв) та спеціалізованого програмного забезпечення (EMS / SCADA); розподілена автоматизація smart-grid 2.0 (two ways) - IP-протокол; електромобілі; зберігання енергії; smart-grid 3.0 – роумінг енергії; торгівля енергією peer-to-peer (N-ways), рисунок 2.

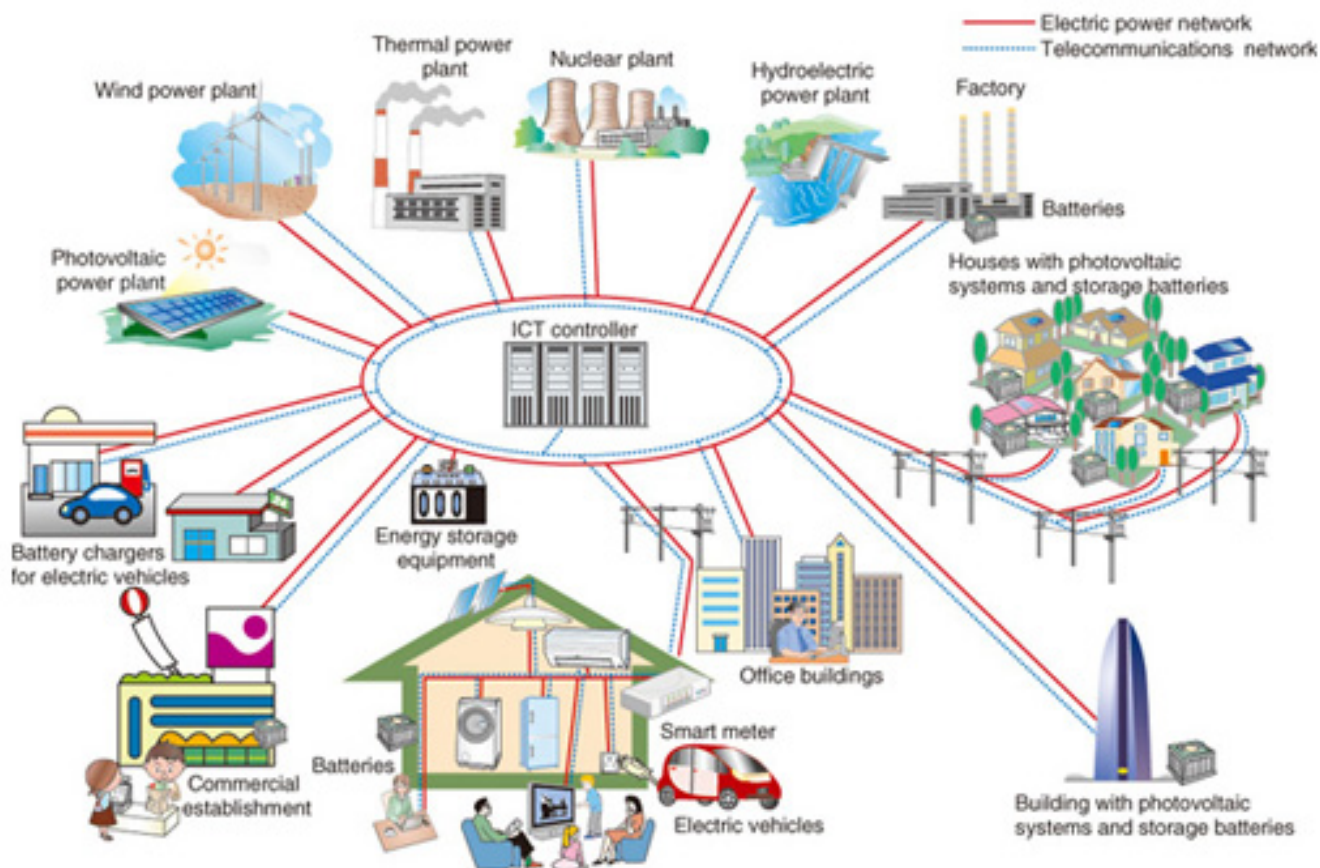


**Рисунок 2 – Покоління Smart Grid**

Сьогодні способи передачі електроенергії базуються на принципах «одностороннього» зв'язку, розроблених багато десятиліть тому: електростанція направляє електроенергію до виробничих і офісних споруд, житлових будинків і т.д. Більшість не замислюється про те, що настане день, коли мережа перестане бути централізованою, і повинна буде підтримувати передачу енергії від сонячних батарей, розміщених на дахах будівель, і енергії, що виробляється безліччю вітрогенераторів. Тому її інфраструктура і керування повинні ставати все більш «розумними», щоб забезпечити розподіл енергії, отриманої з різних джерел. Мережі повинні вміти керувати передачею енергії та її споживанням, причому, робити це в режимі реального часу, з максимальною ефективністю та на основі використання нових вимірювальних



технологій, рисунок 3.



**Рисунок 3 – Управління навантаженням smart-grid**

Нерівномірність навантаження негативно впливає на процес виробництва, передачі та розподілу електричної енергії. Вирівнювання є операцією, що повинна бути детально обґрунтованою, виваженою та спиратись на ретельний розрахунок та аналіз нерівномірності. Актуальність даних досліджень постійно зростає внаслідок [1]:

- постійного збільшення попиту на електричну енергію;
- інтеграції та управління відновлюваними джерелами енергії;
- задач оптимального використання старіючих активів електроенергетичних систем;
- необхідності забезпечення надійності постачання електроенергії;
- необхідності енергетичної ефективності і безпеки;
- динамічної роботи систем електропостачання.

#### **Основний текст.**

В даний час все більш актуальним стає дослідження, впровадження та постійне вдосконалення ряду систем, що здійснюють моніторинг, контроль та управління режимами роботи систем електропостачання, що включають всі ланки процесу генерації-передачі та розподілу і споживання електроенергії.

Для зниження попиту в періоди високої вартості електроенергії інтелектуальні засоби зв'язку та вимірювання відслідковують режими навантажень та обмінюються інформацією з енергосистемою.



Для того щоб мотивувати їх, щоб скоротити використання і виконувати те, що називається пік секвестру або пік вирівнювання, ціни електроенергії збільшуються в періоди високого попиту, і зниження в періоди низького попиту.

Використовуючи алгоритми математичного прогнозування можна передбачити, скільки резервних генераторів необхідно використовувати, щоб досягти певної інтенсивності відмов. У традиційній сітці, інтенсивність відмов може бути зменшена тільки за рахунок більшої кількості резервних генераторів.

В smart-grid, зменшення навантаження навіть невеликої частини клієнтів може усунути цю проблему. Smart-grid може попередити всіх кінцевих приймачів електроенергії на основі використання технології internet of things (iot), про необхідність тимчасового зменшення навантаження (щоб дати час, щоб запустити додаткові генеруючі потужності) або безперервно (в разі обмежених ресурсів).

Оцінка стану smart-grid здійснюється на основі різних методів.

WLS метод:

$$J(x) = \sum_{i=1}^m \frac{(z_i - h(x))^2}{\sigma_i^2} = [z - h(x)]^T R^{-1} [z - h(x)], \quad (1)$$

де  $i = 1, 2, \dots, m$ ;

$$R = \text{diag} \{ \sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2, \dots, \sigma_m^2 \} = \text{Cov}(e) = E \left[ e \cdot e^T \right].$$

Розв'язання вищевказаного рівняння є ітеративним з використанням метода Ньютона.

Більш складні методи, що дозволяють усувати шум, та надавати пріоритет тим чи іншим вимірюванням:

- Метод ортогональної трансформації (ОТ);
- Гібридний метод (НМ);
- Нормовані рівняння з обмеженнями (Ne/C);
- Nachtel augmented matrix.

Для отримання вихідної інформації для запуску процесу оцінки стану smart-grid використовуються різні системи, зокрема Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) та Phasor Measurement Unit (PMU). Для всебічної оцінки нас цікавить вимірювання графіка електричних навантажень, як найбільш повної характеристики навантаження у вузлі системи електропостачання. Здійснимо просте порівняння даних систем.

Система SCADA контролює, оптимізує та управляє системами генерації та передачі електричної енергії. PMU (фазори) - це пристрій для вимірювання форми електричної хвилі в електричній мережі з застосуванням спеціального джерела для синхронізації за часом. Синхронізація за часом дозволяє порівнювати виміри у реальному часі з різних частин мережі. Таке вимірювання відоме як синхрофазор або синхронізовані комплексні амплітуди. Власне пристрій вимірювання комплексних амплітуд може бути як окремим пристроєм, так і додатковим функціоналом пристрою релейного захисту або інших пристроїв електричних мереж. Результати порівняння запишемо в





таблицю 1.

**Таблиця 1 Результати порівняння параметрів систем**

Атрибут	SCADA	PMU
Роздільна здатність вимірювань	1 замір кожні 2-4 секунди	10-60 замірів в секунду
Заміри	Величина тільки	Величина і фазовий кут
Синхронізація часу	Ні	Так
Застосування	Локальний моніторинг і контроль	Глобальний моніторинг і контроль

Як видно з таблиці 1, PMU надає набагато точнішу інформацію про форму графіка електроспоживання внаслідок більшої роздільної здатності та синхронізації з часом. Тому, PMU (фазори) вважаються одними з найважливіших складових електричних мереж у майбутньому.

### Фазори.

Сигнал змінного струму може бути математично представлений рівнянням:

$$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

де  $X_m$  – амплітуда синусоїдального сигналу;

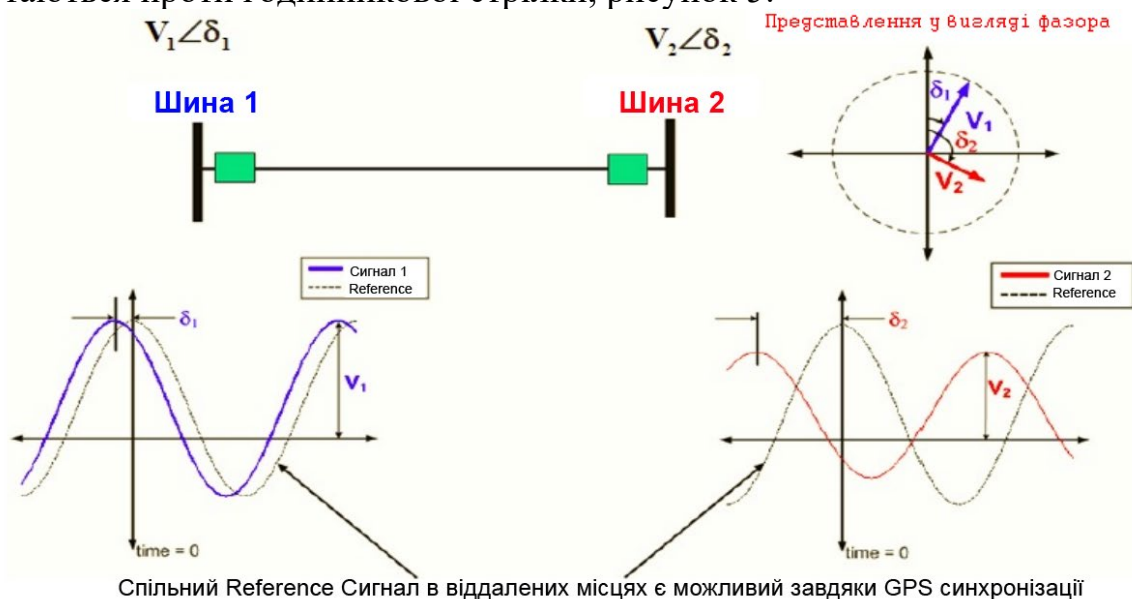
$\omega = 2\pi f$  – миттєва частота;

$\varphi$  – кутова відправна точка процесу.

У фазовому позначенні ця форма сигналу зазвичай представлена як:

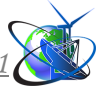
$$\bar{X} = X_m / \varphi. \quad (3)$$

Вектор обертання, який використовується для опису схем змінного струму характеризується величинами 'Величина' та 'Фаза'. За визначенням вони обертаються проти годинникової стрілки, рисунок 5.



**Рисунок 5 – Представлення сигналу у вигляді фазора**





- Синхрофазор – фазор, який накладається на надзвичайно точне посилення на час (з годинником GPS).
- Синхронізовані фазори (синхрофазори) забезпечують вимірювання в реальному часі електричних величин по всій енергосистемі.
- Фазори, що містять результуючий час, можуть бути передані локальному або віддаленому приймачу з частотою до 60 зразків в секунду. Постійно вимірює напругу та інші ключові параметри і передає відмічені часом повідомлення.

Декілька PMU під'єднуються до концентраторів даних, які в свою чергу під'єднуються до концентраторів даних більш високого ієрархічного рівня, що в свою чергу під'єднуються до глобальної мережі контролю електроенергетичної системи в режимі реального часу [2].

#### **Концентратор даних фазорів (PDC):**

- Вирівнює інформацію за часом, при отриманні вхідних повідомлень PMU з декількох вимірювальних приладів і надсилає агрегований синхронізований набір даних як єдиний потік даних.
- Архівує дані та обробляє інформацію.
- Обмінюється записами з іншими PDC через захищені канали зв'язку.

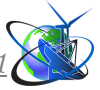
Глобальна мережа контролю електроенергетичної системи (RTDMS) дозволяє підключення спеціально розробленого програмного забезпечення на основі синхрофазора для забезпечення моніторингу в режимі реального часу ситуації в регіоні для операторів, планувальників та оперативних інженерів, а також можливість контролювати та аналізувати динаміку енергосистеми на основі замірів/обчислень:

- фазових кутових відмінностей (стрес мережі);
- стабільності малих сигналів (коливання та демпфування);
- нестабільності частоти;
- дисбаланс генерації та навантаження;
- чутливість співвідношення – Потужність/кут фаз;
- чутливість співвідношення – Потужність/напруга.

При всіх перевагах використання PMU, вони мають ряд недоліків, чи, можна сказати, породжують ряд задач, що необхідно вирішити для їх ефективного використання. Серед них:

- візуалізація даних PMU – важко візуалізувати та управляти великими обсягами даних;
- передача даних PMU – вимагається дорога мережа зв'язку;
- задача оптимального розміщення PMU в мережах;
- високі інвестиції;
- різні вимоги від комунальних та інших надавачів послуг;
- затримки зв'язку.

Частковому вирішенню вказаних проблем може сприяти модифікація фазора за допомогою морфометричного підходу.



### Морфометричний підхід

Морфометрія є відомим інструментом аналізу форми фігур і широко використовується для аналізу нерівномірності форми в різних науках – медицині, географії, матеріалознавстві [3-7]. Її застосування дозволяє отримати детальну оцінку форми, і, таким чином, досконально проаналізувати нерівномірність фазора, рисунок 6.

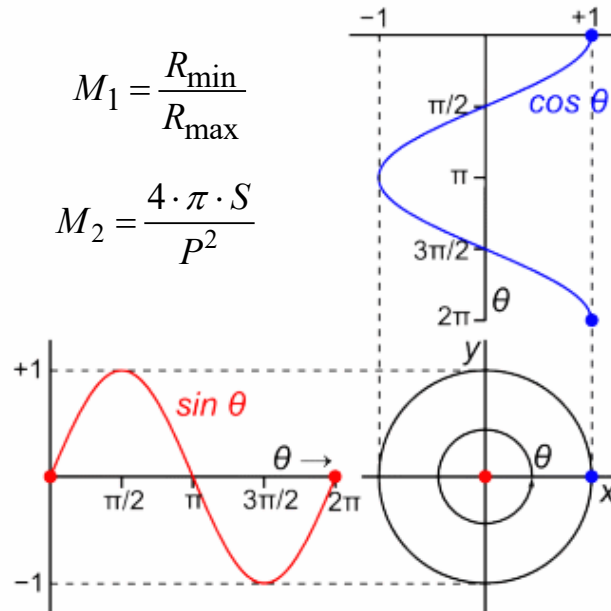


Рисунок 6 – Морфометрія фазора

Фігура фазора утворює замкнений багатокутник певної форми. Якщо сукупна форма сигналу відповідає синуса, то дана фігура є колом. Для оцінки форми фазора можливо використати морфометричні параметри  $(M_1, M_2, M_3)$ .

Округлість  $(M_1 = R_{\min}/R_{\max})$  детально характеризує нерівномірність. При великій нерівномірності  $(R_{\min} \ll R_{\max})$   $M_1 \rightarrow 0$ . Якщо  $R_{\min} \approx R_{\max}$ , то  $M_1 \rightarrow 1$ , і фазор є рівномірним.

Компактність  $(M_2 = 4 \cdot \pi \cdot S / \Pi^2)$  визначається як відношення між площею ДРТ ( $S$ ) і квадратом її периметру ( $\Pi$ ). В умовах значної нерівномірності ДРТ величина  $\Pi$  значно зростає при фактично незмінній величині  $S$  і, відповідно,  $M_2 \rightarrow 0$ . При синусоїдному сигналі фазор є колом, для якого  $M_2 = 1$ . Більш детальний опис та аналіз морфометричних показників наявний в роботах [3-9].

Основною перевагою морфометричного представлення фазора є те, що воно дозволяє в РМУ відповідні 10-60 замірів, що передаються на сервери для обробки одним значенням морфометричної оцінки та відповідної амплітуди синусоїдального сигналу.

$$X = (X_m; M_1) \vee (X_m; M_2) \quad (4)$$

Внаслідок застосування морфометричної оцінки ми можемо усунути потенційні недоліки РМУ, таблиця 2.



Таблиця 2

Недолік PMU	Вплив використання морфометричної оцінки
- важко візуалізувати та управляти великими обсягами даних	- обсяг даних зменшується в 60 разів
- вимагається дорога мережа зв'язку та великі інвестиції	- внаслідок значного зменшення кількості даних, зменшуються вимоги до передачі інформації в режимі реального часу та параметрів синхронізації, що здешевлює схему
- затримки зв'язку	- обсяг передачі даних відчутно зменшується, що частково усуває дану проблему

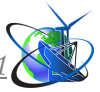
### Висновки.

1. Розвиток систем електропостачання здійснюється в напрямку їх п-стороннього управління і впровадження smart технологій.
2. Оптимальну оцінку стану smart-grid мережі можливо здійснити на основі використання фазорів.
3. Морфометричний підхід дозволяє усунути потенційні недоліки використання фазорів.

### Література:

1. Phasor Measurement Unit or Synchrophasors. [Електронний ресурс]: Режим доступу: [http://best.eng.buffalo.edu/Teaching/EE611/Phasor\\_Measurement\\_Unit.pdf](http://best.eng.buffalo.edu/Teaching/EE611/Phasor_Measurement_Unit.pdf)
2. Real Time Dynamics Monitoring System. [Електронний ресурс]: Режим доступу: [https://www.electricpowergroup.net/epg\\_products/rtdms/default.aspx](https://www.electricpowergroup.net/epg_products/rtdms/default.aspx)
3. Komenda T. Morphometrical analysis of daily load graphs / T. Komenda, N. Komenda // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. Volume 42, Issue 1, November 2012. - P.721-727. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2011.03.031>
4. Коменда Н. В. Морфометричний розрахунок навантажувальних втрат електроенергії / Н. В. Коменда, Т. І. Коменда // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №6. – С. 110–113.
5. Коменда Н. В. Морфометрична оцінка та критерій рівномірності графіка електричних навантажень / Н. В. Коменда // Вісн. нац. ун-ту „Львівська політехніка” (Електроенергетичні та електромеханічні системи). – 2010. – №666. – С. 42–46..
6. Коменда Н. В. Морфометрична класифікація графіків електричного навантаження промислових підприємств / Н. В. Коменда // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №1. – С. 67–70.
7. Коменда Н.В. Пошук споживачів-регуляторів на основі морфометричного підходу при управлінні добовим навантаженням промислового підприємства / Н.В. Коменда, Т.І. Коменда, О.Д. Демов // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2010. – № 27.





– С.22–26.

8. Демов О. Д. Морфометрична оцінка графіка електричних навантажень / О. Д. Демов, Н. В. Коменда, Т. І. Коменда // Промелектро. – 2008. – № 4. – С. 22–25.

9. Демов О. Д. Морфометрія графіка електричних навантажень / О. Д. Демов, Т. І. Коменда, Н. В. Коменда // Енергетика та електрифікація. – 2009. – № 8. – С. 59–62.

**Abstract.** *The development of power supply systems is carried out in the direction of their multilateral management and the introduction of smart technologies. Networks must be able to manage the transmission of energy and its consumption and to do it in real time, with maximum efficiency and based on the use of new measurement technologies. The phasor provides much more accurate information about the shape of the power graph due to its higher resolution and time synchronization. The morphometric approach makes it possible to eliminate the potential disadvantages of using a phasor.*

**Key words:** *Smart-grid, morphometric approach, phasor.*

© Коменда Н.В.



UDC 004.2

**EDUCATIONAL MOBILE APPLICATION BASED ON CONCEPT MAPS****Fedenko V.A.***student***Polienova V.A.***student***Tytenko S.V.***, as.prof.*

ORCID: 0000-0002-7548-9053

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,

Kyiv, Peremohy Avenue, 37, 03056

**Abstract.** Educational portals proved their efficiency as an integral part of the modern educational process. Due to the new wave of mobile technology, educational mobile applications supplant textbooks and even web-systems. On the other hand the abundance of information leads to an urgent need in knowledge structuring. Concept maps proved themselves as a powerful tool of assimilation and formalization of knowledge. This paper presents a new mobile educational application for distance learning based on interactive concept maps, which will allow learners to explore any subject in an effective way.

**Key words:** concept maps, force-directed algorithm, flutter, mobile application

**Introduction.**

The development of information technology and the widespread usage of the Internet in various fields of professional and scientific activities have made informational and educational web resources an accessible and convenient source of various information of general and professional orientation.

At the same time, the world is unconditionally increasing the use of mobile applications for facilitating access to the necessary information. Today, smartphones have features comparable to the average computer, and this portable mobile device can engage students in the learning process much more dynamically than a laptop or tablet. The benefits of smartphones for students are undeniable due to adding more flexibility and readiness in the learning process.

Information and educational portals should be adapted to the ontology-oriented model of educational content [1]. It provides the formalization of information content, ontological modeling of the subject area and didactic function, which provides presentation and visualization of the required educational information. Usage of concept maps of various types as the method of visualization of professional and educational information has become widespread. This paper is structured as follows: Section “Concept maps in educational processes” highlights the advantages of using concept maps in education. Section “Application development process” details how the educational mobile application is structured. Also, it defines which parts and technologies an app consists of. Section “Result” provides functionality and design of a system. Section “Summary and conclusions” concludes the paper and gives an overview about future works.



## Concept maps in educational processes

Concept maps have emerged as a result of research in cognitive psychology. It is an important tool for organizing, presenting and sharing knowledge [2, 3]. First of all, concept maps affect cognitive processes of students and increase the effectiveness of learning because of the visualization of the subject area. Visualization plays a very important role in the acquisition of knowledge. It refers to theories, methods, and technologies by which scientific data is first presented in intuitive graphics or images displayed on a screen, and then interactively processed using computer graphics and image processing technology.

Building a concept map involves creating text nodes that are connected by arcs. A node means a concept, and an arc means a connection between certain nodes. The use of concept maps has proved useful in a number of areas, including primary education and expert knowledge obtaining. On maps, a concept is represented by one node, no matter how many relations it has with other concepts.

One of the advantages of this presentation is that concept maps are usually concise and clear compared to text messages of the same content. Another advantage is that concept maps can decrease cognitive load caused by adding new associations to existing knowledge of a student through the creation of strong cognitive structures in memory. Concept maps allow students to search in a more efficient way and they are more likely to stay in memory for a long time, unlike simple text [3].

Maximum efficiency can be achieved by using concept maps with different shapes and colors of nodes, representing different types of concepts. Indeed, there is evidence that learning is improved by studying maps in which concepts are typified by node spacing, shape, and color [4].

Thus, the use of concept maps in teaching provides a number of advantages: they contribute to a better organization of concepts in a particular subject area, demonstrating the relationship between the main ideas simply and visually attractive.

### Application development process

It was decided to develop an educational mobile application, using Dart programming language and Flutter framework, which allows to build cross-platform applications. There were no existing solutions for automatic building of graphs in Dart, so the corresponding algorithm was developed.

#### 1. Application layout prototypes

Figure 1 shows an example of a prototype layout that was created before the development of the application to visualize one of the options for solving the problem of placing a large number of concepts on the screen. In this version, the map of concepts is a graph, the nodes of which are placed on a circle. The user has an ability to rotate the circle with the concepts by swiping up or down. When user clicks on a concept, he sees links to other concepts, which helps him navigate between concepts in an easy way.

Figure 2 shows an example of a prototype layout that formed the basis of the application. This prototype consists of an interface with a subtree of a complete concept map and information panel. The information panel consists of theses related to the active concept and the navigation unit. The user has the opportunity to easily move between concepts and study learning material.



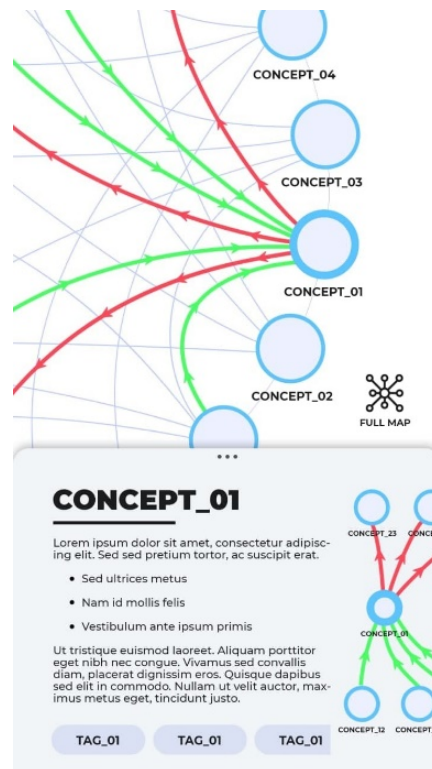
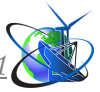


Figure 1 - Prototype layout of circular presentation of concepts

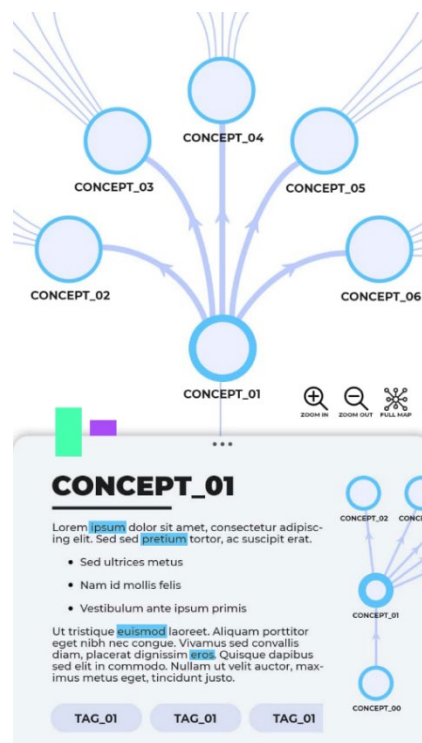
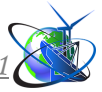


Figure 2 - Prototype layout of tree-like presentation of concepts

## 2. API structure

All data for building concept maps and courses was taken from the open API of the educational web system Semantic Portal [5]. Semantic-Portal is an educational web portal that uses a concept-thesis model [3, 6] to build concept maps. The site provides the user an access to a list of courses in different areas, for each of which a concept map is built. The API is a set of HTTP requests and some HTTP responses in



JSON format.

### 3. Force-directed graph drawing algorithm

Fruchtermann-Reingold's algorithm was chosen for visualization of concept maps [7]. The graph visualization obtained during the operation of this algorithm is most consistent with those that were designed before working on the algorithm. The Fruchtermann-Reinhold algorithm uses the forces of gravity  $f_a$  and repulsion  $f_r$ , which are determined in this way:

$$f_a(i, j) = \frac{d^2}{k}, \quad (1)$$

$$f_r(i, j) = \frac{k^2}{d}, \quad (2)$$

For the force of attraction  $f_a$ ,  $k$  can be written as  $a \times \sqrt{(W \times H)/n}$ , as  $r \times \sqrt{(W \times H)/n}$  for the force of repulsion  $f_r$ . Where  $W$  – is a frame width,  $H$  – is a frame height,  $n$  – is the total number of vertices in the graph,  $a$  – is the constant for the multiplier of attraction,  $r$  – is the constant for the multiplier of repulsion.

This algorithm is a fundamental force-directed algorithm for graph visualization, which helps effectively build visually pleasing graphic structures. This algorithm is very intuitive, because it works on the basis of physical concepts such as the force of elasticity of springs and the force of repulsion of charged objects, it allows understanding how forces can behave and making changes and upgrades to the algorithm in an easier way.

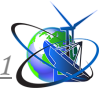
### Result

As a result, an educational mobile application based on concept maps was developed. It has a user-friendly interface, relationship analysis function, search and navigation. The application allows users to learn the information they need right from their smartphones, allows them to look at the visual interpretation of the course in the form of a graph and analyze the relationship between its vertices. This approach allows students to understand a subject area better and remember the material in a more effective way.

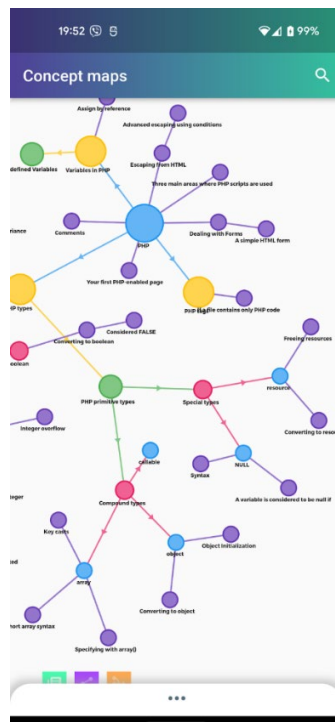
Figure 3 shows an example of a concept map built in an educational mobile application. The user has the opportunity to choose a concept to study on the map or use the search. The zoom function is provided by corresponding gesture.

Figure 4 shows the information panel that appears when the user selects a concept. The multicolored elements at the top of the information panel are similar to the stickers used in the compendium for quick access to the desired page. These stickers are switches between the information and navigation states of the bottom panel. Figure 4 shows the first state of the information panel, in this state the panel displays the name of the concept and theses related to this concept.

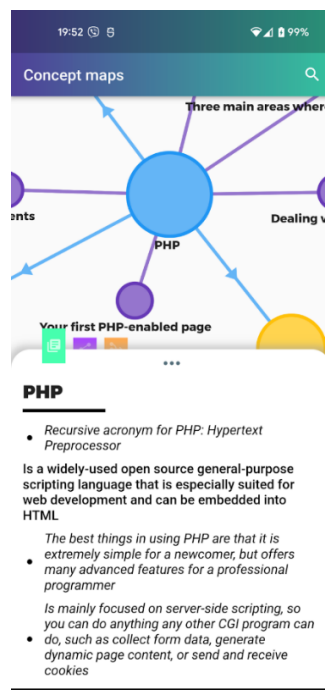
Figure 5 shows an example of the function of analyzing the relationship between concepts. The user can click on the vertice between the concepts, then the bottom



panel displays the theses of the first concept, which includes the second concept and vice versa. Theses are highlighted by colors corresponding to them on the concept map. This feature allows user to understand the subject area better.



**Figure 3 - PHP programming language concept map built in educational mobile application**



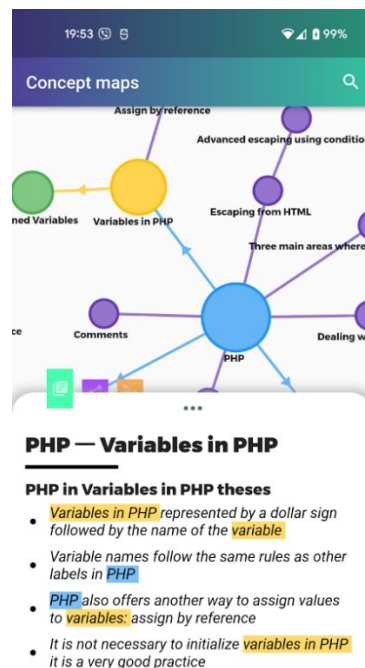
**Figure 4 - Information panel with theses related to the PHP concept**

Figure 6 shows the second navigation state of the information panel. The panel is a circular list of child elements with the parent element in the center. There are always only four child concepts in the user's field of vision, which are schematically displayed in the active concepts display menu, which looks like a list of points. Blue

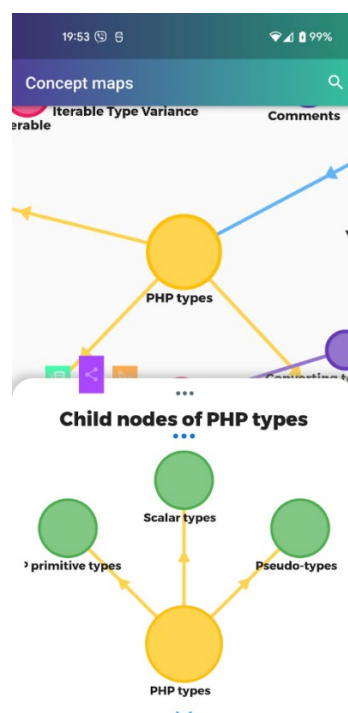




color shows an active state and gray shows inactive. The navigation list is interactive, the user can rotate it like a roulette wheel. For a more enjoyable user experience, the list has an analogue of physical acceleration, so the speed of movement of the elements in the list depends on the strength of the movement of the finger.



**Figure 5 - Information panel with the function of analysis of relations between the PHP and Variables in PHP concepts**



**Figure 6 - Navigation status of the information panel of the concept map**



## Summary and conclusions

Concept maps play an important role in the visualization of knowledge, which leads to better assimilation. This makes them a powerful tool, used in adaptive learning systems. This paper presented a new designed educational mobile application, based on concept maps. This application aims to make learning easier and increase memorization of information. The app has the function of analyzing relationships between concepts to help students understand the subject area in a better way. However, using concept maps in mobile devices has some limitations, such as the difficulty of understanding complex maps with a large number of arcs and nodes. To overcome the problem, the modified force-directed graph drawing algorithm was used. Our future work will be focused on: improving the algorithm for building interactive concept maps; personalizing the application for needs of a specific user, implementing an individual approach.

## References:

1. Tytenko, S. V. INTERACTIVE CONCEPT MAPS IN ONTOLOGY-ORIENTED INFORMATION AND LEARNING WEB-SYSTEMS. KPI Science News, no. 2, pp. 24–36, 2019. doi:10.20535/kpi-sn.2019.2.167515.
2. Coffey JW, Hoffman R, Cañas A. Concept Map-Based Knowledge Modeling: Perspectives from Information and Knowledge Visualization. Information Visualization. 2006;5(3):192-201.
3. Tytenko, S.V. CONCEPT MAPS, THEIR APPLICATION TYPES AND METHODS IN INFORMATION AND LEARNING SYSTEMS. KPI Science News, no. 4, pp. 70–78, 2020. doi: 10.20535/kpissn.2020.4.22709.
4. Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. Review of Educational Research, 76(3), 413–448. doi:10.3102/00346543076003413.
5. Romero, C., Cazorla, M., & Buzón, O. (2017). Meaningful learning using concept maps as a learning strategy. Journal of Technology and Science Education, 7, 313-332.
6. Semantic Portal [Online]. Available: <http://semantic-portal.net>
7. S.V. Tytenko, “Construction of didactic ontology based on the analysis of concept-thesis model elements”, Naukovi Visti NTUU KPI, no. 1, pp. 82—87, 2010.
8. Thomas M. J. Fruchterman; Edward M. Reingold (1991). Graph drawing by force-directed placement. , 21(11), 1129–1164. doi:10.1002/spe.4380211102.



УДК 636.2.084/087.074

**CULINARY AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE MEAT OF STEERS FED IN A DIET WITH MODERN BALANCING ADDITIVES**  
**КУЛІНАРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСА БИЧКІВ ЗА ЗГОДОВУАННЯ В РАЦІОНІ СУЧАСНИХ БАЛАНСУЮЧИХ ДОБАВОК**

**Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,***d.a.s., prof. / д.с.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

*Higher education institution « Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300* *Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»***Shulko O.P. / Шулько О.П.***associate professor**of the department of ecology and biotechnology*

ORCID ID: 0000-0002-0052-8871

*Bila Tserkva National Agrarian University***Koval T.V., / Коваль Т.В.***c.a.s., as.prof. / к.с.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-7132-5887

*Higher education institution « Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300* *Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

**Abstract.** The results of comprehensive research, which was aimed at studying the impact of new balancing feed additives on the meat of Kazakh white-headed bulls and the quality of the obtained raw materials, are given. It was established that the observed advantage of the experimental groups against the control group was the intensity of their growth energy at the age of 12 months. The bulls of the I and II experimental groups exceeded their live weight control counterparts by 0.53 and 2.07%, respectively; 13 months - 1.10 and 3.23%; 16 months – by 2.49 and 5.43%. In general, during the observation period, the energy of increasing the live weight of steers in the experimental groups was greater than in the control group, by 6.64% in the I group and by 12.33% in the II group. At the age of 15 months. there is a decrease in the relative growth rate in each of the experimental groups, this indicates that the decrease in the growth rate of animals with age is associated with a slowdown in metabolic processes occurring in the body of young bulls, with an increase in the specific mass of differentiated cells and tissues and an increase in the body shares of reserve substances. The results of the research showed that in the average sample of the flesh of calves of the I and II research groups that received feed supplements, tryptophan was more than in the control counterparts by 1.37 and 2.95%, respectively, while oxyproline by 0.34 and 4.16% less. The value of the protein-quality indicator of the meat of the steers of the experimental groups exceeded the value of the control analogues by 1.8 and 7.2%. The highest ratio of muscle tissue to connective tissue is characteristic of the muscles of the I, II experienced groups. In the II experimental group, the transverse banding of most fibers is more clearly expressed. The abundant presence of fatty inclusions determines the presence of "marbling", which favorably affects the taste, organoleptic and consumer properties of meat. The given data give reason to conclude that the bulls of the research groups were distinguished by the greatest intensity of growth, indicators of biological value and the best culinary and technological properties of meat. The research results confirm the feasibility of using new balancing feed additives to increase the meat productivity of young beef cattle.

**Key words:** steers, feed supplement, feeding, ration, meat productivity, beef.



### **Formulation of the problem.**

In the conditions of the Ukrainian market and to provide the population of the country with high-quality and cheap products of meat cattle breeding, where the State program is implemented in the direction of creating specialized breeds of meat cattle with high genetic potential for milk and meat productivity in different regions of Ukraine. [2]

Currently, targeted work on increasing the volume of production of high-quality, high-value meat raw materials is inextricably linked with the development and application of modern resource-saving growing technologies, the use of optimal types of feeding, taking into account the zonal features and natural inclinations of the region [4 ].

### **Analysis of recent research and publications.**

The organization of intensive breeding and fattening is based on the use of balancing feed products in the diets of bulls of meat breeds, which contribute to replenishing the deficiency of mineral substances, increasing adaptogenic properties, resistance and productive qualities [5].

Research on the search for and use of non-traditional raw materials, especially of local origin, has not lost its relevance. In this regard, the Bukovyna region has at its disposal huge reserves of natural minerals [7, 13].

The composition of new fodder includes powdered bishophyte, feed sulfur, stress-correcting amino acid glycine, essential amino acid methionine. Malic acid served as a metabolic regulator, and pumpkin and thistle cakes were used as a protein source. Methionine together with the amino acid glycine was used for the synthesis of creatine, nitrogen-containing compounds that are assimilated into creatine phosphate, providing a certain form of energy reserve [5, 6]. The organization of intensive breeding and fattening is based on the use in the diets of bulls of meat breeds of balancing fodder, which contribute to the replenishment of the deficiency of mineral substances, increase of adaptogenic properties, resistance and productive qualities [3].

Research on the search for and use of non-traditional raw materials, especially of local origin, has not lost its relevance. In this regard, the Bukovyna region has at its disposal huge reserves of natural minerals [9]. The composition of new fodder includes bishophyte powder (Volgograd deposit), feed sulfur, stress-correcting amino acid glycine, essential amino acid methionine. Malic acid served as a metabolic regulator, and pumpkin and thistle cakes were used as a protein source. Methionine together with the amino acid glycine was used for the synthesis of creatine, nitrogen-containing compounds that are assimilated into creatine phosphate, providing a certain form of energy reserve [10, 4, 11].

### **Research material and methodology.**

The planned goal was the basis of our work. The set of studies was aimed at studying the influence of new balancing feed additives on the meat of Kazakh white-headed bulls and the quality of the obtained raw materials. A patent application was submitted for the developed method of feeding

The scientific and economic experience regarding the study of the effect of the developed feed additives on the fattening qualities of young cattle was carried out in





the conditions of the livestock complex at the enterprise in the leading breeding plant of the SE "Chernivetske" DG Bukovyna DSGDS ISG KR NAAS. According to the principle of analogues, three groups of bulls of the Kazakh white-headed breed were formed at the age of 9 months: control and two experimental (10 heads each).

Animals of the control group received the general farm ration (RB). For feeding steers of the I experimental group, OR was used, and the balancing feed supplement "Energoritm" was additionally administered. The youth of the II research group together with the OR consumed the "Imunosil" supplement. These forms were introduced at the rate of 1% of the mass of concentrated feed, daily for 210 days of experience.

Lifetime assessment of growth and development of animals was determined by live weight indicators, analyzing monthly weighing data. To evaluate the exterior, the main measurements of the sexes of the bulls were taken and on their basis, the physique indices were calculated. Measurements were made at the age of 9 and 16 months [12].

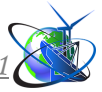
The study of muscle tissue samples of bulls of the control and experimental groups was carried out according to the histological research method in accordance with GOST 51604-2000. In a comparative aspect, the fiber structure of *M.longissimus dorsi*. For histological examination, samples were taken after the cessation of muscle fibrillation. Pieces of muscle tissue with a size of  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  with a height of at least 5 mm were cut in such a way as to ensure the possibility of orientation of the muscle fibers relative to the cutting axis of the micropreparation. Sections were prepared on a freezing microtome of the new Mikrom generation (temperature in the chamber  $-18 \dots -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , thickness of sections 10-15 microns). The obtained sections were stained according to the generally accepted method (hematoxylin, eosin). Histological specimens embedded in glycerin-gelatin coverslips were examined and photographed under a Zeiss Axio Imager Z2 electron microscope using a computer video system and Axiovision software, using objectives with magnification from 10X to 40X [1].

### **Research results.**

Live weight is the main criterion for assessing the growth and development of young cattle. In the table 1 shows its dynamics from 9 to 16 months of age. The results of weighing show that in 9-10 months. There were no significant differences in live weight between groups in age.

The advantage of the experimental groups against the control group was shown by the intensity of their growth energy at the age of 12 months. The bulls of the I and II experimental groups exceeded their live weight control counterparts by 0.53 and 2.07%, respectively; 13 months - 1.10 and 3.23%; 16 months – by 2.49 and 5.43%. In general, during the observation period, the energy of increasing the live weight of steers in the experimental groups was greater than in the control group, by 6.64% in the I group and by 12.33% in the II group.

At the age of 15 months. there is a decrease in the relative growth rate in each of the experimental groups, this indicates that the decrease in the growth rate of animals with age is associated with a slowdown in metabolic processes occurring in the body of young bulls, with an increase in the specific mass of differentiated cells and tissues



and an increase in the body shares of reserve substances.

Due to differences in the rate of growth and with practically the same production weight of the animals for the experiment, bulls of the I and II experimental groups reached a live weight of 439.8 and 452.4 kg by the end of the experiment, which is significantly more ( $P \geq 0.99$ ;  $P \geq 0.999$ ) than in the control group by 10.7 and 23.3 kg. Among the experimental groups, the best indicators were obtained in the group of animals that were fed the balancing supplement "Imunosil".

Examination of the exterior in the course of the study showed the superiority of steers that consumed feed additives "Energoritm" and "Imunosil" in all measurements at the age of 16 months. The bulls of the research groups had a more developed and muscular rear part of the body, which indicates optimal expressiveness of meat forms. Their braid length is 16 months. age was higher by 3.81 and 5.08% than in the counterparts of the control group.

Absolute linear measurements cannot fully characterize the exterior profile of animals, since each measurement is considered individually. In this connection, the indices of physique were calculated.

The value of the indices of lopsidedness and massiveness of the experimental stock with the age of growth. At the age of 16 months, according to the avidity index, bulls of the I and II experimental groups exceeded individuals of the control group by 2.67 and 3.38%, respectively. The high intra-life evaluation of the meatness index of young animals that received complex feed supplements was later confirmed by the results of the control slaughter. In order to study the slaughter qualities, at the age of 16 months, a control slaughter of 3 steers from each group was carried out. Control slaughter and deboning of carcasses were carried out at the meat processing plant of Agro Invest CJSC. The data obtained as a result of the experience showed that the additional introduction of balancing feed additives into the composition of the diet had a positive effect on the formation of meat productivity of young animals of the experimental groups. According to the slaughter data, it was established that the pre-slaughter weight of bulls of the II experimental group exceeded the similar indicator of animals of the control group by 6.19%, and of the I experimental group by 3.39%. By the weight of the paired carcass, bulls of the I and II experimental groups exceeded their counterparts from the control group by 5.18 and 9.85%. The yield of carcasses was also higher in the animals of the experienced groups; the difference in their favor compared to the control was 0.96 and 1.89%. The mass of internal fat was greater in steers of the I and II experimental groups than in peers from the control by 7.0 and 11.7%.

The slaughter yield of bulls that received the feed additive "Energoritm" was higher than the control by 1.07%, and in the counterparts that were fed the additive "Imunosyl" it was higher by 2.01%. Since in our experience the most important factor affecting the body of bulls is feeding, we studied the degree of this on the quality of meat production [11].

We studied the biochemical composition of the average pulp sample of experimental bulls based on the content and ratio of essential and replaceable amino acids. The amino acid tryptophan is part of the complete proteins of muscle tissue, and oxyproline is a component of connective tissue proteins.



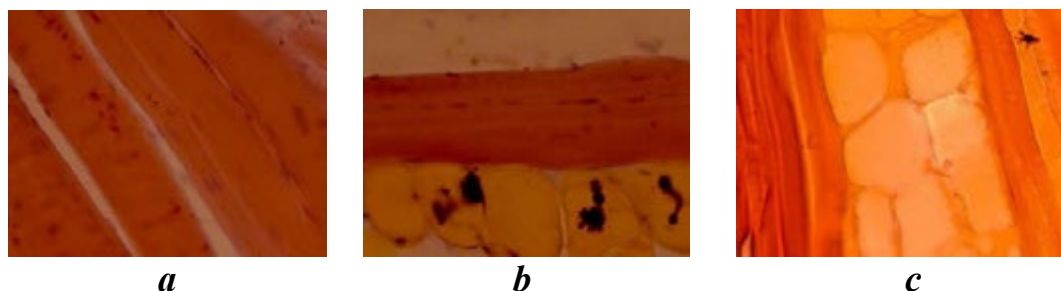
The results of the research showed that in the average sample of the flesh of calves of the I and II research groups that received feed supplements, tryptophan was more than in the control counterparts by 1.37 and 2.95%, respectively, while oxyproline by 0.34 and 4.16% less (Table 2). The value of the protein-quality indicator of the meat of the steers of the experimental groups exceeded the value of the control analogues by 1.8 and 7.2%.

**Table 2 - Biochemical composition of the average meat sample, %**

Показник	Групи		
	Контрольна	I дослідна	II дослідна
Триптофан, мг%	387,3±0,91	392,60±1,39*	398,73±0,57***
Оксипролін, мг%	87,20±0,40	86,90±0,25	83,72±0,29**
БЯП	4,44	4,52	4,76

The study of the muscle tissue of the bulls of the experienced groups aims to reveal their characteristic morphological features, which is of primary importance in assessing the quality of the obtained beef. Muscle tissue is the most important of histological tissues, which is the largest constituent element of the animal's body. It is this fabric that gives the meat its specific taste, smell and color.

Analysis of the muscle structure of the studied groups demonstrated the following (Fig. 1). Bundles of fibers are well seen, the boundaries of muscle fibers are expressed quite clearly. Transverse striation is preserved in most of the fibers of the samples of the control and experimental groups. The microstructure of the longest muscle of the control group contains space between fibers, the nuclei of myofibrils are weakly visible.



**Fig. 1 – Microstructure of the long back muscle of cattle (Longitudinal section): a - control group, b - I experimental group; c - II research group**

The main part of the muscle fibers of the I and II experimental groups is elongated and has a linear shape. Nuclei are well-stained with an oval shape, located on the periphery of the sarcoplasm with visible chromatin. The structure of myofibrils is preserved, the alternation of light and dark discs is preserved.

Quality characteristics of meat largely depend on the content of connective tissue in muscles. Supportive connective tissue formations frame the muscle fiber, the border with the sarcolemma. The thickness of the connective tissue layers in the experimental groups is smaller, their structure contains poorly differentiated cellular elements. Using the histological method of staining the Sudan III sections,



accumulations of fat cells were found in the connective tissue layers of the muscles. Significant inclusion of these elements behind the layers of muscle tissue contributes to better taste and acquisition of greater nutrition of meat.

According to the results of the conducted research, the presence of microstructural features in the studied muscles in each group was established. The highest ratio of muscle tissue to connective tissue is characteristic of the muscles of the I, II experienced groups. In the II experimental group, the transverse banding of most fibers is more clearly expressed. The abundant presence of fatty inclusions determines the presence of "marbling", which favorably affects the taste, organoleptic and consumer properties of meat.

### **Conclusion.**

The given data give reason to conclude that the bulls of the research subjects were distinguished by the greatest intensity of growth, indicators of biological value and the best culinary and technological properties of meat groups. The research results confirm the feasibility of using new balancing feed additives to increase the meat productivity of young beef cattle.

### **References**

1. Andriychuk V.F., Bagrov R.S. Characterization of Simmental cows of Czech selection by morphological properties of the udder. Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region. 2013. Issue 4, vol. 241. pp. 3–8.
2. Vasylets O. S. Economic efficiency of growing local young animals for beef in agricultural enterprises: autoref. thesis for obtaining sciences. candidate degree economy Sciences: spec. 08.00.04 "Economics and enterprise management". Kh., 2012. 20 p.
3. Vasylieva Yu. O. Justification of the effectiveness of the use of Simmental cattle of different production types: diss. Ph.D. s.-g. Sciences: 06.02.04. Kh., 2007. 157 p.
4. Yu.V. Vdovichenko, L.O. Omelchenko, L.V. Shpak. Problematic issues of the development of the field of meat cattle breeding and selection of meat breeds of cattle. Scientific Bulletin "Askania-Nova". 2012. Issue 5. C. 29–43.
5. Vdovichenko Y. Shpak L., Kalinka A. Meat productivity of bulls. Modern aspects of selection and seed production of corn, traditions and prospects. International science-practice conf. September 10. 2015, Chernivtsi. 2015. P. 61-74.
6. Dankiv V. Ya. Productive qualities of Simmentals in the conditions of the Carpathians. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Lviv - Obroshino, 2016. Issue 59. P. 181–185.
7. Dankiv V. Ya. Productive and exterior characteristics of the Simmental breed of the Carpathian region. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. 2017. Issue 62. P. 130–138.
9. Kalinka A.K., Lesyk O.B., Shpak L.V. A new population of Simmentals in Bukovina. Taurian Scientific Bulletin. Scientific journal. Vol. No. 103. Kherson. 2018. P. 200-208.
10. Kozyr V. S., Solovyov M. I. Comparative evaluation of livestock of factory types of Ukrainian meat breed. Scientific reports of NUBiP of Ukraine. 2017. No. 6





(70). 11 p.

11. Kozyr V. C. Characteristics of beef of meat, combined and dairy cattle breeds. Animal husbandry of Ukraine. 2013. No. 7–8. P. 26–29.

12. T. V. Orichivskiy, N. V. Mazur, and V. V. Fedorovych. Exterior formation of Simmental cows of different production types. Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences. Kherson, 2019. Issue 108. P. 166–171.

13. V. V. Fedorovych, T. V. Orikhivskiy, N. P. Babik, E. I. E. I. Fedorovych, R. S. Osredchuk, Characterization of Simmental cows for economically useful traits in the conditions of Lviv Oblast. Scientific Bulletin of S. Z. Gzytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Lviv, 2016. Vol. 18, No. 2(67). P. 255–260. doi:10.15421/nvlvet6756.

**Анотація.** Наведені результати комплексних досліджень, який був спрямований на вивчення впливу нових балансуючих кормових добавок на м'ясну бичків казахської білоголової породи та якість отриманої сировини. Встановлено, що спостерігається перевага дослідних груп проти контрольної виявилася інтенсивністю енергії їх зростання у віці 12 міс. Бички I та II дослідних груп перевершували аналогів з контролю за живою масою відповідно на 0,53 та 2,07%; 13 міс. – 1,10 та 3,23%; 16 міс. – на 2,49 та 5,43%. У цілому за час спостереження енергія наростання живої маси бичків у дослідних групах була більшою, ніж у контрольної, у I групі на 6,64 й у II – на 12,33%. У віці 15 місяців. спостерігається зниження відносної швидкості зростання в кожній з піддослідних груп, це свідчить про те, що зменшення швидкості росту тварин з віком пов'язане із уповільненням метаболічних процесів, що протікають в організмі молодняку бичків, з підвищенням питомої маси диференційованих клітин та тканин та збільшенням у тілі частки резервних речовин. Результати проведених досліджень показали, що в середній пробі м'якоті бичків I та II дослідних груп, які отримували кормові добавки, триптофану містилося більше, ніж у аналогів з контролю, відповідно на 1,37 та 2,95%, тоді як оксипроліну на 0,34 та 4,16% менше. Величина білково-якісного показника м'яса бичків дослідних груп перевищувала значення аналогів контролю на 1,8 та 7,2%. Найбільш високе відношення м'язової тканини до сполучної властиво м'язам I, II досвідчених груп. У II дослідній групі поперечна смугастість більшості волокон виражена чіткіше. Рясна присутність жирових включень обумовлює наявність «мармуровості», що сприятливо позначається на смакових, органолептичних та споживчих властивостях м'яса. Наведені дані дають підставу зробити висновок, що найбільшою інтенсивністю зростання, показниками біологічної цінності та кращими кулінарно-технологічними властивостями м'яса відрізнялися бички дослідних груп. Результати досліджень підтверджують доцільність використання нових балансуючих кормових добавок для підвищення м'ясної продуктивності молодняку великої рогатої худоби м'ясної породи.

**Ключові слова:** бички, кормова добавка, годування, раціон, м'ясна продуктивність, яловичина.



УДК: 636.54: 664.9.002.5

**PACKAGING FRESH MEAT IN MODIFIED ATMOSPHERE****УПАКОВКА СВІЖОГО М'ЯСА У МОДИФІКОВАНІЙ АТМОСФЕРІ****Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,***d.a.s., prof. / д.с.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

**Fedoriv V.M. / Федорів В.М.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4499-0910

**Kostash V. B. / Косташ В.Б.**

ORCID: 0000-0002-2182-7723

*c.a.s., / к.с.н.*

*Higher education institution «Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi,  
Shevchenko, 13, 32300 Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

**Abstract.** The article provides an overview of modern scientific data on the influence of a protective atmosphere (in most cases containing oxygen) on the properties and quality of fresh meat. However, recent scientific studies have shown that a high proportion of oxygen in the protective atmosphere, which ranges from 60 to 80%, is the cause of a number of negative concomitant phenomena, for example, accelerated autoxidation of fat, intensive formation of hazardous cholesterol oxidation products, an increase in meat stiffness due to protein oxidation, as well as the phenomenon of premature browning of meat. According to McMillin 2008, further research is needed in fresh meat packaging. First of all, this concerns packaging materials, the selection and processing of meat raw materials, the use of various packaging systems, taking into account the properties of meat, as well as logistics within the cold chain. For the industry, the solution of these issues is necessary to better understand the structure of production costs, inform consumers about packaging systems and replace national (international) packaging with regional meat packaging. In addition, successful customer-centric product management requires a focus on customer service, coupled with the effective application of information technology and appropriate logistics within the product's production and supply chain.

**Key words:** meat, packaging, fat, atmosphere, management, comfort, technology.

Most of the packaged fresh meat for self-service stores is sold in packaging with the so-called protective atmosphere (Modified Atmosphere Package - MAP). The purpose of such packaging is, first of all, to preserve the cherry-red color of the meat, as well as to increase its microbiological stability. However, recent scientific studies have shown that a high proportion of oxygen in the protective atmosphere, which ranges from 60 to 80%, is the cause of a number of negative concomitant phenomena, for example, accelerated autoxidation of fat, intensive formation of hazardous cholesterol oxidation products, an increase in meat stiffness due to protein oxidation, as well as the phenomenon of premature browning of meat.

**Modified atmosphere packaging (MAP) concepts**

The following concepts are known in the field of fresh meat packaging in a protective atmosphere, which is sold in self-service stores:

HiOx-MAP (Modified Atmosphere High Oxygen Packaging). The packaging is evacuated and filled with a gas mixture of 80% O<sub>2</sub> and 20% CO<sub>2</sub> before being hermetically sealed. As a result, the cherry-red color of the meat expected by the



consumer is ensured. However, at the same time, the processes of fat and protein oxidation are accelerated and the color of the meat changes. The high CO<sub>2</sub> content in the packaging inhibits the growth of microorganisms, but may cause undesirable changes in the color of the meat (Arvanitoyannis and Stratakos, 2012). Ground beef can have a shelf life of 10 to 14 days and whole muscle meat 12 to 16 days (Cornforth and Hunt, 2008; Belcher, 2006).

**LowOx-MAP** (packaged in a modified atmosphere with the absence of oxygen). This kind of protective atmosphere prevents the growth of microorganisms, but the color of the meat turns red-violet (Arvanitoyannis and Stratakos, 2012). A LowOx-MAP protective atmosphere of 70% N<sub>2</sub> and 30% CO<sub>2</sub> is used to increase the minimum shelf life of meat. A significant disadvantage of this packaging variant is the lack of oxygen, as a result of which it does not react with myoglobin and thus the desired cherry-red color of the meat is not formed. In this case, the color pigment deoxymyoglobin dominates. LowOx-MAP packaging of beef provides a minimum shelf life of 25 to 35 days (Delmore, 2009).

**LowOx-MAP c CO.** We are talking about modified atmosphere packaging, which, in addition to 69.6% N<sub>2</sub> and 30% CO<sub>2</sub>, also contains 0.4% carbon monoxide CO. CO is added because myoglobin has a high degree of chemical affinity for CO, resulting in rich cherry red meat (Hunt et al., 2004).

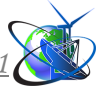
This color complex is more stable than oxymyoglobin, which can easily be converted to metmyoglobin (brown) in the presence of free oxygen. The disadvantage is the negative image of CO (Cornforth and Hunt, 2008). As a result, its use in modified atmosphere packaging is permitted only in certain countries. When using LowOx-MAP plus CO modified atmosphere packaging, minced beef has a minimum shelf life of 28 days and whole muscle beef has a minimum shelf life of 35 days (Delmore, 2009).

### **Vacuum packaging.**

With this method of packaging, first of all, a film with an extremely low water vapor and oxygen permeability is used. Film bags in which meat is placed, vacuumed and then thermally sealed. By exclusion of access oxygen, the growth of aerobic spoilage pathogens is almost completely suppressed, and the storage stability of meat increases. With this method of packaging, myoglobin retains its native state, and therefore the meat has a red-violet color, which does not meet the requirements of modern consumers. With appropriate low storage temperatures (1-20C) beef cuts can be stored up to more than 80 days (Delmore, 2009).

### **Vacuum tight packing (skin packing).**

In this case, we are talking about a relatively new packaging technique that has advantages in terms of microbiological stability, juice-holding capacity of the meat inside the package and sensory properties. Scientific studies have shown that the loss of meat juice in a vacuum skin pack is lower and the meat has a higher density compared to a product in a traditional vacuum pack. In vacuum skin-packing, the growth of aerobic-mesophilic, aerobic and coliform bacteria at a temperature of 40C significantly slows down. Lagerstedt et al. (2011) found the lowest juice loss in vacuum skin-packed meat samples compared to MAP packaging (80% O<sub>2</sub> and 20% CO<sub>2</sub>) and vacuum packaging.

**Active packaging.**

This type of packaging is a new variant in which components are integrated into the packaging that give their substances to the product or absorb them. For example, they can take in oxygen, regulate humidity, generate or absorb CO<sub>2</sub> and/or reduce bacteria and thus protect the product from spoilage and extend its shelf life (Arvanitoyannis and Stratakis, 2012).

**HiOx-MAP** (packaging in a modified atmosphere with a high volume of acid)

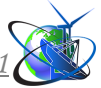
At the same time, the trend of centralized packaging of the communication is fading away due to the increased sales volumes and lowering the quality of the products. All these factors are a stimulus for change in the field of meat packaging. In order to ensure successful distribution of packaged products at self-service stores, it is very important to waste on packaging materials, and there may be a trend towards a decrease in the number of practitioners employed in the meat trade (Eilgert, 2005). However, Carpenter and in. (2001) found that the installation of meat, packed in a modified atmosphere, that assessment of its quality by the singing world is super accurate. When buying meat, the comforts are most importantly taken into account by such aspects as the spiciness for health, as well as the sensory power of the meat, like the color, the anger, the tenderness, the juiciness, the smell and the taste (Krystallis and Arvanitoyannis, 2006; Destefanis et al., 2008) .

Zakrys et al. (2008) In their own opinion, they indicated that experts, when assessing the sensory power of meat, gave priority to products that were taken in an atmosphere with a mixture of sour below 50 and 80%, regardless those that were marked with a slight rancid taste of meat. Bulo zrobleno pripuschki, scho such an assessment is based on singing adaptation to oxidized fat or singing stars to such a relish. At that time, the color of the yalovichi steak or minced meat in the sequence of "chervony", "red-violet" and "brown" was the main factor in deciding how to buy the product, neither the color nor the method of packaging the meat (Carpenter and in., 2001). Even though it is easier to take advantage of the meat of a bright-red color in traditional packaging, the slower the color of the meat and the packaging does not add to the satisfaction that is taken in the form of meat (Carpenter et al., 2001).

Jeremian (1982) noted that consumers, when buying meat in a store, first of all pay attention to the color of the product, which is an indicator of freshness and good taste for them. Also interesting is the distribution of individual product properties in order of importance when grilling steaks. So 50% of consumers consider tenderness of meat the most important sensory property; followed by taste (38%) and juiciness (11%). Similar results were presented by Platter et al. (2003) and Huffman et al. (1996): tenderness - 51%, taste - 39% and juiciness -10%.

Today's consumers are increasingly demanding sustainable packaging and natural food. According to Cutter (2006), these requirements are driving the development of biodegradable and renewable materials. Films made from biopolymers are a potential replacement for synthetic films used in food packaging, but there are still limitations on the use of these materials, for example, regarding their hydrophilic properties (Han and Gennadios, 2005). Another source of bio-packaging is bacterial cellulose (Weber et al., 2002).



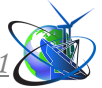


In recent years, there has been an increase in the trend towards the sale of fresh meat, as well as meat products and sausages in pre-packaged form. Most fresh meat and meat products are sold in protective atmosphere packaging, also known as MAP packaging (packaging in a modified gas atmosphere). According to the Central market research agencies, the share of fresh meat packaged in a protective atmosphere has increased from 32% in 2003 to 43% in 2005. This corresponds to an increase of more than 30% (Schulze and Spiller, 2007).

In contrast to vacuum packaging, when packaging in a protective atmosphere, a gaseous environment is created around the product, which differs from the composition of the air atmosphere (about 78% nitrogen, 21% oxygen and 0.03% carbon dioxide). Air, respectively oxygen, is removed from the packaging and in most cases replaced by a mixture of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and nitrogen (N<sub>2</sub>). In this case, carbon dioxide is used because of its bacteriostatic effect, which was already noted in 1877 by the scientists Pasteur and Joubert during the inactivation of *Bacillus anthracis*. Molin (1983) found that the use of 100% CO<sub>2</sub> compared with 5% CO<sub>2</sub> increased the effect of suppressing the growth of *E. coli* by 40% and by 47% of *Staphylococcus aureus*. The growth of *Bacillus cereus* can be reduced even by 67%. The minimum concentration of CO<sub>2</sub> to ensure bacteriostatic and fungistatic action at low temperatures should be 20%. This is done in order to preserve the quality of food products and improve their shelf life by limiting chemical, microbiological and enzymatic processes that cause food spoilage. The protective atmosphere in most cases consists of a mixture of gases: oxygen, carbon dioxide and nitrogen, the proportion of which in the mixture may vary depending on the product. As practice has shown, if a high level of hygiene is observed during the processes of production, cutting and packaging of fresh meat, its shelf life in MAP packaging at 70°C can reach 7 to 9 days. In packaging with fresh meat, nitrogen at a maximum of 10% serves as a so-called protective gas to prevent the formation of a pseudo-vacuum effect. Nitrogen is an inert gas that is neutral in taste and smell and does not dissolve in fat and water, and thus does not adversely affect the quality of the product.

The packaging of fresh meat in a protective atmosphere, compared to the packaging of meat products using a mixture of gases, has one peculiarity: the modified atmosphere consists of 60-80% oxygen (O<sub>2</sub>) and 20-40% carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Oxygen, 21% of which is in the air, is used in higher concentrations in such packaging in order to obtain a light red color of fresh meat and keep it for a long time. This color is obtained by oxidizing the red meat pigment myoglobin to oxymyoglobin.

In addition to quality, a decisive success factor in the chilled food segment is the consistent and reliable maintenance of the continuity of the cooling chain and the quality of the packaging. Packaging serves more than just conveying information about a product; it should also be easy to use, have an attractive design for consumers, provide reliable protection of the product and, if possible, its long shelf life. A properly selected mixture of gases for the packaging process and compliance with the appropriate proportions of gases in the packaging of the food product until it reaches the consumer is a necessary condition for maintaining the quality of the product, its attractive appearance and shelf life. Conducting an analysis of the quality



of the protective gas allows you to identify errors in the technology of sealing the package, as well as the shortcomings of the packaging material used. In packages that do not have sufficient sealing, during storage, increased gas exchange may occur as a result of diffusion through microcracks in the welds or in the packaging material. Based on the lower gas pressure of ambient air, which typically has an oxygen content of 21% and carbon dioxide of exactly 0.03%, the gases inside the package tend to diffuse outwards. The situation is different with nitrogen. The content of nitrogen in the air is 78%, therefore, as a result of strong diffusion pressure, it tries to penetrate into the inside of the package. Thus, intense gas exchange is preprogrammed if the package is not properly sealed (Lautenschläger and Müller, 2006). The use of high quality packaging material also helps to improve the gas tightness of the packaging, since, depending on the structure of the polymers of the used artificial materials and films, as well as on the ambient temperature, the diffusion of gases occurs with a greater or lesser degree of intensity. As a rule, trays made of polypropylene (PP), as well as expanded polystyrene and polyethylene terephthalate (PET) are used for packaging fresh meat. As a film material, polyethylene of various degrees of density, polypropylene (PP), polystyrene (PS), polycarbonate (PC) or olivinyl chloride (PVC) is used. Higher efficiency and stability in terms of resistance to increased gas and moisture exchange, as well as to mechanical stress during transportation, have multilayer films that are part of the combined polymer packaging as an additional protective layer. In this case, several layers of film are very often superimposed on each other, and ethylene-vinyl alcohol copolymers (EVON) and polyvinylidene chloride (PVDC) are used as a barrier that prevents the penetration of oxygen. However, these packaging materials are much more expensive than plain film without a protective layer (Lautenschläger and Müller, 2006).

Since part of the carbon dioxide dissolves in water, and this gas penetrates through the packaging in a higher (three or five times) volume per unit time compared to oxygen, then when using conventional packaging, by the end of the storage period, there is a danger of the so-called "pseudo-vacuum packaging." In this case, the top cover film shrinks, which leads to deformation of the package. To prevent this defect, packaging manufacturers have developed a gas mixture specifically for fresh meat that contains nitrogen as a reference gas. Such a mixture may, for example, contain 70% oxygen, 20% carbon dioxide and 10% nitrogen. The gas mixture of packaging with fresh meat at the end of the shelf life must contain at least 15% carbon dioxide (from 20% CO<sub>2</sub> 5% dissolves to form carbon dioxide) and 60% oxygen (the lowest limit of the usual gas mixture). The content of the nitrogen reference gas must not exceed 10% (Lautenschläger and Müller, 2006). When oxygen is used to pack fresh meat, in addition to the benefits of developing and stabilizing the color of fresh meat, there are a number of evidence-based factors that have a negative impact on meat quality and may harm the health and safety of consumers.

The best known is the fact that oxygen contributes significantly to the autoxidation of fat and thus the formation of rancidity (O'Grady et al., 1998). This fact was established by analysis of the reactive substances of thiobarbituric acid (TBARS value). Oxygen increases the TBARS value (Zakrys et al., 2007), the

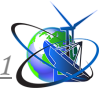


sensory limit of which is acceptable according to Campo et al. (2006) should be less than 2 mg of malondialdehyde (MDA) per 1 kg of sample.

A concern in terms of consumer health hazards is the formation of cholesterol oxidation products (COPs). Cayuela et al. (2004) found that the content of cholesterol oxidation products at an oxygen concentration of 70% increased by 86.4%. Münch (2011) found that at an oxygen concentration of 80%, when packing bovine longissimus dorsi muscle after butchering, both in fresh and chilled form, compared with very low air oxygen, after 14 days of storage, there is a significant increase in the content of cholesterol oxidation products. Depending on the individual chemical compounds that are formed during the oxidation of cholesterol, the COP content when packaged in a modified atmosphere with a high oxygen content can be 8 to 20 times higher. Oxygen also leads to the oxidation of proteins, which, in the first place, reduces the tenderness of the meat. The formation of cross-linked myosin heavy chains as a result of protein oxidation has been repeatedly observed in fresh meat stored in a modified high oxygen atmosphere (HiOx-MAP) (Zakrys-Waliwander et al., 2012). The authors found that in beef steaks during storage in HiOx-MAP, due to a decrease in the number of free thiol groups, as well as an increase in the content of carbonyls, protein oxidation occurred, followed by the formation of cross-linked myosin heavy chains (molecular weight 500 kDa). This phenomenon had a negative effect on the tenderness of the meat and the loss of juice. In this regard, Kim et al. (2012) attributed their observed increase in shear force of sheep muscle longissimus lumborum in HiOx-MAP packaging to the formation of cross-linked myosin heavy chains. In addition, the phenomenon of premature browning of muscle tissue plays an important role in terms of consumer protection (Suman et al., 2010).

The effect of various MAP systems on premature browning of meat was investigated in beef muscle longissimus lumborum (LL). Vacuum packaging (VP) was used as a control, and HiOx-MAP (80% O<sub>2</sub> + 20% CO<sub>2</sub>) and MAP with carbon monoxide (CO) - 0.4% CO + 19.6% CO<sub>2</sub> were used as modified atmosphere packaging. + 80% N<sub>2</sub>. The samples were stored in a dark place for 5 days at 40°C. At the end of storage, the minced steaks were heated to a temperature in the center of the product of 66°C or 71°C, and then the color inside the product was analyzed. HiOx-packed steaks showed less red color (*a\** value) than vacuum-packed (VP) and modified-atmosphere carbon monoxide (CO MAP) steaks. Muscle longissimus lumborum (LL) steaks stored in high oxygen modified atmosphere packaging (HiOx-MAP) were more susceptible to premature browning when heated to 66°C than steaks in vacuum and CO MAP packaging.

Typically, steaks that remained red in the center after cooking were considered underdone. However, if, already at a relatively low temperature, a complete formation of a brown color (brownishing) was observed in the center of the product, this may mean that pathogenic bacteria are not completely inactivated, and this is dangerous for the health of consumers. For this reason, in order to ensure the microbiological safety of beef steaks that have undergone thermal processing, vacuum packaging is the most suitable (Suman et al., 2010). Lagerstedt et al. (2007) investigated the effects of HiOx-MAP on sensory indicators of the quality of minced beef, as well as the formation of product oxidation. They found a significant effect of



high oxygen concentration on the sensory properties of the product, as well as on the degree of formation of oxidation products - both lipid and protein oxidation. The value of BARS as an indicator of fat oxidation doubled after 8 days of storage, while the content of vitamin E decreased. The disadvantage in terms of sensory quality of the products was the taste of the old product, which was established in samples stored in packaging with 80% oxygen concentration at 40C. In addition, an increase in losses during the heat treatment of meat was noted.

### **Upcoming tasks.**

The sale of fresh meat in Modified Atmosphere Packages has been practiced since 1960. The aim of these studies was to improve the ease of use of packaging, improve retail marketing, reduce weight and energy costs, ensure safety and protection against adulteration, and take into account environmental aspects. The key to creating successful packaging concepts is the right choice and design of packaging, as well as ensuring the necessary balance between the various requirements that relate to product quality, costs, marketing, customer needs, and environmental aspects, including the problem of waste disposal. This also includes the problem of traceability of products, the detection of falsification and the provision of convenience in consumption. As far as the fresh meat marketing system is concerned, an irreversible process of centralization must take place (McMillin, 2008). In the future, both active and "intelligent" packaging and sustainable packaging made from renewable raw materials should have a high potential. In the first case, radio frequency identification technology (RFID), temperature and time indicators (TTI), as well as freshness and crack indicators in the package should be used. In the second case, we are talking mainly about biodegradable and renewable raw materials for the manufacture of packaging.

The need for research. According to McMillin 2008, further research is needed in fresh meat packaging. First of all, this concerns packaging materials, the selection and processing of meat raw materials, the use of various packaging systems, taking into account the properties of meat, as well as logistics within the cold chain. For the industry, the solution of these issues is necessary to better understand the structure of production costs, inform consumers about packaging systems and replace national (international) packaging with regional meat packaging. In addition, successful customer-centric product management requires a focus on customer service, coupled with the effective application of information technology and appropriate logistics within the product's production and supply chain.

### **References**

1. Anders, S. und A. Moeser (2008): Using retail scanner data to assess the demand for value-based ground meat products in Canada. 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE 2008, 26.–29. August, Ghent, Belgien.
2. Arvanitoyannis, I.S. und A.C. Stratakos (2012): Application of Modified Atmosphere Packaging and Active/Smart Technologies to Red Meat and Poultry: Review. Food and bioprocess technology (online) 5 (5), 1423–1446.
3. Belcher, J.N. (2006): Industrial packaging developments for the global meat





market. *Meat Science* 74, 143–148.

4. Campo, M.M., G.R. Nute, S.I. Hughes, M. Enser, J.D. Wood and Richardson, R.I. (2006): Flavor perception of oxidation in beef. *Meat Science* 72, 303–311.

5. Cayuela, J.M., M.D. Gil, S. Banon and M.D. Garrido (2004): Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality of pork loin. *European Food Research Technology* 219, 316–320.

6. Cornforth, D. und M. Hunt (2008): Low-oxygen packaging of fresh meat with carbon monoxide. Meat quality, microbiology, and safety. AMSA White Paper Series, Number 2, 1–10. American Meat Science Association, Savoy, Illinois, USA.

7. Cutter, C.N. (2006): Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science* 74, 131–142.

8. Delmore, R.J. (2009): Beef Shelf-life. Beef Facts – Product Enhancement Research, Cattlemen's Beef Board and National Cattlemen's Beef Association, Centennial, Colorado.

9. Destefanis, G., A. Brugiapaglia, M.T. Barge und E. Dal Molin (2008): Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. *Meat Science* 78, 153–156.

10. Eilert, S.J. (2005): New packaging technologies for the 21st century. *Meat Science* 71, 122–127.

11. Han, J.H. und A. Gennadios (2005): Edible films and coatings: A review. In: *Innovations in Food Packaging*. pp. 240–262. Han, J.H., Ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam.

12. Hunt, M.C., R.A. Mancini, K.A. Hachmeister, D.H. Kropf, M. Merriman, G. Delduca and G. Milliken (2004): Carbon Monoxide in Modified Atmosphere Packaging Affects Color, Shelf Life, and Microorganisms of Beef Steaks and Ground Beef. *J. Food Science* 69 (1), 45–52.

13. Huffman, K.L., M.F. Miller, L.C. Hoover, C.K. Wu, H.C. Brittin und C.B. Ramsey (1996): Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *J. Anim. Sci.* 74, 91–97.

14. Jeremiah, L.E. (1982): A review of factors influencing consumption, selection and acceptability of meat purchases. *Journal of Consumer studies and Home Economics* 6, 137–154.

15. Kim, Y.B., E. Huff-Lonergan, S.M. Lonergan (2010): Lower oxygen or addition of antioxidants. *Fleischwirtsch. International* 25 (1), 30–31.

16. Kim, Y.H.B., Bødker, S., Rosenvold, K. (2012): Influence of lamb age and high-oxygen modified atmosphere packaging on protein polymerization of longterm aged lamb loins. *Food Chemistry* 135, 122–126.

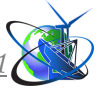
17. Krystallis, A. und I.S. Arvanitoyannis (2006): Investigating the concept of meat quality from the consumers' perspective: The case of Greece. *Meat Science* 72, 164–176.

18. Lagerstedt, Å., U. Edblad, S. Wretström, L. Enfält, L. Johansson, K. Lundström (2007): Minced meat packed in high-oxygen modified atmosphere – effects on sensory quality and oxidation products. 53. ICoMST, 6. bis 10. August 2007, Beijing/China.



19. Lagerstedt, A., K. Lundström, G. Lindahl (2011): Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M. longissimus dorsi* steaks after different ageing times. *Meat Science* 87 (4), 101–106.
20. Lautenschläger, R. und W.-D. Müller (2006): Deutlicher Optimierungsbedarf bei MAP – Frischfleisch und Fleischerzeugnisse in Schutzatmosphärenpackungen. *Fleischwirtsch.* 86, 8, 41–45.
21. McMillin, K.W. (2008): Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science* 80, 43–65.
22. Molin, G. (1983): The resistance to carbon dioxide of some food related bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology* 18 (4), 214–217.
23. Münch (2011): An alternative packaging system using hot-boned meat. Vortrag, 1st International Summer School, 18.–25. Oktober 2011, Kulmbach.
24. Platter, W.J., J.D. Tatum, K.E. Belk, P.L. Chapman, J.A. Scanga und G.C. Smith (2003): Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. *J. Animal Science* 81 (11), 2741–2750.
25. Schulze, B. und A. Spiller (2007): Wer geht noch an die Theke Ergebnisse einer Verbraucherstudie zu SB-Fleisch. Jahreskonferenz von GEWISOLA und 17. Jahreskonferenz von ÖGA, 'Changing Agricultural and Food Sector', reising/Weihenstephan, 26.-28. September.
26. Singh, P., A.A. Wani, S. Sänglerlaub, H.-C. Langowski (2011): Understanding critical factors for the quality and shelf-life of MAP fresh meat: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51 (2), 146–177.
27. Suman, S.P. (2010): Modified atmosphere packaging influences premature browning in beef *Longissimus lumborum* steaks. *Fleischwirtsch. International* 25 (3), 54–55.
28. Tauschitz, B., M. Washüttl, B. Wepner, M. Tacker (2003): APVerpackungen: Ein Drittel nicht optimal. *Pack aktuell* (3), 6–8.29. Toldrá, F. (2010): Handbook of Meat Processing. Chapter 13: O'Sullivan, M.O. & J.P. Kerry: Meat Packaging. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA, ISBN 978-0-8138-2182-5.
30. Weber, C.J., V. Haugaard, R. Festersen und G. Bertelsen (2002): Production and applications of bio based packaging materials for the food industry. *Food Additives and Contaminants* 19(Suppl), 172–177.
31. Zakrys, P.I., S.A. Hogan, M.G. O'Sullivan, P. Allen und J.P. Kerry (2008): Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. *Meat Science* 79, 648–655.
32. Zakrys-Waliwander, P.I., M.G. O'Sullivan, E.E. O'Neill, J.P. Kerry (2012): The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine *M. longissimus dorsi* muscle during chilled storage. *Food Chemistry* 131 (2), 527–532.

**Анотація.** У статті наведено огляд сучасних наукових даних щодо впливу захисної атмосфери (у більшості випадків містить кисень) на властивості та якість свіжого м'яса. Однак останні наукові дослідження показали, що висока частка кисню в захисній



атмосфері, яка становить від 60 до 80%, є причиною цілого ряду негативних супутніх явищ, наприклад, прискорене самоокислення жиру, інтенсивне утворення небезпечних для здоров'я продуктів окислення холестерину, збільшення жорсткості м'яса за рахунок окиснення білків, а також феномен передчасного побуріння м'яса. Згідно з даними McMillin, 2008 необхідне проведення подальших досліджень у галузі пакування свіжого м'яса. Насамперед, це стосується пакувальних матеріалів, вибір та обробка м'ясної сировини, застосування різних пакувальних систем з урахуванням властивостей м'яса, а також логістики всередині холодильного ланцюжка. Для промисловості вирішення цих питань необхідне кращого розуміння структури виробничих витрат, інформування споживачів про системи упаковки та заміни національної (міжнародної) упаковки на регіональну упаковку м'яса. Крім того, для успішного менеджменту продукту з урахуванням інтересів споживачів необхідно головну увагу приділяти обслуговуванню покупців у поєднанні з ефективним застосуванням інформаційних технологій та відповідної логістики всередині ланцюжка виробництва та постачання продукції.

**Key words:** м'ясо, упаковка, жир, атмосфера, менеджмент, споживачі, тенологія.



УДК 334.734

**A SCIENTIFIK APPROACH TO THE CREATION OF FOOD PRODUCTS  
WITH INCREASED NUTRITIONAL VALUE**  
**НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ПІДВИЩЕНОЇ  
ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ**

**Stadnyk I.Y.***d.t.s., prof./д.т.н., проф.,**Ternopil Ivan Puluj National Technical University: Hohol str. 6, Ternopil, Ukraine, 46001**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя***Piddubniy V. A.***d.t.s., prof./д.т.н., проф.,**Kyiv National Trade and Economics University: 19, Kioto st., Kyiv, Ukraine, 02156**Київський національний торговельно - економічний університет***Krasnozhon S.V.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Kyiv National Economic University named V.Hetman: 54/1, Pros. Peremogy, Kyiv, Ukraine, 03680**Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана***Kraevska S. P.***Kyiv National Trade and Economics University: 19, Kioto st., Kyiv, Ukraine, 02156**Київський національний торговельно - економічний університет*

**Анотація.** У статті представлено порівняльну оцінку хімічного складу пророщеного насіння льону та пшеничного борошна, вплив пророщеного насіння льону (ПНЛ) на якість хліба у разі включення його до рецептури. Відзначено, що введення до рецептури хлібобулочних виробів ПНЛ дозволяє збагатити їх такими фізіологічно-функціональними інгредієнтами як білки з повноцінним амінокислотним складом, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, з яких значна частина водорозчинні, вітаміни, мікро- та макроелементи, лігнани. Розглянуто інтенсивність бродіння тіста та формування його структурно-механічних властивостей в присутності різної кількості ПНЛ.

**Ключові слова:** насіння льону, борошно пшеничне, харчові волокна, інтенсивність бродіння, в'язкість.

**Вступ.**

Сьогодні, як ніколи, в період війни харчування є фактором, що великою мірою визначає здоров'я та тривалість життя людини. Продукти харчування мають забезпечувати організм не тільки поживними речовинами, але сприяти профілактиці та лікуванню захворювань. Складовою щоденного раціону харчування людини є хліб. Тому надання йому властивостей оздоровчого продукту є важливою проблемою сьогодення, так як хліб за хімічним складом недостатньо збалансований. Особливо за життєво важливими інгредієнтами, які можуть відіграти важливу роль у непередбачених умовах життя українців..

З досліджень і літературних джерел хліб має не оптимальний вміст білків, які до того ж не збалансовані за амінокислотним складом. При великому вмісті вуглеводів в ньому обмаль харчових волокон, ненасичених жирних кислот, низки вітамінів та мінеральних речовин. Раціон харчування за останні роки значною мірою став характеризуватися рафінованими та висококалорійними продуктами. Із-за малого вмісту рослинних білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон та мінеральних речовин, харчова продукція стала





бідною і відповідно змінила якість. Це в свою чергу спричинило порушення постачання організму людини поживними речовинами [1]. Тому для підвищення корисності хлібобулочних виробів, посилення оздоровчих властивостей доцільно вводити до їх рецептури сировину, що містить фізіологічно-функціональні інгредієнти. Такою сировиною може бути насіння льону та продукти його переробки [2].

Сьогодні визначених світом існує два основних шляхи корекції харчового раціону людини:

- споживання дієтичних добавок до їжі регулярно. Вони мають містити вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна та інші необхідні речовини;
- споживання виробів з підвищеною харчовою цінністю [3,4,5].

Розглядаючи дієтичні добавки, можна відмітити, що це концентрати натуральних чи ідентичних до натуральних біологічно активних речовин. До складу входять компоненти за кількісним складом, що не порушують рекомендовану потребу в харчових речовинах (нутрицевтики), або терапевтичну дозу активної речовини (парафармацевтики).

До провідних європейських виробників дієтичних добавок відносяться фірми: «Haribo», «Leaf», «Nestle», «Kraft Jacobs Suhard» тощо. Серед американських виробників: «Ricola», «F&F Foods», «Quigley»; японських – «Morinaga», «Ezaki Glico», «Lotte», українських – «Наша марка», ТОВ «Еліт-Фарм», НІПКЦ «Захід-Фарм» [8, 9] та інші. На нашу думку хочеться відзначити про використання не в повній мірі у харчовому раціоні цих добавок. Такий раціон не дозволяє вирішити оптимізацію харчування. Несумлінність деяких виробників щодо якості і цінової політики, роблять їх малопривабливими в багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні.

Під час проведення досліджень використовували насіння льону виробництва вирощеного у Київській області, а саме: льон-довгунець «Вручий», льон-олійний «Блакитно-помаранчевий», «Оригінал», та «Евріка». Результати визначення біохімічного складу насіння різних сортів представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1-Біохімічний склад насіння льону різних сортів**

Назва	Вологість %	Олійність* %	Олійність* * %	Білок,* %	Білок,** %	Зола, %
1 Льон довгунець «Вручий»	8,6± 0,04	37,00± 0,15	33,82± 0,15	24,28± 0,11	22,19± 0,11	4,7± 0,02
2 Льон олійний «Оригінал»	8,7± 0,02	42,44± 0,16	38,75± 0,16	26,50± 0,10	24,19± 0,10	4,0± 0,01
3 Льон олійний «Блакитно- помаранчевий»	7,6± 0,01	47,25± 0,18	43,66± 0,18	23,48± 0,03	21,70± 0,03	4,0± 0,01
4 Льон олійний «Евріка»	7,7± 0,03	44,17± 0,02	40,77± 0,02	19,77± 0,11	21,42± 0,11	3,8± 0,06

(\* - в перерахунку на суху речовину; \*\* - на натуральну вологість)

Джерело: [3]



Визначення вмісту вітаміну Е проводили методом рідинної хроматографії високороздільної здатності, а саме визначали кількість  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\sigma$ -,  $\lambda$ -токоферолів. Результати визначення загального вмісту та фракційного складу токоферолів насіння льону до та після пророщування представлені у таблиці 2.

Встановлено, що в складі ліпідів всіх досліджених сортів переважають  $\lambda$ -токоферолі, а  $\beta$ -токоферолі практично відсутні. За загальним вмістом вітаміну Е насіння різних сортів можна розташувати в такий ряд: «Вручий», «Оригінал», «Евріка», «Блакитно-помаранчевий». Особливо слід відзначити, що вміст  $\alpha$ -токоферолів, які характеризуються найвищою антиоксидантною здатністю, є найбільшим для сорту «Вручий». Він вдвічі перевищує відповідний показник сорту «Блакитно-помаранчевий» та в 2,5 рази більший, ніж для сорту «Евріка».

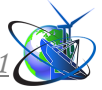
**Таблиця 2- Вміст вітаміну Е у насінні льону до і після пророщування**

Сорт	Вітамін Е, мг/100г					
	Цільне зерно			Проросле зерно		
	$\alpha$ -токоферол	$\sigma$ -токоферол	$\lambda$ -токоферол	$\alpha$ -токоферол	$\sigma$ -токоферол	$\lambda$ -токоферол
«Вручий»	11,05 $\pm$ 0,05	0,49 $\pm$ 0,06	45,22 $\pm$ 0,02	35,67 $\pm$ 0,06	3,48 $\pm$ 0,08	192,56 $\pm$ 0,06
«Оригінал»	8,68 $\pm$ 0,07	0,36 $\pm$ 0,02	36,35 $\pm$ 0,05	22,85 $\pm$ 0,06	2,21 $\pm$ 0,06	187,23 $\pm$ 0,12
«Блакитно-помаранчевий»	5,34 $\pm$ 0,02	0,56 $\pm$ 0,03	28,10 $\pm$ 0,07	13,31 $\pm$ 0,06	1,93 $\pm$ 0,02	165,58 $\pm$ 0,08
«Евріка»	4,55 $\pm$ 0,01	0,48 $\pm$ 0,03	37,32 $\pm$ 0,05	14,99 $\pm$ 0,06	2,74 $\pm$ 0,05	156,78 $\pm$ 0,03

Джерело: [8]

Отримані нами результати вказують на значне збільшення вітаміну Е у всіх сортах насіння льону після пророщування. Найвищий рівень вітаміну Е спостерігається у пророслому насінні льону сортів «Вручий», «Оригінал» та «Блакитно-помаранчевий». Вітамін Е відіграє важливу роль в окислювально-відновлювальних процесах організму, переміщенні електронів дихальним ланцюгом. Біологічна роль токоферолів зумовлена тим, що вони характеризуються антиоксидантними властивостями й запобігають надмірному окисленню ліпідів в організмі й утворенню перекисів ліпідів та накопиченню в тканинах вільних радикалів, які проявляють високу активність і шкідливо впливають на тканини організму. Добова потреба токоферолів у межах 20-30 мг [8]. Отримані нами дані вказують на те, що лише 10 г пророслого насіння льону можуть забезпечити добову потребу дорослої людини у токоферолах.

Тісто готували безопарним способом з борошна першого сорту з середніми хлібопекарськими властивостями. Вміст складових сировини визначали методами, викладеними в джерелі [9]. Показники технологічного процесу оцінювали за стандартними методиками [10,11]. Вплив ПНЛ на інтенсивність бродіння тіста визначали за виділенням діоксиду вуглецю, використовуючи прилад АГ-1М, а бродильну активність дріжджів у присутності ПНЛ – за

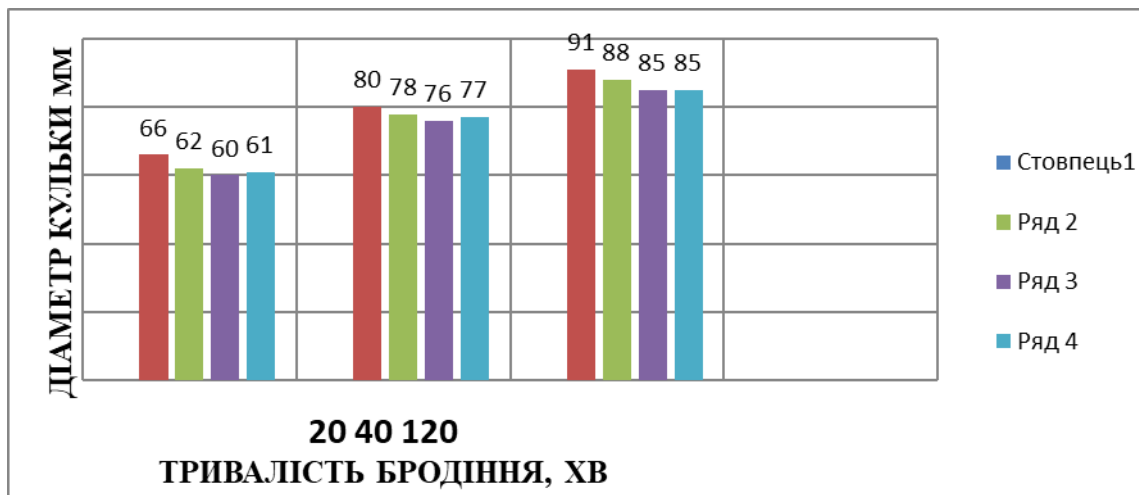


зимазною, мальтазною активністю та осмочутливістю.

Структурно-механічні властивості тіста оцінювали за допомогою пенетрації та газотримувальною здатністю за зміною об'єму тіста в процесі бродіння. Для оцінювання якості хліба проводили пробне лабораторне випікання. Фізико-хімічні показники якості хліба визначали за ДСТУ 7045:2009.

Проведеними дослідженнями встановлено, що ПНЛ, який використовували в роботі містить білка  $35,6 \pm 0,3$  %, загального жиру  $15,5 \pm 0,25$  %, вуглеводів  $39,6 \pm 1,8$  %, з них слизей  $6,4 \pm 0,1$  %. Порівняльна оцінка хімічного складу ПНЛ та борошна пшеничного першого сорту показала, що в ПНЛ міститься більше білка в тричі; жирів в 7,7; клітковини в 26,6 раз ніж в борошні. Зольність ПНЛ вища в 6,4 рази, що корелює зі значно більшим вмістом у ньому, порівняно з пшеничним борошном, калію – в 4,1; кальцію і магнію – в 10; заліза – в 2,3; цинку – в 3,2 рази.

Для наших досліджень було важливо також встановити вплив часу пророщеного льону, зберігання пророщеного льону на якість утворення тіста. Здатність тіста до розпливання, характеризує в'язкість. Адже внутрішнє тертя тіста під дією деформації сприяє його розпливанню із-за зміщення шарів під час бродіння. Розпливання кульки тіста (рисунок 1) вказує на те, що додавання ПНЛ третьої доби проростання та із зберіганням цього ж льону зменшує розпливання кульки тіста, порівняно з контролем. Вже через 20 хв бродіння зміна проходить у контрольному зразку. Зміна з ПНЛ починає відбуватися ва 60 хв. і тим більше, чим менший час проростання та кількість. На нашу думку в цьому випадку відіграють певну роль слизі насіння льону, що частково набухають, скріплюють масу тіста. Також встановлено період з якого всі дослідні зразки почали розпливатися і були практично однаковими, тобто із 120 хв.



**Рисунок 1- Розпливання кульки тіста: 1-контроль; 2-три доби проростання; 3- три доби проростання при зберіганні 5 діб; дві доби проростання**

*Авторська розробка*

Газотримувальну здатність тіста з додаванням ПНЛ досліджували за зміною питомого об'єму (рисунок 2).

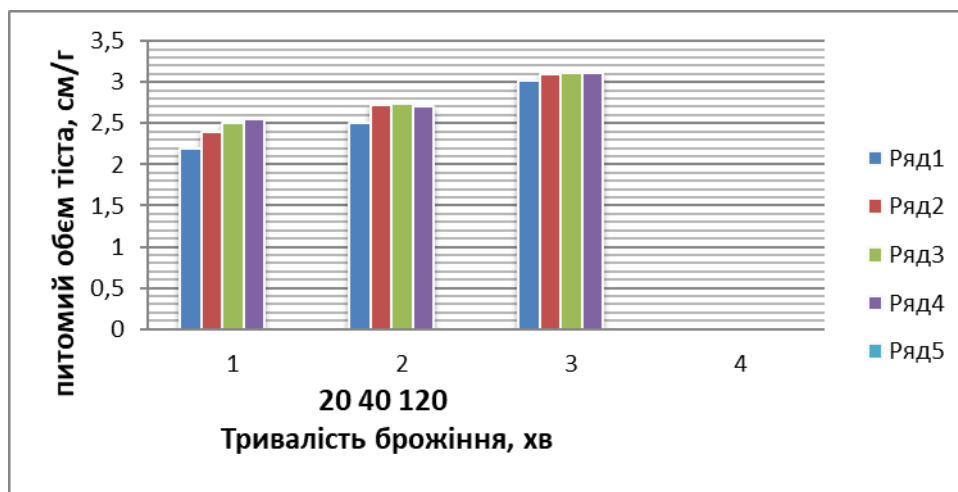


Рисунок 2 – Питомий об'єм тіста

Авторська розробка

Аналізуючи результат газотримувальної здатності тіста (рисунок 3) з додаванням ПНЛ хочемо відзначити, що через 20 хв бродиння у порівнянні із контрольним, питомий об'єм досліджуваних зразків збільшився в середньому на  $0.3 \text{ см}^3/\text{г}$ . Результат збільшення питомого об'єму спостерігаємо починаючи з 40хв та різниця зростання на 120-й хвилині бродиння. У зразках з різним часом проростання льону відчутної різниці не спостерігалась. Зниження газотримувальної здатності в усіх зразках (ПНЛ 2 доби і ПНЛ після зберігання) практично мало чим різнився, але ПНЛ 3-ої доби показав найкращі результати у порівнянні з контролем.

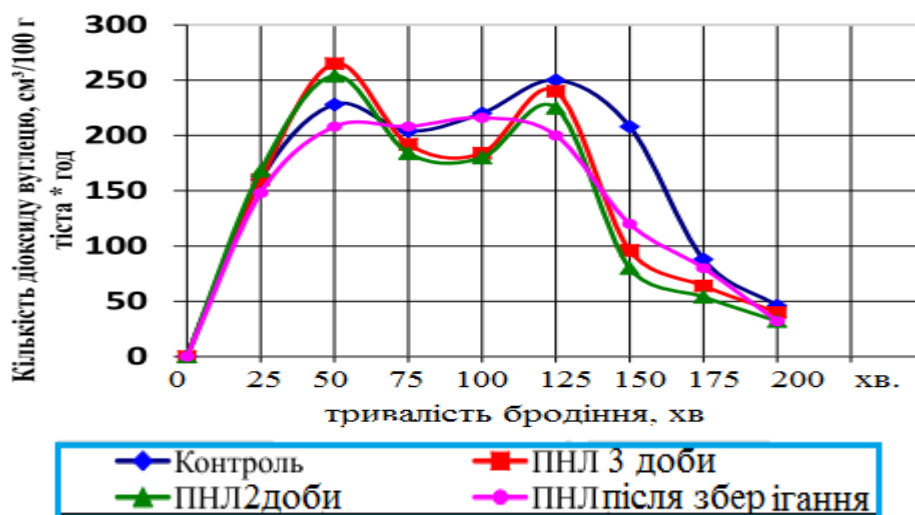


Рисунок 3 – Динаміка газотворення у тісті: контрольний зразок без льону, 20 % пророщеним насіння льону

Авторська розробка

Встановлено, що ПНЛ по різному впливає на показник кислотності. Встановлено, що при додаванні ПНЛ початкова та кінцева кислотність тіста підвищується для пшеничного на  $0,2 - 0,4$  град, а для житньо-пшеничного на  $3 - 5$  град.





Так, додавання ПНЛ сприяє інтенсивнішій зміні об'єму тіста протягом експерименту, причому цей вплив збільшується за мірою підвищення їх дозування. За 90 хв бродіння об'єм дослідних зразків тіста з ПНЛ збільшується на 7,5 - 22,4 та 8,2 - 22,5 % порівняно з показниками контрольного зразка.

Такий ефект пов'язаний з кислотністю та підвищення життєдіяльності дріжджів за рахунок властивостей ПНЛ. Вплив ПНЛ обумовлено великою гамою жирних кислот, різного роду з'єднань фосфорної кислоти та органічних кислот. Результати накопичення кислотності при бродінні проходили майже однаково у всіх зразках замішаного тіста. Результати досліджень свідчать, що на 60 хвилині бродіння у тіста з додаванням 25% ПНЛ кількість виділеного діоксиду вуглецю ідентична контрольному зразку. В той час як дозування 25 % супроводжується збільшенням виділення  $\text{CO}_2$  на 2,7–4,7%. Цей результат напевно обумовлений покращанням живлення дріжджів за рахунок утвореної слизі з водорозчинними білками та цукрів й вітамінів.

Враховуючи вище сказане, вміст в тісті ПНЛ може частково змінювати або впливати на вміст клейковини, а відповідно, її розтяжність, гідратаційну здатність та пружність. Таким чином можна спрогнозувати суттєві зміни, структурно-механічних властивостей тіста.

### **Висновки**

Використання ПНЛ у виробництві хліба призводить на певному етапі до погіршення його органолептичних і фізико-хімічних показників якості внаслідок зниження інтенсивності бродіння та структурно-механічних властивостей тіста. Оптимальною кількістю ПНЛ з урахуванням максимально можливого збагачення ним хліба при забезпеченні традиційних споживчих властивостей, за умови впровадження певних технологічних заходів, є 25 % до маси борошна. Для інтенсифікації процесів бродіння тіста зі ПНЛ доцільно в опару вносити 5-7% ПНЛ і цукор білий 1-2,0 % до маси борошна. За результатами досліджень розроблено рецептури та проект технологічних інструкцій на хліб зі ПНЛ та дослідними добавками.

### **Література:**

1. Мельніченко О. В. Розробка технології пшеничного хліба з підвищеною харчовою цінністю [Текст] / О. В. Мельніченко, Т. Є. Лебеденко, Г. В. Крусір, Я. П. Русева // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 12. – С. 75-78.
2. О. Пахомська. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення./ Scientific Works of NUFT 2019. Volume 25, Issue 2 277-283с.
3. Юрченко, О.О. Насіння льону та продукти переробки на його основі як природні антиоксиданти [Текст] / О.О. Юрченко // Хранение и переработка зерна. – 2011. - № 4. – С. 66-67.
4. Державна служба статистики України. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України. Київ : Консультант, 2016. 54 с.
5. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods. FAO/WHO // Codex Alimentarius. – 1994. – Vol. 4, – 13 p.
6. Григоренко А. Концепція державної політики в галузі харчування



населення України [Електронний ресурс] / А. Григоренко, І. Солоненко – Режим доступу: [http://www.culip.com.Ua/m/m\\_hlthprtct\\_harch\\_u.html](http://www.culip.com.Ua/m/m_hlthprtct_harch_u.html).

7. Stetsenko N.O., Kraevska S.P. Substantiation of expediency of gluten-free foodstuffs production in Ukraine. Theoretical achievements for practice. Proceeding of XXVIII International scientific conference. - Morrisville. USA. Sept 22, 2018. - P. 5-11.

8. Зубцов В.А. Потребительская ценность семян льна [Текст] / В.А. Зубцов, Т.И. Лебедева, Л.Л. Осипова // Аграрная наука. – 2002. – № 11. – С. 7-9.

9. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник [Текст] / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот – К.: Кондор-Видавництво, 2015.– 958 с.

10. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб. [Текст] / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсенєва, О. А. Білик та ін.]; за ред. В. І. Дробот. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.

11. Стадник І.Я. Основи теорії пластифікації тіста [Текст] / І.С. Стадник, О.Т. Лісовенко//Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. – № 5.– С. 22–23.

#### References.

1. O. V. Melnichenko Development of wheat bread technology with increased nutritional value [Text] / O. V. Melnichenko, T. E. Lebedenko, G. V. Krusir, Y. P. Ruseva // Storage and processing of grain. - 2008. - No. 12. - P. 75-78.

2. O. Pakhomskia. Scientific approach to the creation of functional bakery products./ Scientific Works of NUFT 2019. Volume 25, Issue 2 277-283p.

3. Yurchenko, O.O. Flax seeds and processed products based on them as natural antioxidants [Text] / O.O. Yurchenko // Grain storage and processing. - 2011. - No. 4. - P. 66-67.

4. State Statistics Service of Ukraine. Balances and consumption of basic food products by the population of Ukraine. Kyiv: Consultant, 2016. 54 p.

5. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods. FAO/WHO // Codex Alimentarius. – 1994. – Vol. 4, – 13 p.

6. A. Grigorenko. Concept of state policy in the field of nutrition of the population of Ukraine [Electronic resource] / A. Grigorenko, I. Solonenko - Access mode: [http://www.culip.com.Ua/m/m\\_hlthprtct\\_harch\\_u.html](http://www.culip.com.Ua/m/m_hlthprtct_harch_u.html).

7. Stetsenko N.O., Kraevska S.P. Substantiation of expediency of gluten-free foodstuffs production in Ukraine. Theoretical achievements for practice. Proceeding of XXVIII International scientific conference. - Morrisville. USA. Sept 22, 2018. - P. 5-11.

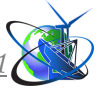
8. Zubtsov V.A. Consumer value of flax seeds [Text] / V.A. Zubtsov, T.I. Lebedeva, L.L. Osypova // Agrarian science. – 2002. – No. 11. – P. 7-9.

9. Technochemical control of raw materials and bakery and pasta products: study guide [Text] / edited by member-cor. V.I. Drobot - K.: Condor Publishing House, 2015.– 958 p.

10. Laboratory workshop on the technology of bakery and pasta production: training. manual [Text] / [V. I. Drobot, L. Yu. Arsenyeva, O. A. Bilyk, etc.]; under the editorship V. I. Drobot. - K.: Center of educational literature, 2006. - 341 p.

11. Stadnyk I.Ya. Basics of dough plasticization theory [Text] / I.S. Stadnyk, O.T. Lisovenko//Bread and confectionery industry of Ukraine. 2009. – No. 5. – P. 22–23.

**Abstract.** An important aspect of the feasibility of scientific development is social and economic efficiency. To confirm the rationality of the production of new bakery products using non-traditional raw materials, such as sprouted flax seeds, we conducted a set of studies to determine the socio-economic efficiency of their introduction. In terms of social efficiency and environmental



*friendliness, new bakery products have significant advantages compared to traditional ones. They are characterized by improved biological and nutritional value. They differ in high protein, fat and carbohydrate content. Our research was based on the preparation of the dough of the appropriate recipe. Its composition was with a different ratio of germinated flax seeds and wheat flour. The inclusion of sprouted flax seeds in the recipes of new products enriches the products with dietary fibers, in particular cellulose, hemicellulose, lignin, etc. In all products, the content of essential amino acids, minerals, vitamins has been increased, and the fatty acid composition has been improved.*

**Key words:** *flax seeds, wheat flour, dietary fiber, fermentation intensity, viscosity.*

Стаття відправлена 24.10.2022р.  
Стадник І.Я., Піддубний В.А., Красножон С.В., Краєвська С.П.



УДК 681.326

**RELATIONS BETWEEN RELATIONS OF CYBER-SOCIAL COMPUTING  
ВІДНОШЕННЯ МІЖ ВІДНОШЕННЯМИ КІБЕР-СОЦІАЛЬНОГО КОМП'ЮТИНГУ****Khakhanova A.V. / Хаханова Г.В.***c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3348-2267

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Nauky Ave, 14, 61166**Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, пр. Науки, 14, 61166***Abdullayev Vugar Nacimahmud / Абдуллаєв Вугар Х.***c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3348-2267

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, Azadliq prosp., 16/21**Азербайджанський державний університет нафти та промисловості,**Баку, Азербайджан, просп. Азадлыг, 16/21*

**Анотація.** Пропонується огляд нових дизрапторних детермінованих технологій цифровізації на основі біометричної ідентифікації, вичерпного моніторингу та цифрового управління соціальними групами з метою усунення конфліктів та підвищення якості життя. Робиться висновок про те, що вичерпний online відеомоніторинг кіберфізичного та кіберсоціального простору для точного цифрового управління об'єктами, суб'єктами та процесами є одним із основних атракторів успішної діяльності компаній та університетів у масовому цифровому світі.

Розглянуто кібер-тенденції від Gartner Inc., які надають можливість лідерам корпоративної архітектури та керівникам університетів не відставати безнадійно від цифрового бізнесу в науці, освіті та індустрії, своєчасно реагувати на кіберфізичні загрози, очолювати бізнес-інновації та визначати ефективну цифрову бізнес-стратегію держав.

Запроваджується метрика виміру відносин у суспільстві. Вирішуються питання кіберсоціального детермінованого комп'ютингу державою, підприємством, університетом, кафедрою, кадрами, ресурсами. Пропонується модель відношень між відносинами на вирішення кібер-соціальних проблем.

Вперше досліджуються питання виникнення колізій між відносинами та технологіями у соціальній групі, компанії, державі. Запроваджується модель комп'ютингу для усунення протиріч між державними, традиційними та технологічними відносинами.

Представлено кіберфізичну модель екселент-державності, яка призначена для метричного управління ресурсами та громадянами на основі цифрового моніторингу та оцінювання потреб соціальних груп з метою забезпечення якості їх життя та процвітання країни шляхом виробництва та експорту товарів та послуг. Показано структуру цифрового державного комп'ютингу з компонентами, впорядкованими за рівнем їхнього впливу на ринковий успіх: 1) відносини; 2) цілі; 3) управління; 4) кадри; 5) інфраструктура; 6) ресурси. При цьому найголовнішим компонентом є відносини чи законодавство, які існують у державі.

**Ключові слова:** кіберсоціальний комп'ютинг, відношення між відношеннями, кубітні структури даних, моделювання соціальних процесів, метрика подібності-відмінності, розумний цифровий університет, моніторинг даних, цифрове управління.

**Вступ. Стан проблеми**

В останні роки мережі мікроблогів [1] набули популярності як платформа, що дозволяє виражати людські емоції, за допомогою якої користувачі можуть зручно створювати контент про публічні заходи, останні новини та/або продукти. Згодом мережі мікроблогів генерують величезні обсяги даних, які



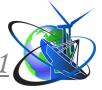


несуть думки та масові настрої з різної тематики. Тут мікроблоги розглядаються як корисна платформа для виявлення та розповсюдження нових гарячих подій. Це також корисний канал для виявлення високоякісних повідомлень, популярних тем, ключових інтересів та впливових користувачів. Існування зашумлених даних у традиційних потоках даних соціальних мереж змушує зосередитись на обчисленнях, орієнтованих на людину. У роботі [1] пропонується модель соціальних обчислень, орієнтованих на людину (HCSC – Human Cyber-Social Computing), виявлення і поширення гарячих подій у мережах мікроблогів. У запропонованій моделі HCSC всі повідомлення та користувачі попередньо обробляються за допомогою гіпертекстового тематичного пошуку (HITS – Hiper Intellectual Text Search) для визначення високоякісних підмножин користувачів, тем та повідомлень. Потім для виявлення користувачів з високим впливом в мережі використовується багатопрототипний метод виявлення тем на основі прихованого розподілу Діріхле (LDA). Крім того, максимізація впливу використовується для остаточного визначення впливових користувачів на основі підмножини користувачів. Зрештою, користувачі, здобуті в процесі максимізації впливу, генеруються як групи впливових користувачів на конкретні теми. Експериментальні результати доводять переваги HCSC над аналогічними моделями виявлення гарячих подій та розповсюдження інформації.

Завдяки нещодавнім досягненням [2] Інтернету речей (IoT) та зростаючій доступності повсюдно поширених обчислювальних ресурсів та мобільних пристроїв, поширенню мультимедійного контенту та подальшим соціальним, економічним та культурним змінам обчислювальні технології та програми швидко розвиваються для обслуговування громадян. Тепер вони виходять за межі персональних комп'ютерів [3], полегшуючи спільну роботу та соціальні взаємодії в цілому, викликаючи швидке поширення соціальних відносин між об'єктами IoT.

Різноманітні соціальні функції призвели до вузьких місць у обчисленнях та комунікації, які не дозволяють мережі IoT використовувати переваги цих відносин для покращення пропонованих послуг та налаштування контенту, який доставляється, що відомо як вибух соціальних відносин [4]. З іншого боку, швидкий розвиток додатків штучного інтелекту у соціальних обчисленнях призвів до появи багатообіцяючої галузі досліджень, відомої як штучний соціальний інтелект (ШІ або ASI – Artificial Social Intelligence), яка може вирішити проблему вибуху соціальних відносин. У роботі [4] обговорюється роль IoT в управлінні соціальними відносинами, проблема вибуху соціальних відносин у кіберпросторі, а також розглядаються запропоновані рішення з використанням ASI, включаючи методи соціально-орієнтованого машинного навчання та глибокого навчання [5, 6].

Кібер-фізико-соціальна система [7] (Cyber-Physical-Social System – CPSS) – це нова дослідницька тенденція, спрямована на інтеграцію соціального виміру до кібер-фізичної системи (КФС). CPSS складається з соціального, фізичного та кіберпростору. Не вистачає впливових теорій та проектних підходів для досягнення єдиної структури CPSS.

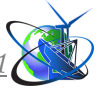


Пошуки у злочинній мережі [8] стали ключовим питанням останніми роками, оскільки злочинна діяльність стає груповою та мережевою. Більшість досліджень переважно зосереджено на мережі злочинців, небагато – на мережі підозрюваних, а традиційний метод — вивчення статичної структури мережі без пояснення поведінки вузлів. У [8] використано алгоритм EigenTrust для розрахунку оцінки підозрілості кожного члена мережі підозрюваних та визначення активістів у мережі за оцінкою, підтримуючи прийняття рішень поліцією. Результати експерименту показують високий ранг злочинців та низький ранг невинних у практичній мережі підозрюваних та доводять ефективність та точність EigenCrime.

Незважаючи на те, що хмарні обчислення вважаються панацеєю для обробки та аналізу даних IoT, вони мають недоліки у багатьох інших аспектах [9, 10], таких як затримка, пропускну здатність та мобільність при передачі даних від підключених пристроїв у хмару. Парадигма туманних обчислень розширює можливості хмари і належить до парадигми географічно розподілених обчислень межі мереж LOT [11]. Однак до реалізації туманних обчислень ще далеко, особливо коли йдеться про безпеку в контексті нетрадиційних характеристик LOT, таких як масштабованість, неоднорідність, мобільність та обмеженість ресурсів. Крім того, застосування принципів соціальних мереж до Інтернету речей видається привабливим для побудови Інтернету речей як мережі однорангових мереж. Тут представлена гібридна архітектура для Інтернету речей, що об'єднує туманні обчислення для забезпечення безпеки в ненадійному середовищі LOT. Використовуючи архітектуру туманних обчислень із соціальними мережами на основі блокчейну, користувачі можуть легко керувати смарт-об'єктами, встановлюючи захищені від несанкціонованого доступу цифрові посвідчення в середовищі, що не потребує довіри, та створювати новий клас механізмів автентифікації та авторизації для LOT. У роботі описано прототип запропонованої архітектури.

У [12] описані стан, тенденції та межі розвитку кібер-фізико-соціальних систем у Китаї. Проаналізовано попит на розробку CPSS, за якими йдуть штучні суспільства, обчислювальні експерименти, підхід паралельного виконання (ACP) для CPSS та автоматизація знань. Обговорюється розробка ACP на основі CPSS у сфері транспорту, енергетики, інформації, Інтернету речей та Інтернету розуму (IoM), щоб продемонструвати передові програми у CPSS. Нарешті, описуються блокчейн-технологія IoM та концепції паралельного суспільства. Це дослідження сприятиме переходу від нинішньої соціальної конструкції до футуристичного розумного суспільства.

Тези-атрактори кіберсоціального комп'ютингу 2022 [13]: 1) природа поступово пропонує людству замінити масові onsite заходи та подорожі громадян на віртуальні; 2) інтернет-ресурси глобальних мереж та месенджерів переорієнтуються на масові відеовідносини; 3) online відносини людей слід розглядати як домінуючу технологію в індустрії, медицині, науці, освіті, побуті у найближчі десятки років; 4) університетська освіта по всій планеті стає на 80 відсотків онлайнною, комп'ютинговою та цифровою; 5) капіталізація та акції virtual high tech в порівнянні з onsite бізнесом має потужну позитивну похідну;



6) технології цифрових відношень на основі blockchain and bitcoin між людьми стають популярними; 7) рівномірне розосередження мешканців територією планети – один із шляхів виживання людства; 8) сільська місцевість вже є більш привабливою для повноцінного здорового життя та творчості; 9) всі геополітичні гравці, через дефіцит простору та ресурсів, боротимуться за родючі землі та малонаселені території; 10) транспортні засоби доставки продуктів та товарів стають автоматичними; 11) паперові технології остаточно трансформуються у розумні цифрові контракти; 12) створення електронних цифрових інфраструктур держав, міст, підприємств, установ, шкіл та університетів стає домінуючим трендом привабливості для інвестицій.

Таким чином, вичерпний online відеомоніторинг кіберфізичного та кіберсоціального простору для точного цифрового управління об'єктами, суб'єктами та процесами є одним із основних атракторів успішної діяльності компаній та університетів у масовому цифровому світі. Актуальними є: 1) online відеомоніторинг кіберсоціального простору науково-освітніх процесів для метричного управління цифровими університетами; 2) відео-інфраструктура цифрового університету для проведення науково-освітніх процесів.

Мета дослідження – розробка кіберфізичної моделі екселент-державності, яка призначена для метричного управління ресурсами та громадянами на основі цифрового моніторингу та оцінювання потреб соціальних груп, забезпечення якості їхнього життя та процвітання країни шляхом виробництва та експорту товарів та послуг. Завдання: 1) аналіз структури цифрового державного комп'ютингу з компонентами, упорядкованими за рівнем їхнього впливу на ринковий успіх: відношення, цілі, управління, кадри, інфраструктура, ресурси; 2) розробка метрики виміру відносин у суспільстві; 3) розробка моделі відношень між відношеннями на вирішення кібер-соціальних проблем; 4) модель комп'ютингу для усунення протиріч між державними, традиційними та технологічними відносинами.

### **Цифрові дизрапції у соціальних групах**

З погляду аналітиків компанії Gartner оцифровування всіх процесів та явищ, пов'язаних з людською діяльністю, включаючи бізнес, медицину, науку, освіту та транспорт, спричиняють руйнівні наслідки [13, 15, 16]. “Справжні інноватори не ті, що впливають на локальні структури, а ті, які порушують динаміку глобальних процесів, що встановилася. Здатність лідера своєчасно залучити бізнес до цифрових дизрапцій усталеної дійсності може стати різницею між процвітанням та деградацією соціальної групи, компанії, організації чи держави” (David Mitchell Smith, vice president and Gartner Fellow). Цифрові дизрапції складніше адаптувати до бізнесу, ніж технологічні інновації через їхню віртуальну природу. Вони завжди з'являються поза зоною видимості ринку реальної компанії, що ускладнює їхнє розпізнавання лідером для успіху підприємства. Коли дизраптори матеріалізуються у фізичному світі як успішний бізнес-удар, подібний до Uber, інвестиції в них, щоб надолужити втрачене, стають надмірно великими і непідйомними.



Цифрові дизраптори – це організації, які використовують цифрові можливості для створення на ринку таких фундаментальних зрушень у баченні процесів, які спричиняють нові вторинні зміни у всіх сферах бізнесу. Відомими компаніями, які для світової спільноти позиціонуються як дизраптори, є: Facebook, Alphabet/Google, Netflix та Amazon. В даний час кожен ІТ-лідер ставить традиційне питання: "How can we be the Uber of our market?" Формально сьогодні немає серйозних бар'єрів, щоб перейти на цифрові рейки ведення бізнесу, науки, освіти шляхом створення цифрової кібер-фізичної (-соціальної) інфраструктури на основі хмарних платформ Google, Microsoft, Amazon.

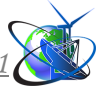
Існує чотири сфери застосування цифрових дизрапторів: бізнес, технологія, промисловість та суспільство [17]. Декілька прикладів застосування дизрапторів. Facebook вдало використав баланс конфіденційності та відкритого доступу, що залучило не лише сотні мільйонів жителів планети, а й соціальні медіа-проекти для прямого спілкування з людьми за інтересами.

Amazon Web Services (AWS) є руйнівником серверної індустрії завдяки створенню хмарної платформи IaaS/PaaS. Компанія інвестувала значні кошти у кіберфізичну бізнес-інфраструктуру планети, орієнтовану на інновації у технологічному сегменті ринку. Компанія створила внутрішню філософію-платформу як релігію в галузі інформаційних технологій для створення користувачами інновацій та дизрапторів, що має високу суспільну значущість. Соціальний вплив мають також дизраптори, оформлені у фрази: Google it, binge watching (Netflix). Звичайно, слід відрізняти дизрапторні інновації від чудасій, таких як Pokemon Go або Google Glass, які не мають глобальної соціальної значущості та впливу на ініціювання вторинних технологій. Альтернативним прикладом може бути iPad, поява якого призвела до змін у розробці програмних додатків, презентацій, проведення лекцій, спілкування між людьми шляхом використання FaceTime як засобу для організації мобільних конференцій. Як можна розпізнати дизрапторні інновації? 1) Метрично ранжувати інноваційні пріоритети щодо їхньої значущості, враховуючи масштабованість та досяжність дизрапції. 2) Моніторити цифрові бізнес-гіганти, такі як IBM, Google, Facebook, Amazon. 3) Створювати кібер-культуру всередині підприємства із щоденним режимом безперервних інновацій та досліджень, виключивши правила обов'язкових щомісячних мітингів, засідань та порад.

Інший бік медалі для cloud-edge комп'ютингу. Міфи продовжують переслідувати хмарний комп'ютинг [18]. Вони можуть уповільнити роботу підприємств, перешкоджати інноваціям та посіяти страх. Хоча за останні п'ять років хмарний комп'ютинг став більш поширеним, деякі міфи все ще існують. "Хмарний комп'ютинг – це можливості, що надаються як послуга, з чітким кордоном між постачальником послуг та споживачем" (Gartner). Хмару слід розглядати як засіб для досягнення мети, але не чаклунство.

На рис. 1 подана карта-путівник по нових ландшафтах кіберфізичного простору, яка покликана допомогти людині пройти коридор невизначеності та зрозуміти сучасний стан ринку електронних технологій, а також передбачити та показати актуальні тренди кібер-культури до 2050 року [19]. Лінії не мають





індикаторів правильного шляху, і мандрівники мають бути уважними, щоб не заплутатися навіть на коротких відстанях. Якщо є сумніви, слід зупинитись та подумати. Слід пам'ятати у тому, що майбутнє важко піддається осмисленню, проте воно неодмінно буде реалізовано. Загублені в кіберпросторі або дезорієнтовані персони (50+) можуть контактувати з адміністратором карти для надання методичної допомоги, хоча кожна людина може знайти свій шлях на карті кібер-культури. Карта містить мега тренди: Rising Inequality – зростання нерівності; Decline of Trust – зниження довіри; Easternization – східнізація; Desire for Permanence – бажання стабільності; Automation – автоматизація; Localization – локалізація; Globalization – глобалізація; Volatility – нестійкість; Complexity – складність; Individualism – індивідуалізм; Personalisation – персоналізація; Too much information – надто багато інформації; Growth of Global Middle Class – зростання глобального середнього класу; Climate Change – зміни клімату; Tribalism – трайбалізм чи прагнення політичного відокремлення з урахуванням родоплеменних відносин; Ambiguity – невизначеність; Rise of Africa – зростання впливу Африки; Urbanization – урбанізація; Falling Fertility – зменшення фертильності; Societal Ageing – соціальне старіння; Competition for Resources – конкуренція за ресурси; Population Growth – зростання населення; Simplicity – простота роздрібною торгівлі; Digital Self-Actualisation – цифрова самореалізація.

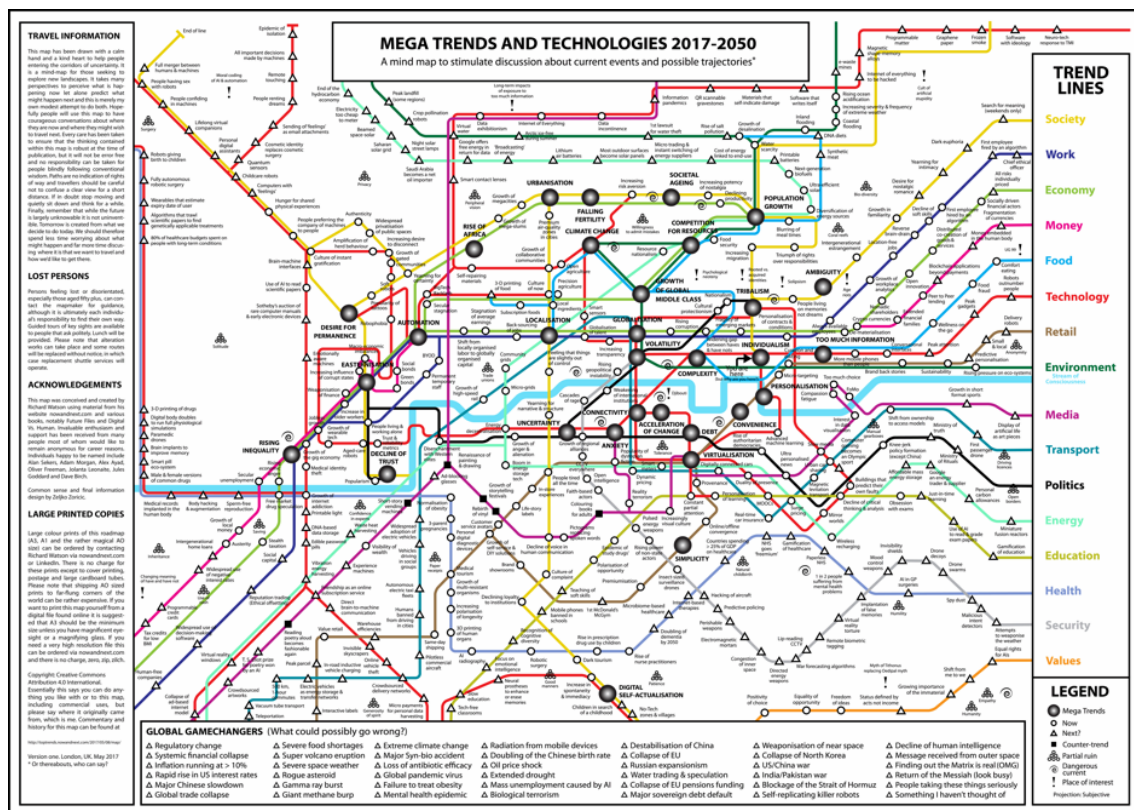
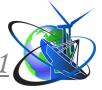


Рисунок 1 – Путівник із сучасної кіберкультури

Джерело: [19]



Карта трендових траєкторій має такі маршрути: Society – суспільство; Work – робота; Economy – економіка; Money – гроші; Food – їжа; Technology – технологія; Retail – роздрібна торгівля; Environment – середовище; Media – засоби інформації; Transport – транспорт; Politics – політика; Energy – енергія; Education – освіта; Health – здоров'я; Security – безпека; Values – цінності.

Лінія технології сьогодні має такий стан: зростання переносимих пристроїв, проживання в рамках Trust & Reliability метрики, децентралізація енергії, глибоке машинне навчання, самовідновлювані матеріали, відкрите сільське господарство, соціальні облігації, зелені облігації, використання штучного інтелекту для читання наукової інформації, медична ідентифікація та порушників, зростання інтернет наркоманії. У майбутньому передбачається: людино-машинні інтерфейси, аукціони рідкісних комп'ютерних посібників та ранніх електронних пристроїв, емоційні (emotionally aware) машини, друковане світло, сховище даних на основі ДНК, харчові паролі, безпосередня мозок-машинна (brain-to-machine) комунікація, невидимі хмарочоси, онлайн крадіжки автомобілів, нейропротезування для покращення чи стирання пам'яті.

Багатьом компаніям не вистачає часу, коштів та кадрів бути цифровим лідером у конкретному сегменті ринку. У цьому випадку можна позиціонувати себе як «руйнівник-сателіт» шляхом приєднання до екосистеми навколо головного дизраптора. Єдине, чого не має робити підприємство-сателіт, – це нічого не робити. Проблема впровадження дизрапторних інновацій полягає у домінуванні існуючої історії, традицій та усталених технологічних рішень. Є десятки вагомих аргументів, чому ми працюємо по-старому за мізерних успіхів компанії на ринку і не переходимо на цифрові технології. Лідер повинен мати бажання без кордонів та волю для встановлення та досягнення нереалістично високої мети. Бути першим на ринку національної освіти та науки, збільшити обсяг інвестицій та продажу товарів та послуг на 300 відсотків.

*BlockChain дизрапції-технології* [20]. В даний час уряд США створює хмарний земельний реєстр, який гарантує дотримання прав на володіння нерухомістю. Сервіс дозволить користувачеві дізнатися, хто володіє певним майном, а також забезпечити передачу права власності без посередників, включаючи держави та банки, які отримують свій суттєвий відсоток доходів із кишень продавця-покупця. Рано чи пізно впроваджувати технології BlockChain, Bitcoin у практику бізнесу? Сьогодні з'являється в кібер-економічних сегментах ринку термін Internet of Money. Тим не менш, соціально-фізична бізнес-спільнота в даний час ще не готова сприйняти і впроваджувати футуристичний цифровий бізнес BlockChain, що глобально масштабується, як нову технологічну кіберкультуру.

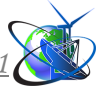
Кордони індустріальних галузей стають більш розмитими з розвитком бізнес екосистеми, а штучний інтелект дедалі більше впливає на прийняття рішень [21]. Управління, аудит, контроль мереж та blockchain компонентів є складними процедурами для надійного управління ризиками в рамках дозволених операційних моделей. Юридично blockchain дозволяє порушувати юрисдикцію, ускладнюючи операційні алгоритми та їх правозастосування.



Значну частину правової основи для ідентифікації, аутентифікації, укладання розумних контрактів не визначено у контексті blockchain. Існуючі закони в частині фінансової звітності при реалізації технології blockchain потребують перегляду та корекції.

Цифрові технології можуть вплинути на статут підприємства та змінити межі його діяльності, що необхідно узгоджувати з компаньйонами на ринковому сегменті.

*Дизрація штучного інтелекту* [22, 23]. У деяких онлайн-виданнях фінансові звіти та спортивні резюме вже пишуться сервісами штучного інтелекту (AI), а не людьми. Коли слід використовувати співробітника під час продажу, а що можна реалізувати без використання часу продавця? Це завдання вирішує AI. Інтерес клієнтів компанії Gartner на теми, що тісно пов'язані з AI, збільшився на 200%. У той же час глобальний інтерес індустрії до AI, як потенційної дизрації існуючих бізнес-технологій, тільки за останній 2021 рік збільшився на 100+ відсотків. «AI змінює технологічні процеси, виробництво та подання товарів та послуг на ринку, а також пряму (пірингову) взаємодію підприємств та уряду з клієнтами та громадянами» (Whit Andrews, Gartner Research Vice President). Очікується, що у 2022 році 20% компаній залучатимуть своїх працівників до процесів моніторингу та обслуговування нейронних мереж. Це пов'язано з необхідністю постійного переналаштування та перенавчання нейронних мереж під нові дані та нові завдання компанії. Природно, що фахівці в галузі дизайну, data science та логіки краще підготовлені для обслуговування нейромереж, ніж програмісти, які схильні до створення структурованих моделей та методів. У 2022 році нейромережні стартапи, що належать колишнім співробітникам великих компаній, обійдуть Amazon, Google, IBM та Microsoft в управлінні AI-економікою у специфічній сфері бізнесу або науці з руйнівними бізнес-рішеннями. Слід мати на увазі, що існує сукупність пакетованих рішень AI, які слід розглянути раніше, чим організація почне розгортання конкретної AI-структури всередині компанії. Пакетований варіант вимагатиме набагато менше часових та матеріальних ресурсів при його інсталяції. Практично всі великі сфери людської діяльності, включаючи охорону здоров'я, транспорт, науку та освіту, оперують сьогодні великими обсягами інформації, які не можуть бути оброблені людськими ресурсами, що є головним аргументом для впровадження сервісів штучного інтелекту з метою вичерпного аналізу даних для прийняття рішень. Компанії часто поєднують людське мислення та машинний аналіз, якщо дані недоступні або містять неякісний контент. Розмовні платформи (Conversational Artificial Platform) є однією з найбільш обговорюваних та затребуваних технологій у світі. Ринок у цьому сегменті стартував із продукту Apple Siri, але сьогодні компанії Google, Amazon, Microsoft та IBM є конкурентами на ринку голосових сервісів. Використання голосового діалогу є дизрацією у відносинах між людьми у форматі «команда-відповідь», які необхідно використовувати в моніторингу та управлінні процесами та явищами для отримання прибутку завдяки надійності існуючих на ринку сервісів та природному бажанню масових користувачів застосовувати speech-to-text (text-to-speech) для

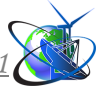


пожвавлення практики людино-машинного спілкування. «На ринку з'являється тип інтелектуальних пристроїв, які орієнтовані на моніторинг, аналіз та управління людськими емоціями та настроями, що викликаються певними фактами, оцінками, діями. Емоційно-сенсорні системи з'являються в пристроях як наслідок підвищення інтелекту віртуальних помічників або агентів: Apple's Siri, Microsoft's Cortana та Google, які поки що використовують технологічні підходи аналізу природної мови та не сприймають людські емоції. Штучний емоційний інтелект розумітиме і реагуватиме на емоційні стани користувачів, що зробить спілкування з машиною більш людиноподібною та забезпечить більш комфортну та природну взаємодію з користувачами. Інтелектуальним агентом (помічником) може бути hardware-software виріб, який здатний сприймати довкілля через датчики та впливати на неї за допомогою виконавчих механізмів. Персональні роботи (personal assistance robots – PARs), такі як Sanbot компанії Qihan Technology та SoftBank Robotics «Pepper», олюднюються, шляхом їхнього навчання стають спроможні розрізняти і реагувати на мінливі емоційні стани людей. Нова мета полягає у формуванні відповідей з боку PARs мовою тіла та вербальними емоціями, характерними для людини. Якщо, наприклад, Pepper виявляє, що співрозмовник розчарований проведеною бесідою, то його черговим наміром буде вибачитися з метою примирення і виклику позитивних емоцій у співрозмовника. Майбутні розумні вбудовані пристрої будуть здатні аналізувати та реагувати на емоційні запити користувачів завдяки системам штучного інтелекту, які використовують технологію глибокого навчання для вимірювання лицьового та словесного вираження емоцій. Відеогра Nevermind використовує технологію «біологічного зворотного зв'язку на основі емоцій» Affectiva для визначення настрою гравця при налаштуванні рівнів і труднощі. З'являються автомобільні системи, які адаптують гальмівну систему на рівень занепокоєння водія, що робить гальма більш чуйними для запобігання грубій зупинці транспортного засобу. Природно, відеоігри та автомобілі оснащені візуальними датчиками та програмним забезпеченням для відстеження емоцій у реальному масштабі часу. Всі компанії повинні оцінювати бізнес-процеси, щоб визначити можливість застосування AI у тих ділянках бізнес-процесів, які мають великі обсяги даних та відсутність вичерпної аналітики для прийняття рішень.

Здатність реагувати на дизрапції потребує розуміння загальної стратегії підприємства та бізнес-моделі у поєднанні з інноваційними цифровими технологіями.

Компанія Gartner розробила п'ять найкращих практик, за результатами інтерв'ю з 35 лідерами цифрових інновацій, для реагування та використання цифрових дизрапцій: 1) запобіжне сканування та реагування на цифрові інновації, що є першочерговим завданням для експертів, які відповідають за надання технологічних рекомендацій бізнесу та нових засобів співробітництва з лідерами бізнесу, щоб отримати прибуток; 2) створити диверсність у відстеженні ринкових цифрових тенденцій шляхом залучення різних експертів у процес дослідження та ідентифікації технологій з метою вироблення рекомендацій для залучення краудсорсингу, вкладників та партнерів; 3)





визначення масштабів інноваційних заходів, що ґрунтуються на стратегічних пріоритетах: формування бізнес-цілей, стратегічних планів, виходячи зі щорічних звітів, дослідження ринку чи опитування клієнтів; 4) створити стратегію управління, орієнтовану на прийняття інвестиційних рішень керівниками підрозділів, не заточену на виконання гарантій і дотримання бюрократичних бар'єрів; 5) пошук загроз та можливостей. Експерти оптимістично ставляться до цифрової дизрапції як до аргументу найбільшого технологічного впливу на бізнес. Однак слід передбачити заходи щодо розробки альтернативних, більш значущих моделей ведення бізнесу, нейтралізації загроз, які можуть виникнути у компаній, пов'язаних з порушенням відносин, бізнес-моделі або ланцюжка створення вартості.

ІТ-директор повинен дивитися на бізнес-партнера (Amazon і Facebook) спільно з керівником зі стратегії з метою вироблення рішень щодо використання технологій для можливої дизрапції сегмента ринку у бік його оцифрування. Це забезпечить виживання в умовах екстремальної конкуренції та процвітання шляхом інтеграції бізнесу (стратегії) із цифровим оточенням. Тільки 20% стратегів у компаніях вважають, що вони підготовлені до раптового руйнування галузі, хоча 93% вважають, що інноваційна цифрова технологія швидко змінить галузь компанії. Бізнес та цифрова стратегія поєднуються в рамках корпоративної архітектури, орієнтованої під інновації та створення екосистеми. ІТ-директори відіграють важливу роль у світі цифрових дизрапцій. Вони повинні мати компетентні знання та бізнес-підходи до адаптації в цифровому світі, що змінюється, шляхом організації команди, що здатна побудувати інноваційну архітектуру (банк) ідей і зв'язків з існуючими та нетрадиційними партнерами у бізнесі, щоб гарантувати: жодна потенційна можливість, що виникає у цифровому світі, не буде пропущена компанією.

### **Методи. Модель відношення відносин**

Відношення – причина розвитку природи та суспільства. "На початку було слово ...". Всесвіт чи природа (суспільство) є відношення і нічого, крім цього. Неймовірно є відношення між очевидними процесами та явищами. Будь-яке відношення є результатом (помилка) гри між ідеалом і реальністю:  $F \oplus T = L$ .

Дискретна математика – відношення між структурами даних та алгоритмами. Штучний інтелект – відношення між точною специфікацією та наближеним імовірнісним рішенням. Комп'ютинг – відношення між механізмами управління та виконання для досягнення мети. Комп'ютинг – галузь знань, що займається розвитком теорії та практики надійного цифрового управління віртуальними, фізичними та соціальними процесами та явищами на основі вичерпного метричного моніторингу кіберфізичного простору шляхом використання cloud-edge сервісів та розумних сенсорів для збору та інтелектуальної обробки великих даних. Комп'ютинг (системно) – цілеспрямований обчислювальний процес на основі цифрового моніторингу та управління механізмом виконання у метриці параметрів восьми параметрів: CEMORSAG (Control, Execution, Mode (Laws), Observation, Resources, State, Activation, Goal) (рис. 2).

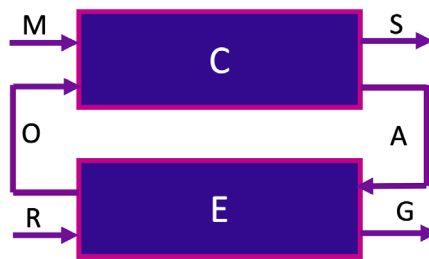


Рисунок 2 – Комп'ютинг, класичний

Авторська розробка

Комп'ютерна інженерія – відношення між апаратними та програмними рішеннями для досягнення мети. Квантовий комп'ютинг – відношення між механізмами цифрового управління та аналогового виконання. Де немає природного інтелекту, там з'являється штучний. Природний інтелект створює точне рішення за мінімальний час, а штучний – ймовірнісний за максимальний час. Цифровий комп'ютинг з'явився 40 тисяч років тому з першим малюнком мамонта на стіні в печері. Квантовий космологічний комп'ютинг існує з моменту народження Всесвіту або завжди.

Пропонується модель екселент комп'ютингу  $L=F \oplus T \rightarrow 0$  як супер-відношення між ідеал-відношенням  $F$  та існуючим аналогом-відношень  $T$  (рис. 3).

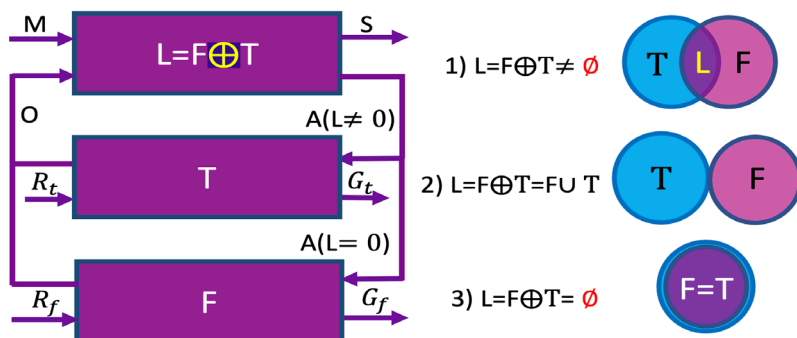


Рисунок 3 – Комп'ютерні відношення відношень

Авторська розробка

При цьому екселент комп'ютинг має цілі: перша – усунення колізій шляхом їх зведення нанівець  $L=F \oplus T$ , друга мета – удосконалення існуючого способу відносин у суспільстві  $T=F \oplus L$ , і третя мета – це удосконалення законодавства (компанії, університету держави) шляхом виконання наступної рівності чи формули  $F=L \oplus T$ .

Це завдання можна вирішити за допомогою технологій федеративного машинного навчання FLM, генеративного машинного навчання GLM, або точними логічними схемами, які можна вважати механізмами екселент комп'ютинга.

Теоретико-множинні діаграми наочно показують стан екселент комп'ютингу, завжди спрямованого на зменшення частки перетину між двома моделями екселент комп'ютингу. Щодо соціальних відносин, то тут



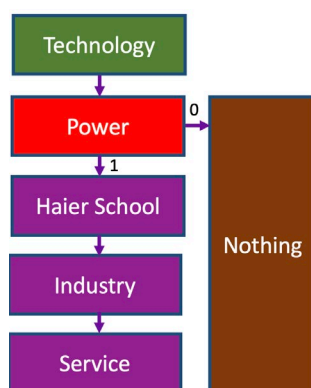
розглядаються колізії між законодавством та традиціями, що існують у суспільстві. Загальним випадком відносин у суспільстві є номер один, коли між законодавством та традиціями існує не порожній перетин  $L=F \oplus T \neq \emptyset$ .

Вкрай негативним можна вважати другий випадок, коли між традиціями та законодавством існують розбіжності чи протиріччя, потужність яких дорівнює їх теоретико-множинні суми  $L=F \oplus T = F \cup T$ .

Ідеальним буде таке супер-відношення, коли між відношенням законодавства та відношенням традицій існуватиме порожня множина колізій-суперечностей  $L=F \oplus T = \emptyset$ .

Емоції, емоційний комп'ютинг – це легкий шлях до помилкових рішень, якщо логіка ігнорується. Він може бути потужним підсилювачем логічного комп'ютинга, який діє на кожну людину та соціальну групу. Для цього треба мати на увазі, що існує три можливі відношення логічного та емоційного комп'ютингу: 1)  $L=F \oplus T = \emptyset$  – коли на посилення логіки йде частина емоцій  $L$ , які становлять перетин з логікою; 2)  $L=F \oplus T = F \cup T$  – відсутність перетину між логікою та емоціями, що означає відсутність впливу емоції на логіку; 3)  $L=F \oplus T = \emptyset$  – випадок найсильнішого посилення логіки, завдяки тому що емоції працюють синхронно з логікою, маючи найбільше перетин. Вводиться модель комп'ютинга усунення протиріч між державними  $T$  і технологічними  $F$  відносинами  $L=F \oplus T$ .

Існують також три варіанти взаємодії технологій та законодавства. Правильно налаштоване законодавство (рис. 4) є підсилювачем технологій під час впровадження у державні структури, університети, підприємства. Неправильне законодавство буде гальмом або фільтром для технологій, які не доходять до університетів та державних підприємств.



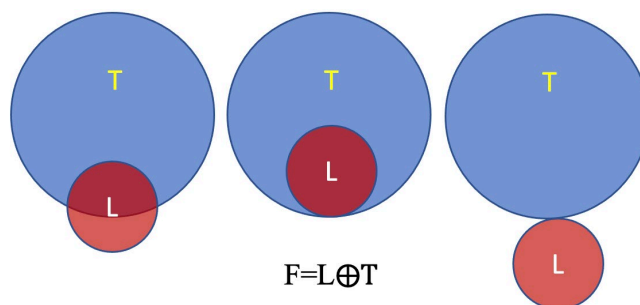
**Рисунок 4 – Два шляхи розвитку державності**

*Авторська розробка*

Політична еліта держави є головним визначальним фактором (1-шлях) у розвитку вищої школи, індустрії та сервісів таких як транспорт, медицина та харчування. Ця схема хороша, якщо політична еліта досить освідчена у



комп'ютингу. Якщо політична еліта немає елементарної інженерної освіти (0-шлях), така країна приречена на деструкцію, та її народ на злидні. Тому найважливішим завданням держави, університетів, науковців є освіта політичної еліти у сфері комп'ютингу. Якщо помилок істотно менше у системі, краще будувати таблиці істинності помилок  $L$ , які будуть набагато менше, ніж множина правильних рішень  $T$ . У сумі обидві множини формують повну групу подій  $F$ , яка буде оформлена як золотий еталон або специфікація системи  $F=L\oplus T$ . Якщо відома сукупність помилок, то будь-яке інше рішення, що не є помилковим, буде валідним за принципом доповнення (рис. 5).



**Рисунок 5 – Взаємодія помилкових та істинних рішень**

*Авторська розробка*

Перша взаємодія показує частковий перетин області помилок і області функціонування системи, друга взаємодія вказує, що область помилок входить або є частиною області визначення функції, і третя взаємодія визначає, що помилкова область має порожній перетин з областю визначення функції. Вартість перевірки, що вхідна дія не належить помилковій області, набагато дешевше, ніж вартість перевірки попадання рішення до зони функції:  $Y=f(\bar{L})=f(T)$ .

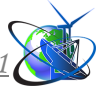
Аналог такий: якщо в таблиці істинності булевої функції дуже багато одиниць на виході елемента і всього кілька нулів, то краще записати КНФ, ніж ДНФ, що буде більш компактно і набагато економічніше для моделювання схеми.

### **Результати досліджень**

Представлено кіберфізичну модель екселент-державності, яка призначена для метричного управління ресурсами та громадянами на основі цифрового моніторингу та оцінювання потреб соціальних груп з метою забезпечення якості їх життя та процвітання країни шляхом виробництва та експорту товарів та послуг. Показано структуру цифрового державного комп'ютингу з компонентами, впорядкованими за рівнем їхнього впливу на ринковий успіх: 1) відносини; 2) цілі; 3) управління; 4) кадри; 5) інфраструктура; 6) ресурси. При цьому найголовнішим компонентом є відносини чи законодавство, що існують у державі.

### **Обговорення та аналіз результатів**

1. Кібер-тенденції від Gartner Inc. надають можливість лідерам корпоративної архітектури та керівникам університетів не відставати

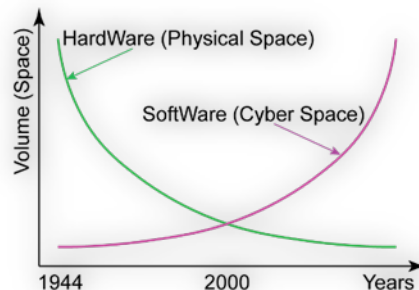


безнадійно від цифрового бізнесу в науці, освіті та індустрії, своєчасно реагувати на кіберфізичні загрози, очолювати бізнес-інновації та визначати ефективну цифрову бізнес-стратегію сталого розвитку держав.

2. За фактом Нуре-cycle є глибокою 4D-аналітикою (у часі та у просторі) стану сучасного ринку сталого кіберфізичного розвитку розумних хмарних технологій на найближчі 10-15 років.

3. Для університетів Нуре-цикл визначає життєву необхідність інвестувати у знання студентів інноваційні технології, показані у фазах циклу, з метою отримання через 5-10 років армії креативних фахівців, здатних підняти державу з руїн сучасного кібер-невігластва. Інакше, Gartner цикл для університету є стратегією його кіберфізичного сталого розвитку в часі та просторі. Будь-яка стратегія, розроблена без знання темпів і напрямку технологічних змін, страждатиме на неправильне планування дій, руйнування державних підприємств, науки та освіти.

4. Нуре-цикл неявно диференціює всі топ-технології на дві категорії: ведучі та ведені (master-slave), які за фактом означають, що розвитку HardWare (Physical Space) платформ у бік компактності завжди віддається пріоритет, оскільки решта віртуального світу (Cyber Space), що прагне безмежного розширення SoftWare додатків, завжди буде веденим. Взаємодія двох світів, пов'язаних із стійким розвитком обсягів апаратного та програмного забезпечення, що формують кіберфізичний простір, представлено на рис. 6 [7].



**Рисунок 6 – Взаємодія обсягів кіберфізичних компонентів**

*Авторська розробка*

5. Тим не менш, апаратні та програмні технології представлені в Нуре-циклі (на ринку) практично в однакових пропорціях (50:50):

Hardware-driven technologies: 4D Printing, Volumetric Displays, Nanotube Electronics, Brain-Computer Interface, Human Augmentation, Autonomous Vehicles, Cognitive Computing, Commercial UAVs (Drones), Smart Dust, Smart Robots, Smart Workspace, Connected Home, 5G, IoT Platform, Edge Computing, Neuromorphic Hardware, Quantum Computing;

Software-driven technologies: Deep Learning, Deep Reinforcement Learning, Artificial General Intelligence, Enterprise Taxonomy, Ontology Management, Machine Learning, Virtual Assistants, Cognitive Expert Advisors, Digital Twin, Blockchain, Serverless PaaS, Software-Defined Security, Virtual Reality, Augmented Reality, Augmented Data Discovery, Conversational User Interfaces, Digital Humanity, Smart Cyber Digital State.





6. Однакове співвідношення апаратних і програмних технологій у Gartner-прогнозі означає, що рівні їх капіталізації на NASDAQ-ринку прагнуть паритету, яскравим прикладом якого є компанії Apple (\$1,286 bln – індекс NASDAQ 2020) і Google (1000,0 bln). Ці виробники суттєво відрізняються тим, що вони покладаються на мудрість своїх команд (експертів), озброєних доктриною: «споживачі не можуть передбачати власні потреби» (consumers could not predict their own needs). Альтернативою є політика компанії Microsoft (\$1,359 bln), яка проводить великі дослідження перед запуском продукту, наприклад, як Windows Phone. За оцінками Gartner, частка Apple на світовому ринку мобільних телефонів становить 14,2% проти 3,3% для Microsoft. Кому довіряти, експертам чи споживачам? Відповідь однозначна – експертам, у форматі 4D – завжди, скрізь та з усіх питань. Інші капіталізації. Amazon – \$1,233 bln. Alphabet – \$919 bln. Facebook - \$ 584 bln.

### Висновки

Були розглянуті питання кіберсоціального детермінованого комп'ютингу – управління та моніторингу – державою, підприємством, університетом, кафедрою, кадрами, ресурсами. Вперше досліджено питання виникнення колізій між відносинами та технологіями у соціальній групі, компанії, державі.

Було запропоновано метрику вимірювання відносин у суспільстві, модель відношень між відносинами для вирішення кібер-соціальних проблем, модель комп'ютингу для усунення протиріч між державними, традиційними та технологічними відносинами.

### Література:

1. L. -L. Shi et al., "Human-Centric Cyber Social Computing Model for Hot-Event Detection and Propagation," in IEEE Transactions on Computational Social Systems, vol. 6, no. 5, pp. 1042-1050, Oct. 2019, doi: 10.1109/TCSS.2019.2913783.
2. S. Dhelim, H. Ning, F. Farha, L. Chen, L. Atzori and M. Daneshmand, "IoT-Enabled Social Relationships Meet Artificial Social Intelligence," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 24, pp. 17817-17828, 15 Dec.15, 2021, doi: 10.1109/JIOT.2021.3081556.
3. V. Hahanov, "Infrastructure intellectual property for SoC simulation and diagnosis service," In the book "Design of Digital Systems and Devices," Springer, p. 289-330, 2011.
4. Vladimir Hahanov, Cyber Physical Computing for IoT-driven Services, Springer, New York, 2018. 280 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54825-8>
5. S. Navabi and O. A. Osoba, "A Generative Machine Learning Approach to Policy Optimization in Pursuit-Evasion Games," 2021 60th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2021, pp. 69-76, doi: 10.1109/CDC45484.2021.9683630.
6. K. S and M. Durgadevi, "Generative Adversarial Network (GAN): a general review on different variants of GAN and applications," 2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), 2021, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICCES51350.2021.9489160.
7. C. Semeraro, M. Caggiano and M. Dassisti, "Sustainability Aspects and



Impacts in Cyber-Physical Social Systems," 2021 International Conference on Cyber-Physical Social Intelligence (ICCSI), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCSI53130.2021.9736167.

8. S. Cai, J. Xia, K. Sun and Z. Wang, "EigenCrime: An Algorithm for Criminal Network Mining Based on Trusted Computing," 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, 2013, pp. 1325-1329, doi: 10.1109/GreenCom-iThings-CPSCoM.2013.230.

9. X. Zhu and Y. Badr, "Fog Computing Security Architecture for the Internet of Things Using Blockchain-Based Social Networks," 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCoM) and IEEE Smart Data (SmartData), 2018.

10. Yuan, Y., Tang, X., Zhou, W. et al. Data driven discovery of cyber physical systems. Nat Commun 10, 4894 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12490-1>

11. N. K. Giang, R. Lea and V. C. M. Leung, "Exogenous Coordination for Building Fog-Based Cyber Physical Social Computing and Networking Systems," in IEEE Access, vol. 6, pp. 31740-31749, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2844336.

12. J. J. Zhang et al., "Cyber-Physical-Social Systems: The State of the Art and Perspectives," in IEEE Transactions on Computational Social Systems, vol. 5, no. 3, pp. 829-840, Sept. 2018, doi: 10.1109/TCSS.2018.2861224. 1361-1366, doi: 10.1109/Cybermatics\_2018.2018.00234.

13. Gartner Hype Cycle at <https://www.gartner.com/en/information-technology/research/hype-cycle>

14. Кроу М., Дебарс У. Модель Нового американского университета. М.: ВШЭ, 2017. 560 с. doi:10.17323/978-5-7598-1519-8 at <https://www.litres.ru/maykl-krou/model-novogo-amerikanskogo-universiteta/chitat-onlayn/page-1/>.

15. Butler, D. Computing 2010: from black holes to biology. Nature 402, C67–C70 (1999). <https://doi.org/10.1038/35011561>

16. Leading Through Digital Disruption. Gartner insights on spotting and responding to digital disruption. Edited By Janelle B. Hill. Gartner, 2017. At [https://www.gartner.com/imagesrv/books/digital-disruption/pdf/digital\\_disruption\\_ebook.pdf](https://www.gartner.com/imagesrv/books/digital-disruption/pdf/digital_disruption_ebook.pdf)

17. Sheth, P. Anantharam and C. Henson, "Physical-Cyber-Social Computing: An Early 21st Century Approach," in IEEE Intelligent Systems, vol. 28, no. 1, pp. 78-82, Jan.-Feb. 2013, doi: 10.1109/MIS.2013.20.und, K., Nowak, M. Cyber-sociology. Nature 392, 457 (1998). <https://doi.org/10.1038/33069>

18. The Top 10 Cloud Myths. Gartner, 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-top-10-cloud-myths>

19. Mega Trends and Technologies 2017-2050 [[https://www.nowandnext.com/PDF/Mega%20Trends%20and%20Technologies%202017-2050%20\(Print\).jpg](https://www.nowandnext.com/PDF/Mega%20Trends%20and%20Technologies%202017-2050%20(Print).jpg)]

20. Schintler L.A. (2022) Blockchain. In: Schintler L.A., McNeely C.L. (eds) Encyclopedia of Big Data. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32010-6\\_532](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32010-6_532)



21. P. T. Hester, K. Adams, Systemic Decision Making. Fundamentals for Addressing Problems and Messes, Springer Nature, 412 p.
22. S. Amarel, A. Biermann, L. Bolc, P. Hayes, A. Joshi, D. Lenat, D. W. Loveland. Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-6548-9>. Palgrave Macmillan Singapore. 322 p.
23. J. B. Hill, "Leading Through Digital Disruption", Gartner, Incorporated, 2017.

**Abstract.** *A review of new disruptive deterministic digitalization technologies based on biometric identification, comprehensive monitoring and digital management of social groups in order to eliminate conflicts and improve the quality of life is proposed. It is concluded that comprehensive online video monitoring of cyber-physical and cyber-social space for accurate digital control of objects, subjects and processes is one of the main attractors for the successful activities of companies and universities in the massive digital world.*

*Cyber trends from Gartner Inc. are considered, which provide an opportunity for corporate architecture leaders and university leaders to keep up hopelessly behind digital business in science, education, and industry, respond to cyber-physical threats in a timely manner, lead business innovations and determine an effective digital business strategy for sustainable development states.*

*A metric for measuring relations in society is introduced. The issues of cyber-social deterministic computing are solved by the state, enterprise, university, department, personnel, resources. A relationship model between relationships is proposed for solving cyber-social problems.*

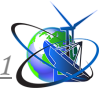
*For the first time, the issues of the emergence of conflicts between relations and technologies in a social group, company, and state are investigated. A computing model is introduced to eliminate contradictions between state, traditional and technological relations.*

*A cyber-physical model of excellent statehood is presented, which is designed for metric management of resources and citizens based on digital monitoring and assessment of the needs of social groups in order to ensure the quality of their life and the prosperity of the country through the production and export of goods and services. The structure of digital state computing is shown with components ordered by the degree of their influence on market success: 1) relationships; 2) goals; 3) management; 4) personnel; 5) infrastructure; 6) resources. At the same time, the most important component is the relations or legislation that exist in the state.*

**Key words:** *cyber-social computing, relationships between relationships, qubit data structures, modeling of social processes, similarity-difference metrics, smart digital university, data monitoring, digital governance.*

Статтю надіслано: 21.10.2022 р.

© Хаханова А.В., Абдуллаєв В.



УДК [004.7-047.72]:656.2

**DESIGN, CREATION AND OPTIMIZATION OF THE SCIENTIFIC  
DEVELOPMENT DATABASE OF THE DEPARTMENT  
ПРОЕКТУВАННЯ, СТВОРЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ БАЗИ ДАНИХ  
НАУКОВИХ РОЗРОБОК КАФЕДРИ**

**Пахомова В. М. / Pakhomova V. M.***к.т.н., доц. / c.t.s., as. prof.*

ORCID: 0000-0002-0022-099X

**Хрестян А. В. / Hrestyan A. V.***здобувач 2-го ступеня / applicant of the 2<sup>st</sup> degree*

ORCID: 0000-0002-1774-5282

*Український державний університет науки і технологій,**Україна, Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010**Ukrainian State University of Science and Technology,**Ukraine, Dnipro, Lazaryan St., 2, 49010*

**Анотація.** *Спроектована реляційна база даних наукових розробок кафедри ЕОМ з використанням даних репозитарія ДІТ з науковими розробками та даних про науково-педагогічний склад кафедри. Підвищення продуктивності роботи бази даних пов'язано з досягненням оптимальної швидкості роботи з базою даних, що потребує як оптимізації самої бази даних, так і оптимізації програмних конструкцій SQL. При проектуванні бази даних наукових розробок кафедри використаний метод нормальних форм, результати якого співпали з результатами проектування за графічним методом «Сутність-Зв'язок», що заснований на використанні діаграм ER-типу. Проведені дослідження призначення простих та композитних індексів, а також оптимізація операторів SQL. Визначено, що час виконання зменшується приблизно у два рази при оптимізації програмних конструкцій SQL.*

**Ключові слова:** *збиткове дублювання, проектування, оптимізація бази, нормальні форми, діаграма ER-типу, SQL, оптимізація конструкцій, продуктивність.*

**Вступ**

**Постановка проблеми.** У відкритому доступі можна знайти дані про наукові розробки науковців і викладачів деяких кафедр, що відносяться до різних вищих навчальних закладів, хоча це займе відповідний час на пошук. Але використовуючи систему управління базами даних і маючи навички створення конструкцій SQL (Structured Query Language), можна спроектувати власну базу даних, яка скорочує пошук, що підтверджує актуальність теми.

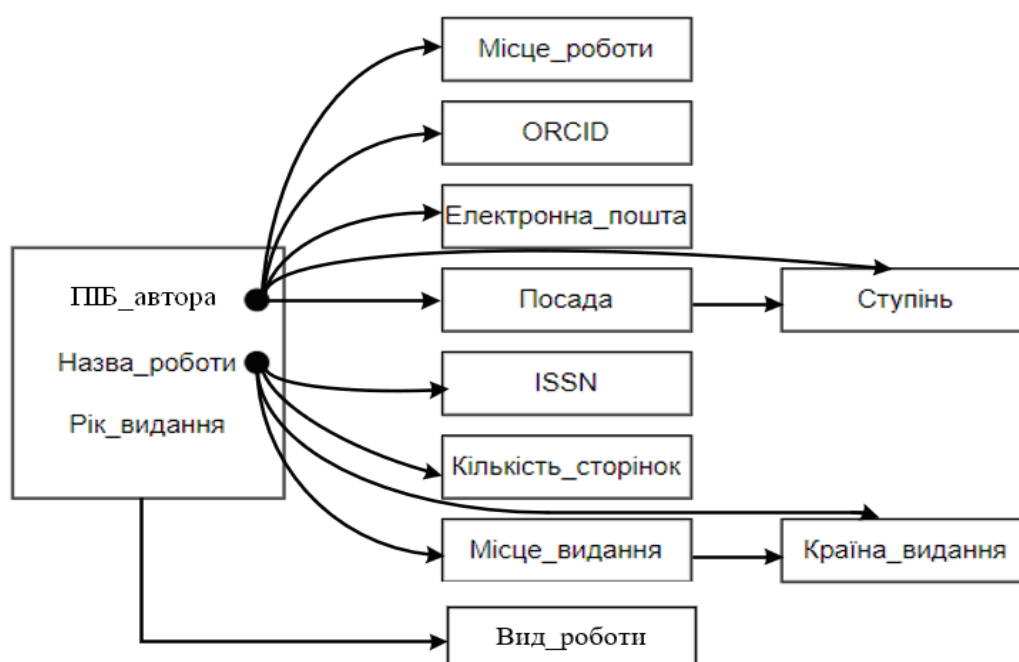
**Аналіз останніх досліджень.** Відомо, що тип бази даних визначається на основі різновиду моделі подання даних (ієрархічна, мережева, реляційна, пост реляційна, багатомірна, об'єктно-орієнтована та інші), яка лежить в її основі. На сучасному етапі існують різні додатки для створення бази даних, а саме: Altibase; Microsoft Access; MySQL Workbench; Oracle; PostgreSQL; SQL Azure та інші. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій [1-3] виявив наступне: 1) розповсюджене використання на сучасному етапі реляційних баз даних; 2) існування широкого спектру програмних додатків по створенню та обробці реляційних баз даних; 3) відсутність єдиного підходу щодо підвищення ефективності створеної бази даних, і став підставою для розробки власної методики по проектуванню та оптимізації створеної бази даних.



**Метою статті** є розробка методики по проектуванню та оптимізації бази даних наукових розробок кафедри електронних обчислювальних машин (ЕОМ).

**Постановка задачі.** Початковими даними для проектування бази даних є дані репозитарія Дніпровського інституту інфраструктури і транспорту (ДІТ) з науковими розробками (Назва\_роботи, Вид\_роботи, Кількість\_сторінок, Рік\_видання, Місце\_видання) та даними про науково-педагогічний склад кафедри ЕОМ (ПІБ\_автора, Посада\_автора, Ступінь, Місце\_роботи, ORCID).

**1. Проектування реляційної бази даних за методом нормальних форм.** У складеному початковому відношенні (ступінь – 13, потужність – 160), що знаходиться в 1НФ, проглядалося збиткове дублювання даних, від якого необхідно було позбутися. Графічна інтерпретація залежностей між атрибутами початкового відношення представлена на рисунку 1.



**Рисунок 1 – Залежності між атрибутами початкового відношення**

*Авторська розробка*

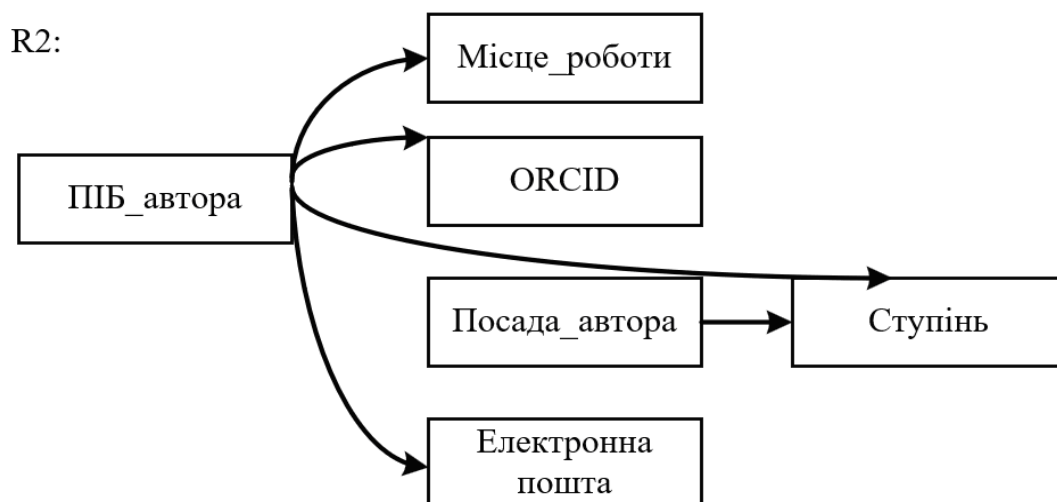
Мета першого етапу нормалізації – позбавлення від часткових залежностей. Для переведення початкового відношення із 1НФ до 2НФ необхідно скласти наступні проекції: R1; R2 та R3 (рисунок 2, рисунок 3, рисунок 4 відповідно).



**Рисунок 2 – Залежності між атрибутами відношення R1**

*Авторська розробка*





**Рисунок 3 – Залежності між атрибутами відношення R2**

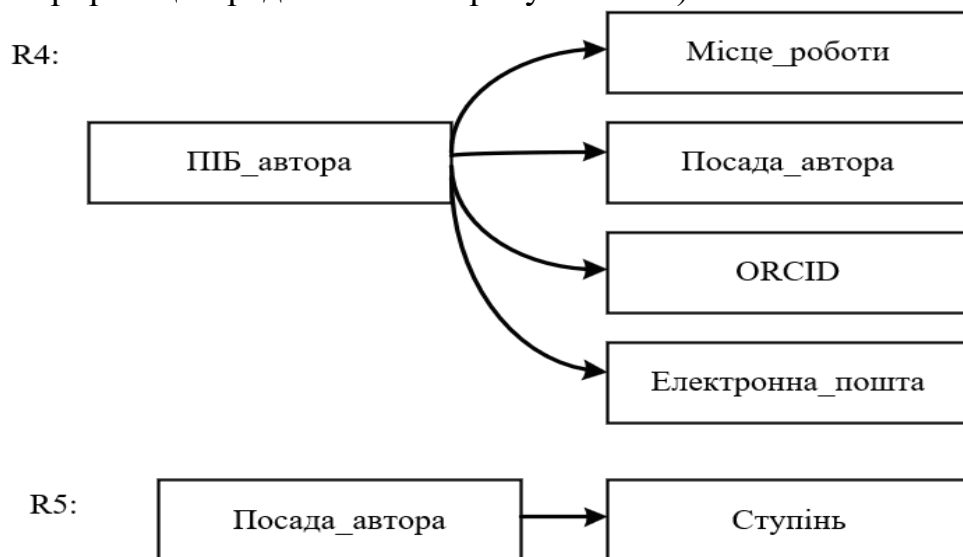
*Авторська розробка*



**Рисунок 4 – Залежності між атрибутами відношення R3**

*Авторська розробка*

Але у відношеннях R2 і R3 залишилось збиткове дублювання даних. Мета другого етапу нормалізації – позбавлення від транзитивних залежностей. Для відношень R2 і R3 складемо наступні проекції: R4, R5, R6, R7 (відповідні графічні інтерпретації представлені на рисунках 5-6).



**Рисунок 5 – Залежності між атрибутами відношення R4 та R5**

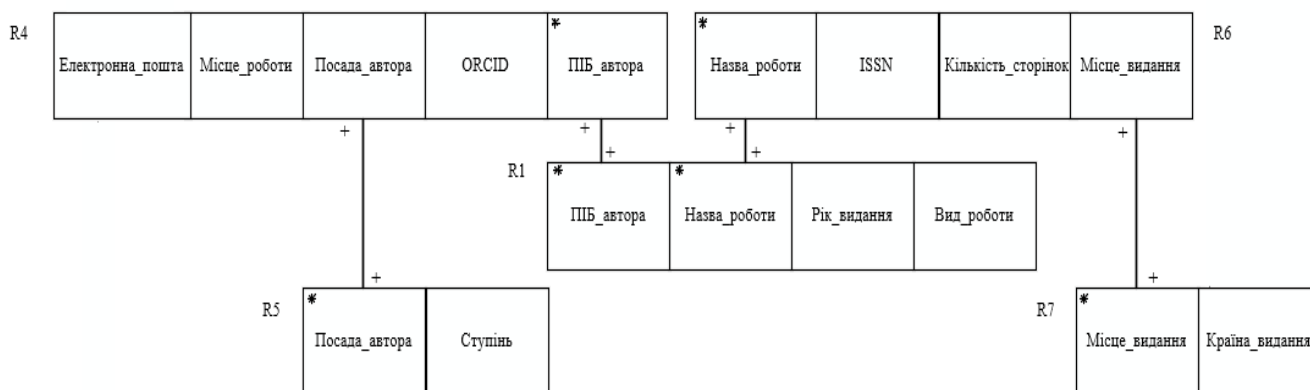
*Авторська розробка*



**Рисунок 6 – Залежності між атрибутами відношення R6 та R7**

*Авторська розробка*

Загальна структура спроектованої бази даних представлена на рисунку 7.



**Рисунок 7 – Структура бази даних за методом нормальних форм**

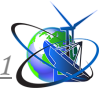
*Авторська розробка*

## 2. Проектування реляційної бази даних за методом «Сутність-Зв'язок».

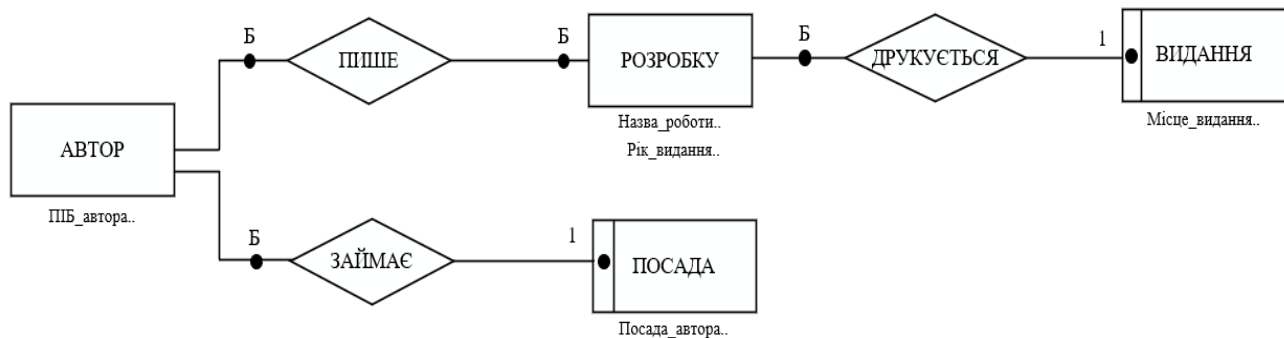
На першому етапі проектування визначені сутності та зв'язки між ними. Виділено наступні сутності: АВТОР (ПІБ\_автора); РОЗРОБКА (Назва\_роботи, Рік\_видання); ВИДАННЯ (Місце\_видання); ПОСАДА (Посада\_автора). Виділено між сутностями наступні зв'язки: АВТОР ПИШЕ РОЗРОБКУ; АВТОР ЗАЙМАЄ ПОСАДУ; РОЗРОБКА ДРУКУЄТЬСЯ ВИДАННЯМ.

На другому етапі проектування побудовано діаграми ER-типу з урахуванням всіх сутностей та зв'язків між ними. Загальна діаграма ER-типу початкового відношення представлена на рисунку 8.

На третьому етапі сформований набір відношень з використанням діаграми ER-типу. Зв'язок АВТОР ПИШЕ РОЗРОБКУ задовольняє умовам правила № 6, відповідно до якого отримано три відношення: АВТОР (ПІБ\_автора, Посада\_автора); РОЗРОБКА (Назва\_роботи, Місце\_видання); ПИШЕ (ПІБ\_автора, Назва\_роботи, Рік\_видання). Зв'язок АВТОР ЗАЙМАЄ ПОСАДУ задовольняє умовам правила № 4, відповідно до якого отримано два відношення: АВТОР (ПІБ\_автора, Посада\_автора); ПОСАДА (Посада\_автора).



Зв'язок РОЗРОБКА ДРУКУЄТЬСЯ ВИДАННЯМ задовольняє умовам правила № 4, відповідно до якого також отримано два відношення: РОЗРОБКА (Назва\_роботи, Місце\_видання); ВИДАННЯ (Місце\_видання).



**Рисунок 8 – Діаграма ER-типу початкового відношення**

*Авторська розробка*

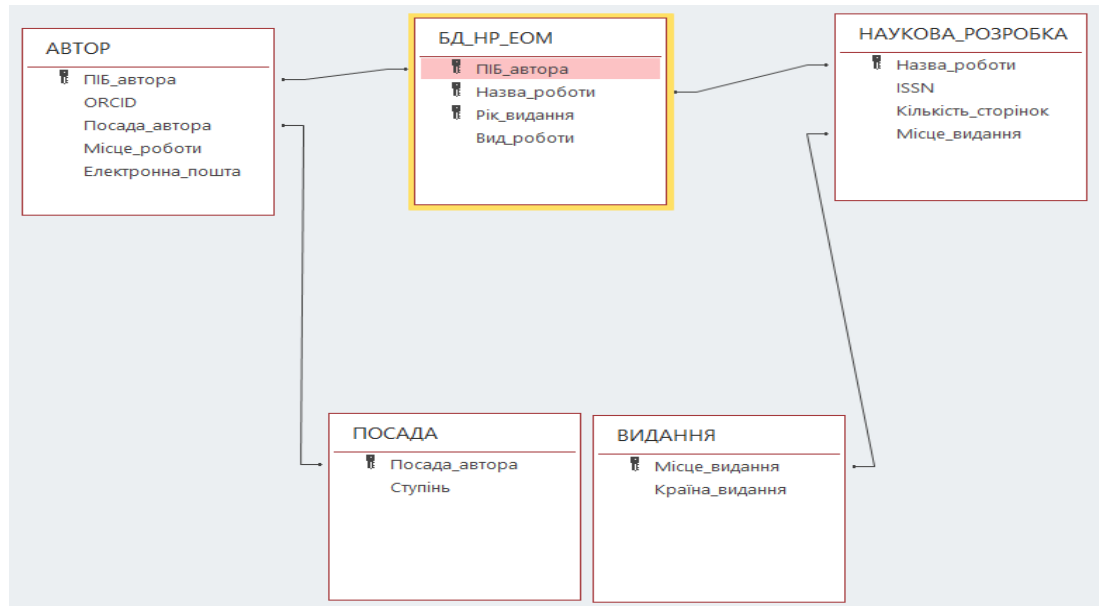
На четвертому етапі додані неключові атрибути, які не були обрані в якості ключових раніше, та призначення їх одному з відношень з тією умовою, щоб відношення відповідали вимогам нормальної форми Бойса-Кодда (БКНФ). Після додавання неключових атрибутів відношення мають наступний вигляд: АВТОР (ПІБ\_автора, Посада\_автора, ORCID, Місце\_роботи, Електронна\_пошта); РОЗРОБКА (Назва\_роботи, Місце\_видання, ISSN, Кількість\_сторінок); ПИШЕ (ПІБ\_автора, Назва\_роботи, Рік\_видання, Вид\_роботи); ПОСАДА (Посада\_автора, Ступінь); ВИДАННЯ (Місце\_видання, Країна\_видання). Усі результуючі відношення відповідають вимогам БКНФ. Таким чином, отримано ті ж відношення, що і при проектуванні бази даних методом нормальних форм: відношення АВТОР співпадає з відношенням R4; відношення РОЗРОБКА співпадає з відношенням R6; відношення ПИШЕ співпадає з відношенням R1; відношення ПОСАДА співпадає з відношенням R5; відношення ВИДАННЯ співпадає з відношенням R7.

**3. Створення в Microsoft Access бази даних з використанням SQL.** За допомогою конструкцій CREATE TABLE та INSERT INTO створено п'ять таблиць, а саме: БД\_НР\_ЕОМ (замість ПИШЕ; 4 атрибути та 161 кортеж); АВТОР (5 атрибутів та 51 кортеж); НАУКОВА\_РОЗРОБКА (4 атрибути та 94 кортежів); ПОСАДА (2 атрибути та 5 кортежів); ВИДАННЯ (2 атрибути та 20 кортежів). Схема даних створена в Microsoft Access (рисунок 9).

Для підвищення ефективності роботи бази даних доречно використання в Microsoft Access наступних механізмів: відключення автосорест імен; налаштування автоматичного стиску та відновлення бази даних; відключення параметрів автосорест. Функція автосорест імен забезпечує працездатність об'єктів бази даних при перейменуванні інших об'єктів від яких вона залежить. З часом продуктивність бази даних може сповільнюватись через те, що залишається виділене місце для видалених або тимчасових об'єктів. Команда «Стискання та відновлення» видаляє це місце і допомагає швидше та ефективніше працювати з базою даних. Параметр автосорест за замовчуванням виправляє орфографію по мірі її написання, щоб підвищити ефективність



роботи бази даних потрібно вимкнути її. Чим більше параметрів функції autocorrect відключено, тим вища продуктивність роботи бази даних.



**Рисунок 9 – Схема даних, що створена в Microsoft Access**

*Авторська розробка*

**4. Оптимізація операторів SQL.** Для досягнення оптимальної швидкості роботи з базою даних необхідно, не тільки оптимізувати спроектовану базу даних (що зроблено при нормалізації відношень), так і оптимізувати оператори доступу до бази даних. З одного боку, погано оптимізована база даних потребує багато зайвих зусиль з оптимізації операторів SQL, з іншого боку, навпаки, гарна оптимізація бази даних не допоможе, якщо використані оператори без відповідної оптимізації. Проведено дослідження часу виконання конструкцій SELECT у наступних випадках: 1) зміна порядку використання таблиць у виразі FROM; 2) зміна розташування умов обмеження у виразі WHERE; 3) зміна послідовності розташування умов обмежування та зв'язування у виразі WHERE. За результатами дослідження час виконання конструкцій SQL зменшується приблизно в два рази за рахуванням наступних умов: розташування невеликих таблиць спочатку переліку у виразі FROM; використання найбільш обмеженої умови у виразі WHERE; розташування найбільш обмеженої умови перед умовою зв'язування у виразі WHERE. Крім того, для підвищення продуктивності роботи бази даних проведено додаткове дослідження призначення простих та композитних індексів.

### **Висновки**

1. На основі даних репозитарія ДІІТ та даних про науково-педагогічний склад кафедри ЕОМ створено початкове відношення, ступінь якого 13, а потужність – 160. Проектування бази даних наукових розробок кафедри ЕОМ виконано за наступними методами: нормальних форм (класичний метод) та «Сутність-Зв'язок» (графічний метод). Отримані результати проектування за різними методами співпали, що свідчить про правильність проектування.



Створено в Microsoft Access з використанням SQL базу даних наукових розробок кафедри ЕОМ, яка містить зв'язані між собою п'ять відношень. Для підвищення ефективності роботи бази даних доречно використання наступних механізмів, що передбачені в Microsoft Access: відключення autocorrect імен; налаштування автоматичного стиску та відновлення бази даних; відключення параметрів autocorrect. Визначено, що час виконання зменшується приблизно у два рази при відповідному складанні оптимальних конструкцій SQL.

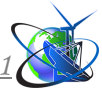
### Література:

1. Вдовичин Т. Я., Лазурчак Л. В. Проектування інформаційно-пошукових систем як засіб використання сучасних технологій // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72). № 4. 2022. 66-71. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/11>.
2. Гарбера І. В. Лінгвістична база даних «Концепт людина у фразеології східностепових українських говірок»: структура та функції // Лінгвістичні студії. Вип. 37. 2019. 123-130. DOI: 10.31558/1815-3070.2019.37.21.
3. Лакида П. І., Бідолах Д. І., Кузьович В. С. Просторова база даних урболандшафтів на прикладі зелених насаджень міста Бережани // Науковий вісник НЛТУ України. Том 30. № 4. 2020. 51-56. URL: <https://doi.org/10.1036930/40300409>.

**Abstract.** *A relational database of scientific developments of the Department of Computer Science was designed using the data of the DIIT repository with scientific developments and data on the scientific and pedagogical staff of the department. Improving the performance of the database is associated with achieving the optimal speed of working with the database, which requires both the optimization of the database itself and the optimization of SQL software constructs. When designing the database of scientific developments of the department, the method of normal forms was used, the results of which coincided with the results of designing according to the graphic method «Essence-Relation», which is based on the use of ER-type diagrams. Conducted studies on the assignment of simple and composite indexes, as well as optimization of SQL statements. It is determined that the execution time is reduced by approximately two times when optimizing the SQL program constructs.*

**Key words:** *excessive duplication, design, database optimization, normal forms, ER-type diagram, SQL, optimization of structures, performance.*





УДК:616.155.2-056.4

**ERYTHROPOETIN AND INDICATORS SURVIVAL RATE OF  
ONCOHEMATOLOGIC AND ONCOLOGIC PATIENTS WITH ANAEMIC  
SYNDROME****ЕРИТРОПОЕТИН І ПОКАЗНИКИ ВИЖИВАННЯ ОНКОГЕМАТОЛОГІЧНИХ І  
ОНКОЛОГІЧНИХ ПАЦІЄНТІВ ІЗ АНЕМІЧНИМ СИНДРОМОМ****Borysenko D.O. /Борисенко Д.О.***PhD student/аспірант*

ORCID 0000-0003-4726-1235

**Maikut-Zabrodskaia I.M. /Майкут-Забродська І.М.***PhD student/аспірантка*

ORCID: 0000-0003-3945-3608

**Melnyk U.I./Мельник У.І.***PhD student/аспірантка***Vydyborets S.V. / Видиборець С.В.***M.D., prof./д.м.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-0546-4325

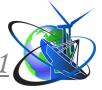
*Shupyk National Healthcare University of Ukraine, department of hematology and transfusiology**Dorogozitskaja Str., 9, 04112, Kyiv, Ukraine**Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика,  
кафедра гематології і трансфузіології, вул. Дорогожицька 9, 04112, Київ, Україна*

**Анотація.** Узагальнені результати медико-біологічних досліджень про природу еритропоетину (ЕПО), регулюванню його продукції і механізму дії. Представлені сучасні дані про синтез ЕПО, експресію рецепторів ЕПО в соматичних тканинах і нервовій системі. Описані нейтропні, вазотропні, кардіотропні і інші негемопоетичні ефекти ЕПО. Обмірковується роль ЕПО в пухлинному рості, експериментальні і клінічні відомості щодо протекторних властивостей ЕПО при патології нервової, серцево-судинної і інших систем. Анемія у пацієнтів з пухлинними захворюваннями зустрічається достатньо часто вже на момент встановлення онкологічного діагнозу і її частота зростає в процесі хіміо/радіотерапії. Зниження показника вмісту гемоглобіну в крові негативно впливає на якість життя пацієнтів і є незалежним негативним чинником прогнозу для гематологічних та солідних новоутворень. Застосування еритропоетину у пацієнтів з пухлинними захворюваннями супроводжується збільшенням показника вмісту гемоглобіну, скороченням потреби в замісних гемотрансфузіях та покращанням якості життя.

**Ключові слова:** анемія, анемія злоякісного новоутворення, кров, еритропоетин, виживання.

**Вступ.**

Анемія (зниження рівня гемоглобіну менше 12 г/дл) - одне з найбільш частих супутніх захворювань у пацієнтів з онкогематологічними захворюваннями і пухлинами [1,3,5,12,15]. За даними, що опубліковані ECAS (European Cancer Anemia Survey), анемія зустрічається у 53% пацієнтів із гемобластомами та у 36% пацієнтів із солідними неоплазіями. Однак, за даними авторів, лише 40% пацієнтів із анемією отримували лікування, направлене на підвищення рівня гемоглобіну. В той же час наслідки анемії можуть бути більш негативними, ніж це прийнято вважати [22,32]. За даними сучасних досліджень встановлено, що анемія значно погіршує якість життя пацієнтів [27,35]. У



численних дослідженнях показано, що слабкість, погана переносимість фізичного і розумового навантаження значно зростають при зменшенні показника вмісту гемоглобіну крові нижче за 120 г/л [21,25,29]. Результати чисельних досліджень свідчать, що анемія є незалежним негативним чинником прогнозу для пацієнтів як з солідними неоплазіями, так і з гемобластозами. Аналіз 60 клінічних досліджень показав, що наявність анемії значно скорочує тривалість життя онкологічних пацієнтів при співставленні з іншими несприятливими чинниками ризику [19]. Впродовж останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до зростання захворюваності на онкогематологічні і онкологічні захворювання в світі і, зокрема, в Україні [6,7, 17,23,33]. Це пов'язують із негативним мутагенним впливом шкідливих факторів довкілля [38]. Цілком закономірно, що із зростанням захворюваності на онкогематологічні і онкологічні захворювання збільшується і кількість випадків такого їх ускладнення як анемія [27,35]. Анемія при онкологічних захворюваннях має специфічні механізми розвитку, потребує спеціальних методів лікування і тому виділена в окрему нозологічну одиницю і отримала назву – анемія злоякісного новоутворення (МКХ-10 шифр D63.0) [1,3,5,12,16,27]. Актуальність даною проблеми для клінічної практики і спонукала нас до даної роботи.

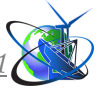
**Мета роботи** – аналіз новітніх наукових досягнень стосовно застосування еритропоєтину в клінічній практиці та висвітлення перспектив його використання у пацієнтів із найбільш поширеною онкогематологічною та онкологічною патологією, що ускладнюється анемією злоякісного новоутворення.

### **Матеріал і методи.**

Проведено пошук у сучасних електронних і друкованих джерелах інформації, пошукових наукових базах із використанням методів аналізу та узагальнення. Результати досліджень находили в базах даних Scopus, JAMA, Scholar, NCBI, Cochrane Library и PubMed за період 2012-2022 рр. за ключовими словами, що мають відношення до застосування еритропоєтину незалежно від їх дизайну. Авторами були застосовані наступні методи: інформаційно-аналітичний, бібліосемантичний, системного підходу, структурно-логічного аналізу і порівняльного контент-аналізу.

### **Результати та їх обговорення.**

Найбільш поширеним методом корекції анемії пухлинного захворювання до останнього часу були трансфузії донорської еритроцитарної маси. Цей метод відносно недорогий і дозволяє достатньо швидко нормалізувати показник вмісту гемоглобіну в периферичній крові [1,3,4]. До негативних сторін цього методу відносять ризик трансфузійних реакцій (групово несутимість, анафілаксія, цитратні реакції), можливість передачі інфекцій (віруси гепатиту, герпесу, імунодефіциту людини тощо), а також ризик розвитку гемосидерозу внутрішніх органів [27]. Істотним недоліком корекції показника гемоглобіну шляхом переливання донорських еритроцитів є короткочасність ефекту. Без повторних, іноді множинних гемотрансфузій анемія при онкогематологічних і онкологічних захворюваннях швидко прогресує [1,12,16]. Виявлення нових

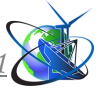


збудників інфекцій, що потенційно небезпечні для реципієнтів компонентів донорської крові ставить нові питання тестування крові донорів, що може збільшити вартість гемотрансфузій [4]. Окрім того, ВООЗ відзначає щорічне скорочення числа донорів на 10—15% у всіх країнах, у зв'язку з чим рекомендує максимально регламентовано використовувати препарати крові і застосовувати методи корекції анемії, альтернативні гемотрансфузіям. Одним із таких методів є застосування рекомбінантного еритропоєтину (ЕПО) [22,27,32]. Взаємодія даного цитокіну із специфічними рецепторами стимулює виживання (антиапоптотична дія), проліферацію і диференціювання гемопоетичних клітин еритроїдного паростка кровотворення. Зрештою ЕПО викликає стабільне і тривале збільшення продукції еритроцитів кістковим мозком [27].

Європейське товариство з вивчення та лікування раку (EORTC) в своїх рекомендаціях 2004 року і їх наступних переглядах, відзначало, що пацієнти, які отримують хіміотерапію та/або радіотерапію, повинні отримувати препарати ЕПО у разі зниження рівня гемоглобіну до 90-110 г/л залежно від наявності симптомів анемії (слабкість, серцебиття, шум у вухах, запаморочення, зниження толерантності до фізичного навантаження) [15]. При інтенсифікації хіміотерапії або наявності інших чинників ризику розвитку анемії (ураження кісткового мозку, чисельні курси хіміо/радіотерапії) доцільно призначати препарати ЕПО навіть при асимптоматичній анемії легкого ступеню ( $\leq 119$  г/л).

Систематичний аналіз результатів контрольованих досліджень свідчить про те, що застосування ЕПО у онкологічних хворих з анемією призводить до підвищення рівня гемоглобіну у 60—70% випадків. При цьому застосування ЕПО супроводжується значним поліпшенням якості життя онкологічних хворих і скороченням потреби в замісних гемотрансфузіях.

Однак сьогодні застосування ЕПО в онкології породжує ряд питань. За даними експериментальних досліджень van der Meer P. та співавт. (2005), встановлено, що ЕПО здатний викликати мобілізацію ендотеліальних попередників, що теоретично може сприяти неоангіогенезу [36]. Описана наявність рецепторів до ЕПО на поверхні клітин багатьох пухлин (гліобластома, меланома, рак стравоходу, шлунку, товстої кишки, легень, молочної залози, яєчників, сечового міхура, гемобластомах) та на ендотеліальних клітинах [1,3,5,10-12,16]. Відомо, що стимулювання цих рецепторів в експерименті може викликати антиапоптотичну дію і розростання пухлини [37]. З іншого боку, щільність еритропоєтинових рецепторів на вказаних клітинах часто незначна, і можливі псевдопозитивні дані, у зв'язку з низькою чутливістю методів, заснованих на використанні антитіл [34]. Крім того, до кінця невизначена функціональна активність наявних рецепторів [18]. Суперечливі дані щодо впливу ЕПО на проліферацію пухлинних клітин, ефект цитостатиків та опромінювання. У деяких дослідженнях показано, що ЕПО підвищує резистентність мієлобластів та клітин солідних пухлин до цитостатиків [24]. У інших, навпаки, застосування ЕПО на моделі ксенографта раку легень і раку яєчників у мишей викликало посилення цитостатического ефекту [20]. Концентрація ЕПО, що використовувалася у більшості



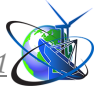
експериментальних моделей була в десятки та сотні разів перевищена максимально досягну в клініці, що породжувало питання про інтерпретацію отриманих результатів [10]. Отже, сумарний аналіз даних преклінічних досліджень не дає можливості однозначно інтерпретувати вплив ЕПО на перебіг пухлинного процесу.

Клінічні дані виявилися також суперечливими. Одним з перших досліджень, що аналізували вплив ЕПО на показники виживання, є робота T.J. Littlewood та співавт. (2001), у якій проаналізовані клінічні дані 375 пацієнтів із анемією, які отримували режими хіміотерапії з приводу солідних пухлин і гематологічних новоутворень немієлоїдної природи [31]. Пацієнтам призначали ЕПО в дозі 150 МО/кг три рази на тиждень протягом 6 місяців (251 пацієнт) або плацебо (124 пацієнти). Результати показали, що у пацієнтів, які отримували ЕПО, потреба в замісних гемотрансфузіях була значно нижчою порівняно з тими, які отримували плацебо ( $p=0,0057$ ). Окрім того, у пацієнтів в групі, що отримували ЕПО, значно підвищувався показник вмісту гемоглобіну ( $p<0,001$ ) і поліпшувалися показники якості життя ( $p<0,05$ ). Медіана тривалості життя склала 17 місяців для пацієнтів, які отримували ЕПО, а в групі плацебо - 11 місяців. Загальне виживання по Каплан—Майер за 12 місяців мала тенденцію до збільшення в групі пацієнтів, які отримували ЕПО ( $p=0,13$ , log-rank-тест). Це стосувалося як пацієнтів із гемобластозами, так і хворих з солідними новоутвореннями.

В новому дослідженні, що було проведено Leyland-Jones B. та співавт. (2003), досліджували призначення ЕПО не стільки з метою контролю анемії, скільки з метою підвищення чутливості пухлини до хіміо/радіотерапії і поліпшень результатів лікування [30]. У першій з них - у пацієнтів із раком молочної залози з метастазами і анемією або без (допускався рівень гемоглобіну 130 г/л і нижче) проводилася хіміотерапія на фоні застосування ЕПО або плацебо протягом року. Однак, дослідження було зупинене достроково, оскільки частота прогресування пухлини (6 проти 3%) та частота тромбоемболічних ускладнень (1 проти 0,2%) була вища в групі пацієнтів, які одержували лікування ЕПО. Це знайшло віддзеркалення в зниженні загального виживання [28]. Подальший аналіз цього дослідження виявив дисбаланс у віці, важкості стану, кількості метастатичних уражень і ризику тромбозів (дослідження не було стратифіковане по чинниках ризику) у бік більшого числа чинників несприятливого прогнозу у тих пацієнтів, що отримували ЕПО. Гормональний рецепторний статус не визначався. Крім того, основна відмінність в летальності спостерігалася в перші 4 мес застосування ЕПО, що навряд чи пов'язане з препаратом.

У іншій роботі ЕПО або плацебо призначали пацієнтам з пухлинами голови та шиї на фоні опромінювання, після або без оперативного втручання. Як і в попередньому дослідженні, критерії включення дозволяли задіяти пацієнтів без анемії або з її легким ступенем (рівень гемоглобіну менше 130 г/л у чоловіків і менше 120 г/л у жінок). ЕПО призначали за 2 тижні до опромінювання і продовжували лікування впродовж 7—9 тижнів променевої терапії [28]. Доза препарату склала 300 МО/кг 3 рази щотижня, що в 2 рази



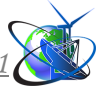


перевищуло стандартну. Результати цього дослідження розчаровували. Частота локального прогресування ( $p=0,007$ ), і загальне виживання ( $p=0,02$ ) були нижчі в групі, які отримували ЕПО. На жаль, і це дослідження не дало можливості чітко визначити вплив ЕПО на перебіг пухлини, оскільки частота неоперабельних випадків (45 проти 30%), кількості пацієнтів зі IV стадією (85 проти 70%), рецидивами до початку лікування (15 проти 7%), що палять (55 проти 40%) та із статусом більше N2 (63 проти 51%) були вищими в групі, що отримували ЕПО. Це зробило аналіз всіх включених у дослідження пацієнтів малоінформативним із-за великої частоти порушень протоколу в групі пацієнтів з поширенішим захворюванням. Аналіз показників виживання і місцевого контролю пухлини у пацієнтів, які отримали лікування відповідно до протоколу (дотримання параметрів радіотерапії і прийом як мінімум 80% досліджуваного препарату), не показав ніяких відмінностей між групами ЕПО і плацебо ( $p=0,11$ ).

Слід зазначити, що обидві означені роботи були дослідженнями, в яких ЕПО застосовувався за межами рекомендованих показань відносно початкового рівня гемоглобіну і рівня, що рекомендується для підтримки. У значної частини пацієнтів в групі, які отримували ЕПО зберігався нормальний рівень гемоглобіну на фоні лікування, що свідчить про не доцільність застосування ЕПО при нормальних показниках гемоглобіну у більшості пацієнтів у основній групі. Не дивлячись на методичні питання, ці дослідження привернули велику увагу, було проведено 2 метааналізи результатів контрольованих досліджень з метою визначення впливу ЕПО на показники виживання онкологічних пацієнтів. Аналіз результатів 57 контрольованих досліджень всіх ЕПО (альфа, бета і дарбепоетина), що включили 9353 пацієнтів, показав, що їх застосування супроводжується значним зниженням потреби в замісних гемотрансфузіях (відносний ризик 0,64; 95% довірчий інтервал 0,6—0,68), призводить до збільшення рівня гемоглобіну (3,43; 3,07—3,84) [9]. Додатковий аналіз 42 досліджень (8167 хворих з гемобластозами і солідними пухлинами) не виявив значного впливу застосування ЕПО на загальне виживання (1,08; 0,99—1,18). Другий метааналіз, що враховував дані 9 контрольованих досліджень з використанням тільки ЕПО бета, включав дані про 1413 пацієнтів (у 56% з них були гемобластоми і у 44% — солідні пухлини). Аналіз показав, що застосування ЕПО бета супроводжується уповільненням прогресу пухлини порівняно з плацебо або стандартною терапією (0,78; 0,62—0,99;  $p=0,042$ , log-rank-тест) [10]. Загальне виживання в групі ЕПО бета принципово не відрізнялося від показників контрольної групи, склавши 0,31 проти 0,32 події в рік (0,97% 0,67—1,36;  $p=0,87$ , log-rank-тест). Цей мета-аналіз підтвердив дані про безпечність застосування ЕПО. Окремий аналіз підгрупи пацієнтів з солідними пухлинами змін до загальних висновків не вніс [14].

В той же час ці метааналізи включали результати досліджень, в яких не ставилося завдання контролю загального виживання, що в значній мірі знецінює їх висновки. Прояснити ситуацію могло тільки проспективне контрольоване дослідження, яке б врахувало недоліки попередніх і в першу чергу фіксувало б довготривале загальне виживання і виживання без прогресу,





в другу — побічні ефекти ЕПО, здатні вплинути на прогноз (тромботичні ускладнення). Таке дослідження було недавно закінчене, перші результати представлені групою авторів Aapro M., Barnadas A., Leonard R.C. та співавт. [8]. У дане дослідження було включено 463 пацієнтки з метастатичним раком молочної залози і рівнем гемоглобіну, що не перевищував 130 г/л, яким проводилася хіміотерапія. Це показує, що воно було побудоване схожим чином з передчасно зупиненим обговорюваним вище дослідженням. ЕПО бета призначали 1 раз на тиждень в дозі 30 000 МО, тобто в тій же сумарній дозі впродовж 6 місяців. Пацієнти контрольної групи отримували плацебо. Групи були сопоставимі за віком, важкості стану, рецепторному статусу, тривалості попереднього лікування і початковому рівню гемоглобіну, що склав 115 г/л для групи, яка отримувала ЕПО і 112 г/л для групи плацебо. При медіані спостереження 1,5 року. При порівнянні кривих загального виживання (відносний ризик 1,07;  $p=0,522$ ) і виживання без прогресу (1,07;  $p=0,448$ ) відмінностей між групами виявлено не було. Відмічена значна перевага у виживанні без замісних гемотрансфузій в групі з ЕПО (0,59;  $p=0,0097$ ). Частота тромботичних ускладнень була вища в групі тих, які отримували ЕПО бета (13 проти 6%) в основному за рахунок поверхневого тромбофлебиту. Частота важких тромбоемболій статистично не відрізнялася у групі пацієнтів, які отримували ЕПО або плацебо, і склала 4 і 3% відповідно. По 4 пацієнти в кожній групі померли від цих ускладнень. Автори зробили висновок, що застосування ЕПО бета в дозі 30 000 МО 1 раз в тиждень добре переноситься і не впливає на загальне виживання хворих з метастатичним раком молочної залози, що отримують хіміотерапію.

### **Висновки.**

Застосування препаратів ЕПО у пацієнтів з онкогематологічними і пухлинами супроводжується збільшенням рівня гемоглобіну, скороченням потреби в замісних гемотрансфузіях і позитивно впливає на якість життя.

Застосування препаратів ЕПО у пацієнтів із неоплазіями не спричинює негативного впливу на загальне виживання пацієнтів. Застосування препаратів ЕПО може супроводжуватися деяким підвищенням тромботичної готовності у пацієнтів із пухлинними захворюваннями, але потрібні додаткові дослідження для розшифровки механізму цього впливу і розробки методів профілактики. Враховуючи, що у всіх пацієнтів з онкогематологічними і онкологічними захворюваннями підвищений ризик виникнення тромботичних ускладнень є необхідним проведення контролю за системою згортання крові.

### **Література / References**

1. Андрияка А.А. Анемия злокачественного образования: особенности ведения пациентов. Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа. 2018. №4(2), С.223 - 229.
2. Андрияка А.А. Негемопоетические функции эритропоэтина. Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа. 2018, №4(2). pp. 241 - 252.
3. Видиборець С., Борисенко Д. Діагностична цінність дослідження трансферину на різних стадіях розвитку анемії злоякісного новоутворення у



пацієнтів із уротеліальним раком сечового міхура. World Science (Poland), 2019, №12(52), ч.1, С. 25-31. [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws/30122019/6827](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122019/6827)

4. Видиборець С., Дерпак Ю., Кучер О., Горяїнова Н. Трансфузійнотрансмісивні захворювання. Trends in the development of medicine, biology and pharmacy: collective monograph. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2021. С. 126-166. Available at: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.MED.1>

5. Выдыборец С. В, Андрияка А. А. Современные принципы лечения анемии у пациентов с онкогематологическими и онкологическими заболеваниями. Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа. 2016, №2(3). С. 388-396.

6. Новак В. Л., Масляк З. В., Горяїнова Н.В. і співавт. Показники діяльності гематологічної служби України в 2019 році. 2020. Львів, 52 с.

7. Федоренко З. П., Михайлович Ю. У., Гулак Л. О. і співавт. Рак в Україні, 2019-2020. Захворюваність, смертність, показники онкологічної допомоги. Бюлетень Національного реєстру України. 2021. №22, 82 с. <https://www.ncru.inf.ua>

8. Aapro M., Barnadas A., Leonard R. C. et al. Effects of epoetin beta treatment in patients with metastatic breast cancer receiving chemotherapy. Results of BRAVE trial. 29th San Antonio Breast Cancer Symposium. Abstr 6079.

9. Aapro M., Coiffier B., Dunst J. et al. Effect of treatment with epoetin beta on short-term tumour progression and survival in anaemic patients with cancer: A meta-analysis. Br J Cancer. 2006. No 95. P.1467-1473.

10. Acs G., Acs P., Beckwith S. M. et al. Erythropoietin and erythropoietin receptor expression in human cancer. Cancer Res. 2001. No 61. P. 3561-3565.

11. Anagnostou A., Liu Z., Steiner M. et al. Erythropoietin receptor mRNA expression in human endothelial cells. Proc Natl Acad Sci USA 1994. No 91. P.3974-3978.

12. Andriiaka A. Mechanisms of anemia formation in colorectal cancer, its clinical and laboratory characteristics. SWorld Journal (Bulgaria). 2021 (May), Issue 8, part 3. P.59-65. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-08-03-087>

13. Blajchman M. A., Vamvakas E. C. The continuing risk of transfusion-transmitted infections. N Engl J Med. 2006. No 355(13). P.1303-1305.

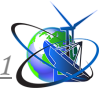
14. Boogaerts M., Oberhoff C., Ten Bokkel-Huinink W. et al. Epoetin beta (NeoRecormon) therapy in patients with solid tumours receiving platinum and non-platinum chemotherapy: a meta-analysis. Antitumor Res. 2006. No 26. P.479-484.

15. Bokemeyer C., Aapro M.S., Courdi A. et al. EORTC guidelines for the use of erythropoietic proteins in anaemic patients with cancer: 2006 update. Eur J Cancer. 2007. No 43. P.258—570.

16. Borysenko D., Vydyborets S. The main parameter of iron metabolism in patients with urothelial bladder cancer at different development stages of malignant neoplasm anemia. Scientific Journal of Polonia University Periodek Naukowy Akademii Polonijnej. Czestochowa. 2020, Vol.43, No 6. P. 247-255. <https://doi.org/10.23856/4330>



17. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I., et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancer in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2018. No 68. P.394-424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
18. Busse L., Sinclair A., Rogers N. et al. Is Epo receptor over expressed in human tumor cells. *Proc Am Assoc Cancer Res.* 2005. No.46. Abstract 4562.
19. Caro J. J., Salas M., Ward A. et al. Anemia as an independent prognostic factor for survival in patients with cancer: a systemic, quantitative review. *Cancer.* 2001. No 91. P.2214-2221.
20. Carvalho G., Lefaucheur C., Cherbonier C. et al. Chemosensitization by erythropoietin through inhibition of the NF-kappaB rescue pathway. *Oncogene.* 2005. No 24. P.737-745.
21. Cella D. The Functional Assessment of Cancer Therapy-Anemia (FACT-An) Scale: a new tool for the assessment of outcomes in cancer anemia and fatigue. *Semin Hematol.* 1997. No 34(3 Suppl 2). P. 13-19.
22. Douglas R. J., Somerfield M. R., Hagerty K. L. et al., American Society of Hematology/American Society of Clinical Oncology 2007. Clinical practice guideline update on the use of epoetin and darbepoetin. *Blood,* 2007. No 1. P.1182-1192.
23. Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I., et al. Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *Int J Cancer.* 2019. No 144. P. 1941-1953. <https://doi.org/10.102/ijc.31937>
24. Gewirtz D. A., Walker T. D., Di X. et al. Influence of erythropoietin on sensitivity to chemotherapeutic drugs in breast and leukemic tumor cells; implications for erythropoietin use in cancer patients. *Proc Amer Assoc Cancer Res.* 2005. No 46. Abstract 41157.
25. Glaspy J., Bukowski R., Steinberg D. et al. Impact of therapy with epoetin alfa on clinical outcomes in patients with non myeloid malignancies during cancer chemotherapy in community oncology practice. Procrit Study Group. *J Clin Oncol.* 1997. No 15. P.1218-1234.
26. Goodnough L. T., Monk T. G., Andriole G. L. Erythropoietin therapy. *N Engl J Med.* 1997. No 336. P.933-938.
27. Greer J. P., Arber D. A., Glader B. et al. (Ed.) Wintrobe's clinical hematology 13<sup>th</sup> ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. 2278 p.
28. Henke M., Laszig R., Rube C. et al. Erythropoietin to treat head and neck cancer patients with anaemia undergoing radiotherapy: randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2003. No 362. P.1255-1260.
29. Lefebvre P., Vecerman F., Sarokham B. et al. Relationship between hemoglobin level and quality of life in anemic patients with chronic kidney disease receiving epoetin. *Cur Med Res Opin.* 2006. No 22. P.1929-1937.
30. Leyland-Jones B. Best Investigators and Study Group. Breast cancer trial with erythropoietin terminated unexpectedly. *Lancet Oncol.* 2003. No 4(8). P.459-460.
31. Littlewood T. J., Bajetta E., Nortier J. W. et al. Effects of epoetin alfa on hematologic parameters and quality of life in cancer patients receiving nonplatinum chemotherapy: results of a random ized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin*



Oncol 2001. No 19. P.2865-2874.

32. Ludwig H., van Bells S., Barret-Lee P. et al The European Cancer Anaemia Survey (ECAS): a large, multinational, prospective survey defining the prevalence, incidence, and treatment of anaemia in cancer patients. Eur J Cancer. 2004. No 40. P.2293-2306.

33. Siegel R. L., Miller K. D., Fuchs H. E., Jemal A. Cancer Statistics 2021. CA. Cancer J Clin. 2021. No 71. P. 7-33. <https://doi.org/10.3322/caas.21654>

34. Sinclair A., Busse L., Arnold G. et al. Epo receptor transcription is not elevated nor predictive of surface expression in human tumor cells. Proc Assoc Cancer Res. 2005. No 46. Abstract 5457.

35. Turner J., Parsi M., Badireddy M. (2020) Anemia. *StarPearls [Internet]*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499994/>

36. Van der Meer P., Lipcic E., Henning R. H. et al. Erythropoietin induces neovascularization and improves cardiac function in rats with heart failure after myocardial infarction. J Am Coll Cardiol. 2005. No 46. P.125-133.

37. Westenfelder C., Baranowski R. L. Erythropoietin stimulates proliferation of human renal carcinoma cells. Kidney Int. 2000. No 58. P.647-657.

38. Yildirim-Kahriman S. Non-intrinsic cancer risk factors. Exp Oncol. 2021. No 43(4). P. 290-297. <https://doi.org/10.32471/exp-oncology.2312-8852.vol.43-no-4.16804>

**Abstract.** Results of medical and biological investigations about the erythropoietin (EPO) nature, regulation of its production and mechanisms of its action are observed. Modern data about the synthesis of EPO and expression of EPO-receptors in nervous and somatic tissues are suggested. The neurotropic, vasotropic, cardiotropic and other non-hemopoietic effects of EPO are described. The roles of EPO in tumor growing, experimental and clinical knowledge about the protective properties of EPO in pathology of nervous, cardiovascular and other systems are discussed. The anaemia at patients with tumoral diseases meets often enough already by the moment of statement of the diagnosis, and frequency of this complication increases in process chemio/radiotherapy even more. The anaemia is the independent negative factor of the forecast both for hematological, and for solid neoplasms. Application of EPO for patients with tumoral diseases is accompanied by augmentation of level of haemoglobin, reduction of requirement for replaceable hemotransfusions and life improvement of quality. EPO application according to the accepted indications for patients with neoplasias does not render negative influence on survival rate.

**Key words:** anaemia, anemia of malignant growth, blood, erythropoietin, survival rate.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

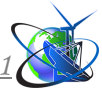
*The authors declare no conflict of interest.*

Стаття відправлена: 17.10.2022 р.

© Борисенко Д.О., Майкут-Забродська І.М.,

Мельник У.І., Видиборець С.В.





УДК:616.155.2-056.4

## DIAGNOSTICS OF IRON DEFICIENT BLOOD DONORS ДІАГНОСТИКА ЗАЛІЗОДЕФІЦИТНИХ СТАНІВ У ДОНОРІВ КРОВІ

Чепурна А.В. / Чепурна А.В.

PhD student / аспірантка

Vydyborets S.V. / Видиборець С.В.

M.D., prof./д.м.н., проф.

ORCID: 0000-0003-0546-4325

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, department of hematology and transfusiology

Dorogozitskaja Str., 9, 04112, Kyiv, Ukraine

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика,  
кафедра гематології і трансфузіології, вул. Дорогожицька 9, 04112, Київ, Україна

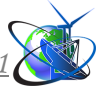
**Анотація.** В статті наведені сучасні методи лабораторної діагностики залізодефіцитних станів у донорів крові. Коротко викладені уявлення про метаболізм заліза в організмі та патогенетичні механізми формування клінічних та лабораторних симптомів. Тлумачиться діагностичне значення лабораторних методів, що застосовуються для діагностики залізодефіцитних станів. Зроблено висновок про комплексний підхід в їх лабораторній діагностиці.

**Ключові слова:** метаболізм заліза, дефіцит заліза, лабораторна діагностика, діагностика, кров, донори крові.

**Вступ.** Залізодефіцитні стани (ЗДС) через велику поширеність залишаються актуальною проблемою для системи охорони здоров'я у всьому світі [5-7,12]. В Україні поширеність ЗДС впродовж останніх років не має тенденції до зниження, а у деяких областях навіть реєструється їх зростання [3]. Дефіцит заліза в організмі людини є дуже поширеним явищем, на який страждає 1/5 частина людства (ВООЗ, 2020) [11]. Залежно від ступеня дефіциту заліза виділяють доклінічні і такі що проявляються клінічно ЗДС. Глибоким проявом ЗДС може бути розвиток залізодефіцитної анемії (ЗДА) [5,7,8]. У структурі усіх анемій питома вага ЗДА становить до 80% [3,7,8]. Клінічні прояви ЗДС настільки різноманітні, що, не зважаючи на тривалу історію вивчення, на сьогодні залишається актуальною проблема їх діагностики [4,9-11]. Практика показує, що лікарі практичної охорони здоров'я поверхнево знайомі з основними методами лабораторної діагностики ЗДС, не завжди вміло їх використовують. Така ситуація супроводжується призначенням додаткових досліджень, що часто мають дорогу вартість, витрачається дорогоцінний час на діагностичний пошук, що віддаляє призначення своєчасних профілактичних заходів чи обґрунтованого лікування. За винятком показника феритину сироватки крові (ФнС), запропоновані і доступні для практики в Україні лабораторні тести для діагностики ЗДС наразі вважають недостатньо високочутливими та специфічними і відрізняються від рекомендацій ВООЗ (2020) [11]. Поширеність ЗДС негативно відбивається на донороспроможності населення.

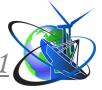
**Мета роботи** – узагальнити і систематизувати сучасні дані щодо основних методів лабораторної діагностики ЗДС, зокрема, у донорів крові та продемонструвати їх практичне значення.





**Матеріали і методи.** Проведено пошук у сучасних електронних і друкованих джерелах інформації, пошукових наукових базах із використанням методів аналізу та узагальнення. Результати досліджень знаходили в базах даних Scopus, JAMA, Scholar, NCBI, Cochrane Library и PubMed за період 2012-2022 рр. за ключовими словами, що мають відношення до залізодефіцитних станів, донорства крові, незалежно від їх дизайну. Авторами були застосовані наступні методи: інформаційно-аналітичний, бібліосемантичний, системного підходу, структурно-логічного аналізу і порівняльного контент-аналізу.

**Результати і їх обговорення.** Для проведення будь-якого діагностичного пошуку необхідно чітко уявляти причини, патогенетичні механізми розвитку і клінічні прояви (як класичні, так і нетипові) того або іншого захворювання. Усе це у повній мірі стосується дефіциту заліза (ДЗ). Коротко нагадаємо основні моменти метаболізму заліза у організмі. У дорослої людини міститься 4–6 г заліза (50 мг/кг маси у чоловіків і 35 мг/кг у жінок) [8]. Надходження екзогенного заліза в організм здійснюється за допомогою його засвоєння з продуктів харчування. Фізіологічна потреба у залізі складається з компенсації його втрат з калом, сечею, потовиділенням, а також витрат на синтез гемоглобіну, міоглобіну, забезпечення діяльності ензимів, утворення запасів у вигляді депо. Усе залізо, що міститься в організмі, умовно можна розділити на функціональне (залізо, що входить до складу еритрокаріоцитів кісткового мозку і циркулюючих еритроцитів, ферментів і міоглобіну), транспортне (зв'язане з трансферином (ТФ)), депоноване (зв'язане з феритином (ФН) і гемосидерином (ГН)) і залізо, що утворює лабільний пул [1,5,8,9,12]. Добова потреба дорослої людини у залізі становить 1,0–1,5 мг [1,8,13]. Слід зауважити, що з їжі всмоктується близько 10% заліза [8]. Якщо запаси заліза в організмі людини достатні, залізо втрачається зі злущеним епітелієм слизової оболонки кишечника, а за наявного ДЗ більша його частина, не затримуючись у слизовій, надходить у кровообіг, де з'єднується з білком-переносником ТФ [6,9]. У слизовій оболонці кишечника функціонує транспортна система, що регулює всмоктування заліза залежно від потреби організму. Вона переважно локалізується у дванадцятипалій кишці і верхньому відділі голодної кишки, але за глибокого дефіциту всмоктування заліза відбувається впродовж всієї довжини кишечника. У клітинах слизової оболонки кишечника наявні механізми швидкого і повільного обміну пулів заліза. Механізми проникнення зв'язаного заліза в клітини, його перенесення до апоферитину і вивільнення з клітини у транспортну систему крові встановлені не до кінця. При ДЗ збільшується вміст ТФ і трансферинових рецепторів (ТфР) на поверхні ентероцитів, що супроводжується підвищенням абсорбції і транспортної здатності у клітинах слизової оболонки кишечника. Якщо досягнуто балансу заліза, то частина його зберігається у клітинах у формі внутрішньоклітинного ФН. Апоферитин є зберігаючим білком для заліза. Ця ланка у ланцюгу метаболізму заліза є пулом заліза повільного обміну в ентероцитах. Якщо у ньому немає необхідності, то через декілька днів внутрішньоклітинний ФН елімінується під час фізіологічного злущення епітеліальних клітин. Після того як залізо надійшло з просвіту кишечника у циркулюючу кров, воно з'єднується

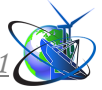


з ТФ плазми крові.

ТФ – транспортний білок з молекулярною масою близько 88000 Д, належить до групи  $\beta$ -глобулінів. Синтез ТФ відбувається в основному у печінці та у невеликих кількостях у лімфоїдній тканині, молочній залозі, яєчках та яєчниках. Кожна молекула ТФ може зв'язати 2 атоми тривалентного заліза. ТФ є основним транспортним білком  $\beta$ -глобулінової фракції і може бути представленим в плазмі крові чотирма типами, які суттєво відрізняються за здатністю зв'язуватися із рецепторами: апотрансферин – ТФ, який звільнився від заліза; власне ТФ – містить 2 атоми заліза; С-термінальний ТФ та N-термінальний ТФ, які можуть зв'язувати по 1 атому заліза. За звичай, ТФ лише на 1/3 насичений залізом, він здійснює перенос заліза від донорського сайту до сайтів, які мають метаболічну потребу в залізі. Іншою важливою властивістю ТФ є здатність до хелатування заліза, що захищає клітини від токсичної дії активних форм кисню (перекисних, супероксидних і гідроксильних радикалів), а при інфекційних процесах не дає мікроорганізмам можливості використовувати залізо для їх потреб. Синтез ТФ здійснюється в гепатоцитах відповідно до потреб організму в залізі: при його недостатності підвищується транскрипція трансферинової матричної РНК, і, навпаки, при його нормальній концентрації синтез ТФ зменшується. Переважну кількість заліза ТФ отримує від гемоглобіну в процесі його катаболізму у макрофагах. ТФ є поставщиком заліза для всіх соматичних клітин, але залізо у ньому знаходиться у доволі стійкому сполученні, що необхідний специфічний механізм його вивільнення [6,9,12].

ТФ доставляє залізо до органів і тканин за допомогою ТфР. ТфР є інтегральним мембранним білком, який здійснює медіаторну передачу заліза із ТФ, який знаходиться в плазмі крові, всередину клітини. Процес відбувається шляхом зв'язування ТФ і ТфР з наступним включенням комплексу ТФ-ТфР до ендоплазматичної везикули шляхом рецептор-опосередкованого ендоцитозу. Після експонування ендосом в кислому середовищі (рН менше 6,0), залізо вивільнюється із ТФ і проникає в здатний до хелації внутрішньоклітинний пул. Там воно може або інкорпороватися до білків, які виступають як депо заліза, або може бути використано для подальшого клітинного метаболізму. Експресія ТфР відбувається на всіх видах клітин, за винятком високо диференційованих, і залежить від внутрішньоклітинної концентрації заліза. Швидкість і інтенсивність експресії ТфР регулюється через рівень матричної РНК ТфР шляхом взаємодії залізо регулювального протеїну (IRP) і відповідальних за залізо елементів (IRE) за принципом зворотнього зв'язку. При низькому вмісті внутрішньоклітинного заліза відбувається зв'язування IRP із IRE, що спричинює підвищення експресії ТфР, завдячуючи чому залізо активно інтегрується до клітини. Навпаки, якщо заліза в клітині достатньо, зв'язування IRP із IRE не відбувається, що супроводжується зниженням експресії ТфР. Тим самим призупиняється процес зв'язування Тф із ТфР, внаслідок чого залізо не потрапляє всередину клітини [4-6,8,9].

Окрім концентрації заліза в клітині, рівень експресії ТфР залежить від інтенсивності проліферації клітин. Найбільшу кількість ТфР виявляють в



клітинах, що активно ростуть і швидко діляться, тобто мають підвищену потребу в залізі. Це стосується як нормальних так і злоякісних клітин. Подібно іншим мембранним білкам, ТфР виявляють в сироватці крові як усічений фрагмент трансмембранного розчинного рецептора (рТфР). Визначення рТфР входить до числа показників, що рекомендовані для верифікації дефіциту заліза Групою по боротьбі з анемією ЮНІСЕФ/ВООЗ (2004). Його підвищення понад 7 мг/л є критерієм, поряд з іншими, що свідчить про ДЗ і є інформативним навіть на ранніх стадіях. Нормальними значеннями рТфР рекомендують вважати  $2,4 \pm 0,67$  мг/л. В нормі ТФ насичений залізом не повністю, а приблизно на 30%. Насичення ТФ представляє собою співвідношення концентрації заліза сироватки до концентрації ТФ сироватки (коефіцієнт корекції 1,41) і визначається за формулою:

$$KHT3(\%) = \frac{ЗС(мкг/дл)}{Т(мг/дл) \times 1,41} \times 100,$$

де, НТЗ – коефіцієнт насичення Тф залізом;

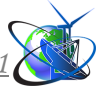
ЗС – вміст заліза у сироватці крові;

Т – вміст Тф у сироватці крові.

ТФ переносить залізо до еритроцитів кісткового мозку і у тканинні депо, здійснює його зворотній транспорт з макрофагів і тканинних депо у місця синтезу залізовмісних сполук [6,9]. Комплекс залізо-ТФ зв'язується зі специфічними для ТФ рецепторами на клітинах органів-мішеней. Ділянка молекули, що зв'язує метал, не є специфічною для заліза. ТФ може зв'язувати також кобальт, магній, мідь, цинк і хром, проте спорідненість до цих металів нижча, ніж до заліза. Роль ТФ полягає також у зв'язуванні заліза, що надійшло у надлишку, оскільки поза зв'язком з білком воно токсичне для організму. Багато клітин організму потребують ТФ для росту. В імунній системі присутність ТФ є обов'язковою умовою для мітогенної проліферації Т-лімфоцитів. ТФ відносять до білків гострої фази, що відображають імунологічну реактивність організму. Час напіврозпаду комплексу залізо-ТФ становить від 70 до 140 хв.

Кількісне визначення ТФ у сироватці крові можна проводити методами радіальної імунодифузії, лазерної нефелометрії з визначенням розсіювання при малих кутах відхилення; нефелометрії з використанням фотометрів. Приблизну концентрацію ТФ можливо визначити за допомогою показника загальної залізов'язуючої здатності сироватки (ЗЗЗС) [1,8].

Депонування заліза здійснюється білками ФН і гемосидерином (ГН) [1,4,8,10]. ФН виявляють майже у всіх тканинах, особливо висока тканинна концентрація і синтетична активність у печінці, селезінці і кістковому мозку. ФН має молекулярну масу 440000 Д. Білок у вільному від заліза вигляді називається апоферитином. ФН складається з білкової оболонки, яка оточує ядро тривалентного заліза у вигляді комплексів оксиду і фосфату заліза. Кожна молекула апоферитину може абсорбувати до 5000 атомів заліза, проте більшість молекул ФН містять від 1000 до 3000 атомів заліза. Функція ФН зводиться в основному до створення запасу заліза і швидкої мобілізації останнього залежно від потреби. Рівень ФН сироватки на сьогодні вважають



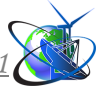
загальновизнаним маркером забезпеченості залізом: він прямо пропорційний накопиченню заліза в макрофагах і гепатоцитах, за умови відсутності інфекції і запальних процесів. Зменшення вмісту ФН менше 12 мкг/л має високу специфічність для ДЗ. Однак чутливість методу різко знижується при значеннях ФН понад 300 мкг/л, оскільки даний білок є гострофазним і може відображати ступінь активності системи мононуклеарних фагоцитів. ФН є водорозчинним білком, який служить основним депо заліза. Будь яка кількість заліза, що не підлягає негайній утилізації, може депонуватися в молекулах ФН або його агрегованій формі – ГН, у вигляді фосфат гідроокису заліза. ФН має непересічне значення для підтримання заліза у розчинній нетоксичній і біологічно доцільній формі, виконуючи відповідальну роль буфера по відношенню до змін портеб тканин у залізі. При запаленні (цитолізі клітин печінки, неоплазіях, нирковій недостатності тощо) високі значення ФН можуть маскувати явний дефіцит заліза, тому при підозрі на ДЗ рекомендують повторне дослідження показника ФН після вщухання запального процесу [1,4,5,10].

При визначенні ФН у сироватці крові радіоімунологічним або імуноферментним методами в однієї людини можуть бути одержані результати, що відрізняються. Це пояснюється фізико-хімічними і імунологічними відмінностями ізоферитинів і типу антигенів чи антитіл, що використовують як реагенти. Вважають, що до тих пір, поки не буде знайдено міжнародний стандарт ФН, результати визначення повинні супроводжуватися повідомленнями про виробника набору і нормальних значеннях, що отримані при застосуванні даного набору. Визначення нормальних значень для ФН було завжди проблемою, оскільки параметри напряду залежать від статі і віку. Тому, вважають, що визначення заліза, ТФ і ФН слід проводити в одній порції сироватки. У здорових людей концентрація ФН у сироватці крові прямо корелює з кількістю депонованого заліза в організмі [11]. Порівняльні дослідження показали, що при ДЗ, який не супроводжується соматичними захворюваннями, як і при первинному або вторинному перевантаженні залізом, показники ФН у сироватці крові дають достатньо повне уявлення про кількість заліза в організмі. Виходячи з цього в клінічній діагностиці показник рівня ФН рекомендують використовувати як параметр, що дозволяє оцінювати пул депонованого заліза [8,11].

ГН – білок похідний від ФН з більш високою концентрацією заліза. В організмі він присутній в основному при надлишковому відкладенні заліза. Імунологічними дослідженнями підтверджено, що ГН ідентичний ФН, але має більш високий вміст заліза. Він виявляється у макрофагах кісткового мозку, селезінки, клітинах Купфера печінки. ГН містить тривалентне залізо у формі гідроксилу (29–35% по масі). ГН легко розрізняється мікроскопічно, а також ідентифікується за допомогою гістохімічної реакції з жовтою кров'яною сіллю і соляною кислотою [8].

За допомогою лабораторних методів дослідження можливо кількісно оцінити: вміст заліза у сироватці (визначення заліза сироватки); здатність сироватки транспортувати залізо (визначення ТФ у сироватці і відсоток





насичення трансферину залізом, визначення ЗЗЗС; депонування і мобілізацію заліза з депо (визначення ФН сироватки); стан еритропоезу (підрахунок еритроцитів у периферичній крові; визначення концентрації гемоглобіну; вміст гемоглобіну в одному еритроциті (МНС), середнього об'єму еритроцитів (MCV); дослідження пунктату кісткового мозку, цитохімічне визначення заліза в еритроблестах і еритроцитах) [7,8,10,12].

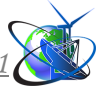
При дослідженні заліза сироватки крові слід враховувати, що рівень його залежить від впливу індивідуальних циркадних ритмів. Найбільш високий рівень заліза відмічають вранці, до ночі він поступово знижується. Зниження або збільшення концентрації заліза у сироватці крові здорової людини протягом доби може сягати 30%, залишаючись у межах нормальних значень. Тому при контролі рівня заліза проби крові необхідно брати в один і той же час доби. Кров потрібно брати до вживання препаратів заліза або через 4–5 днів після їх відміни. При проведенні дослідження необхідно виключити потрапляння заліза із зовні у реакційну суміш. У якості проби для дослідження беруть сироватку крові або гепаринізовану плазму. Концентрація заліза у пробі знижується при використанні у якості антикоагулянту цитрату або оксалату натрію, а ЕДТА-плазма взагалі не придатна для дослідження. Проба для дослідження параметрів заліза не повинна мати слідів гемолізу. При зберіганні плазми в холодильнику при температурі 4°C концентрація заліза у пробі практично не змінюється протягом декількох тижнів. У клініко-діагностичних лабораторіях основним методом визначення заліза є колориметричний.

Основними причинами ДЗ є недостатній вміст його у їжі і втрати з кровотечами або нерегламентованими донаціями крові [1,4,8,13]. Виділяють три стадії формування дефіциту заліза: прелатентну, що характеризується нормальними показниками вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів, гематокриту, концентрації заліза у сироватці і депо, підвищеною резорбцією у тонкому кишечнику, наявністю сидеробластів у кістковому мозку; латентну, яка характеризується нормальними показниками периферичної червоної крові, зменшенням вмісту заліза у сироватці та депо, збільшенням кількості зв'язаного заліза, підвищеною його абсорбцією у кишечнику, зникненням з кісткового мозку сидеробластів; стадію гіпохромної анемії, яка характеризується зниженням показників периферичної червоної крові, зменшенням вмісту заліза у сироватці та депо, збільшенням вмісту зв'язаного заліза і його резорбції в тонкому кишечнику, відсутністю у кістковому мозку сидеробластів [1,5,8].

Латентний ДЗ характеризується зменшенням його тканинних запасів і транспортного фонду, але без зниження рівня гемоглобіну [1,4]. ЗДА характеризується окрім перерахованого, ще і зменшенням вмісту гемоглобіну [8, 12,13]. Діагноз анемії встановлюють на підставі зниження рівня гемоглобіну, нижня межа норми якого залежить від віку. В різні періоди життя показники значень рівня гемоглобіну значно відрізняються і залежать від статі.

На відміну від більшості інших анемій, ЗДА, як правило, не супроводжується значним зменшенням кількості еритроцитів у одиниці об'єму крові [5-8,12]. Відповідно до рекомендацій Міжнародного комітету по





стандартизації у гематології (ICST, 1989) нижньою межею норми гемоглобіну для жінок слід вважати 120 г/л, а для чоловіків – 130 г/л. Проте, слід звернути увагу на той факт, що норми рівня гемоглобіну розроблені відповідно його визначення у венозній крові. В нашій країні у повсякденній практиці рівень гемоглобіну визначають у капілярній крові, де він на 10–20% вищий, ніж у венозній.

Для лабораторної діагностики ЗДС використовують численні методи. Перш за все це гемоглобінометрія, визначення кількості еритроцитів та їх морфологічна характеристика, еритроцитометрія, визначення гематокритного числа, колірного показника та індексів еритроцитів, підрахунок кількості ретикулоцитів [8]. Слід відмітити, що лікарі практичної охорони здоров'я недооцінюють діагностичне значення вищезазначених параметрів. У поліклініках і стаціонарах все ще існує практика "короткого" дослідження крові без вивчення морфології еритроцитів і визначення кількості ретикулоцитів у хворих на анемії.

Доступним і у той же час інформативним показником, який є однією з головних ознак ЗДС, є колірний показник. Він відображає вміст гемоглобіну в еритроциті і становить собою розрахункову величину [8]. Проте, слід підкреслити, що гіпохромія не є специфічною ознакою характерною тільки для ЗДС. Гіпохромними можуть бути анемії обумовлені дефіцитом міді, цинку, марганцю, порушенням обміну порфіринів, свинцевою інтоксикацією, інфекційними і запальними процесами. Можна стверджувати, що зміни даного показника слід враховувати у комплексі з іншими лабораторними ознаками ЗДС.

Виходячи із зміни вмісту гемоглобіну ЗДА поділяють на: I – з легким перебігом (рівень гемоглобіну 110–90 г/л); II – з середнім перебігом (рівень гемоглобіну 89–70 г/л); III – з тяжким перебігом (рівень гемоглобіну менший, ніж 69 г/л). Історично так склалося, що саме показник вмісту гемоглобіну менше 110 г/л, згідно рекомендацій ВООЗ, традиційно розглядають як анемію: саме такий рівень гемоглобіну було визначено як нижню межу норми лікарем Хелен МакКей під час першої світової війни.

Результати еритроцитометрії є істотним моментом для уточнення характеру анемії. Так для ЗДА властиве зміщення еритроцитометричної кривої Прайс-Джонса вліво, оскільки у периферичній крові багато мікроцитів [1,5,8]. Мікроцитами називають еритроцити з діаметром 6,9 мкм і менше. У здорових людей еритроцити, в залежності від діаметру, розподіляються таким чином: нормоцити (діаметр 7,0–8,0 мкм) – 68%, мікроцити – 15,2%, макроцити (діаметр 8,0 мкм і більше) – 16,8%. Необхідно враховувати, що у період активації компенсаторно-пристосувальних механізмів адаптації організму до гіпоксії у хворих на ЗДА збільшується кількість макроцитів, як відображення механізмів, спрямованих на її усунення. Виснаження цих механізмів призводить до переважання мікроцитозу у поєднанні з гіпохромією. З'являються мішенеподібні еритроцити, анулоцити, а при глибокому дефіциті заліза – краплеподібні еритроцити (дакріоцити) і плантоцити. Анізоцитоз і пойкилоцитоз є лабораторними ознаками ЗДА.



Гематокритне число дає уявлення про співвідношення між об'ємами плазми і формених елементів. Цей показник використовують для оцінки ступеня анемії, а також для розрахунку величин, що відображають різні характеристики еритроцитів. Використання розрахунків з урахуванням відхилення на гематокритне число, робить більш точними визначення вмісту біохімічних параметрів у хворих на анемії та еритроцитозі.

Показник МСН (Mean Corpuscular Hemoglobin) у хворих на ЗДА знижений, оскільки він відображає гіпохромію. Показник МНС (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) відображає ступінь насичення еритроцита гемоглобіном у відсотках. Для ЗДА властиве зменшення даного показника. Середній об'єм еритроцитів MCV (Mean Corpuscular Volume) також знижений при ЗДА. Обчислюють показник шляхом ділення гематокритного числа на загальну кількість еритроцитів в 1 мкл крові. Середній діаметр еритроцитів обчислюють шляхом множення кожного відсотка клітин з певним діаметром на його значення в мкм, зведеним до суми цих поділів і помноженим на 100. Для ЗДА властиве зниження цього показника відносно норми ( $7,55 \pm 0,099$  мкм). Показник анізоцитозу еритроцитів (RDW) розраховують як коефіцієнт варіації MCV:  $RDW = SD/MCV \times 100\%$ , де SD – стандартне середньоквадратичне відхилення об'єму еритроцитів від середнього значення. В нормі RDW дорівнює 11,5–14,5%, а при ЗДА збільшується [8].

Слід зауважити, що анізоцитоз характеризує коливання об'єму еритроцитів і виявляється прибором при автоматичному підрахунку більш точно, ніж при візуальній оцінці мазка крові. Оцінка ступеня анізоцитозу за допомогою мікроскопа може супроводжуватись цілим рядом помилок. При висушуванні еритроцитів у мазку крові їх діаметр зменшується на 10–12% у товстих мазках еритроцити менших розмірів, ніж у тонких. Позбавитися артефактів дозволяє лише автоматизований підрахунок із застосуванням кондуктометричного методу.

Визначення кількості ретикулоцитів у крові є істотним моментом лабораторної діагностики анемії. Для ЗДА властивий нормальний вміст ретикулоцитів. Ретикулоцити – це молоді еритроцити, що утворюються внаслідок втрати нормобластами ядер. За Гейгельмеєром (1938) виділяють V ступенів зрілості ретикулоцитів. У здорової людини міститься від 2 до 10 ретикулоцитів на 1000 еритроцитів, причому в нормі зустрічаються тільки ретикулоцити III і IV ступеня зрілості у співвідношенні відповідно 1/3 і 2/3. посилена регенерація еритроїдного паростка кровотворення супроводжується збільшенням вмісту ретикулоцитів 0, I, II ступенів зрілості. Таке явище називають лівим зсувом ретикулоцитарного ряду. Збільшення кількості ретикулоцитів спостерігають при ЗДА на 7–10-й день при патогенетично обґрунтованому лікуванні (ретикулоцитарний криз) [8,12]. Показник кількості ретикулоцитів може бути використаний для оцінки ефективності еритропоезу. Величину ефективного еритропоезу за добу (К) визначають за формулою:

$$K = \frac{Po - P4}{4} \times \frac{E \times 24}{1000},$$

де Po – число ретикулоцитів у крові у %;



P4 – число ретикулоцитів після інкубації крові протягом 4 годин у пробірці при 37°C у %;

Е – кількість еритроцитів у 1 мкл крові.

Нормальне значення К, визначене за цією методикою становить 0,06–0,08×10<sup>12</sup>/л на добу. Це кількість еритроцитів, що утворюється і виходить в 1 л крові периферичного кровообігу.

Таким чином, еритроцити периферичної крові при ЗДА характеризуються гіпохромією, мікроцитозом, пойкилоцитозом (різна форма), анізоцитозом (різна величина), наявністю патологічних форм, як правило, нормальною кількістю ретикулоцитів.

Показники метаболізму заліза при ЗДА характеризуються зменшенням вмісту заліза в сироватці (в нормі у чоловіків і жінок відповідно 13–30 і 12–25 мкмоль/л), збільшенням ЗЗЗС крові (в нормі 30–85 мкмоль/л). Різниця між показниками ЗЗЗС крові і сироваткового заліза відображає латентну залізов'язуючу здатність сироватки (в нормі менше 47 мкмоль/л). При ЗДА цей показник підвищений. Співвідношення показника заліза сироватки і ЗЗЗС виражає насичення ТФ залізом (норма 16–50%). При ЗДА цей показник знижується. ЗДА характеризується зменшенням вмісту ФН у сироватці крові (норма 15–150 мкг/л). Оцінка запасів заліза в організмі, крім визначення показника ФН, може бути здійснена за десфераловим тестом. Суть його полягає у тому, що після внутрішньовенного введення 500 мг десфералу у здорової людини з сечею виділяється від 0,8 до 1,2 мг заліза, тоді як у хворих на ЗДА цей показник знижений. Слід пам'ятати, що показанням для призначення даного тесту може бути лише неможливість довести наявність дефіциту заліза в організмі іншими методами. Визначення протопорфіринів в еритроцитах хворих на ЗДА показує їх збільшення (норма 18–89 мкмоль) [8,12]. Таким чином, ЗДА характеризується порушеннями метаболізму заліза у сироватці, змінами транспортного і депонованого фондів заліза в організмі.

Група по боротьбі з анемією ЮНІСЕФ/ВООЗ (2004) в якості верифікаційних критеріїв ЗДА рекомендувала використовувати 3 показники: падіння рівня гемоглобіну нижче вікових і статевих норм; зниження вмісту ФН менше 12 мкг/л; підвищення рівня рТфР понад 7 мг/л. Враховуючи оснащення наших лабораторій для верифікації діагнозу ЗДА у банальних клінічних ситуаціях достатньо виявити гіпохромну анемію, яка супроводжується морфологічними змінами еритроцитів (колірний показник менше 0,85 і збільшення RDB понад 15%; зниження гемоглобіну в 1 еритроциті, зменшення об'єму еритроцитів, зниження показників МСН менше 25 пг, МСНС менше 30 г/л, MCV менше 75 фл), зменшення вмісту заліза сироватки понад 12 мкг/л, підвищення рівня ЗЗЗС понад 70 ммоль/л і зниження концентрації ФН у сироватці крові менше 12 мкг/л.

Для уникнення помилок при інтерпретації результатів досліджень, слід пам'ятати, що одержані результати досліджень можуть не відображати справжній вміст заліза у сироватці, якщо пацієнт чи донор перед дослідженням, навіть короткочасно, вживав препарати заліза. Для визначення заліза слід використовувати пластикові або скляні пробірки, промиті перед дослідженням



соляною кислотою і двічі дистильованою водою, оскільки звичайне промивання не гарантує захисту від внесення незначних кількостей заліза. При центрифугуванні пробірки слід закривати пластмасовими корками, оскільки в до них може потрапити залізний пил з центрифуги. Кров для досліджень слід брати натще вранці, оскільки існують добові біоритми коливання концентрації заліза у сироватці. Показники заліза сироватки можуть змінюватися залежно від фаз менструального циклу. Врахування зазначених вище фактів дозволить уникнути неточностей у дослідженнях та помилок при діагностиці ЗДС, зокрема, ЗДА.

### **Висновки.**

1. ЗДС характеризуються специфічними механізмами формування клінічних і лабораторних проявів.
2. Існує комплекс лабораторних методів, застосування яких істотно підвищує верифікацію діагнозу і скорочує час діагностичних пошуків. Комплексна оцінка лабораторних і клінічних даних, їх всебічний аналіз дозволяють своєчасно встановити наявність ЗДС у донорів крові.
3. Актуальним є пошук нових додаткових критеріїв діагностики ЗДС у донорів крові та вивчення вторинних метаболічних порушень, що супроводжують ДЗ.

### **Література / References**

1. Видиборець С., Дерпак Ю. Донації крові і метаболізм заліза: монографія. Boston: Publised by Primedia eLaunch, 2022. 137 p. Available at: <https://doi.org/10.46229/979-8-88831-933-8>
2. Видиборець С., Дерпак Ю., Кучер О., Горяїнова Н. Трансфузійнотрансмисивні захворювання. Trends in the development of medicine, biology and pharmacy: collective monograph. Boston: Publised by Primedia eLaunch, 2021. С. 126-166. Available at: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.MED.1>
3. Новак В. Л., Масляк З. В., Горяїнова Н.В. і співавт. Показники діяльності гематологічної служби України в 2019 році. 2020. Львів, 52 с.
4. Borysenko D., Vydyborets S. The main parameter of iron metabolism in patients with urothelial bladder cancer at different development stages of malignant neoplasm anemia. Scientific Journal of Polonia University Peridyk Naukowy Akademii Polonijnej. Czestochowa. 2020, Vol.43, No 6. P. 247-255. <https://doi.org/10.23856/4330>
5. Greer J. P., Arber D. A., Glader B. et al. (Ed.) Wintrobe's clinical hematology 13<sup>th</sup> ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014. 2278 p.
6. Popovych M.Y. Struktura, funkciji i biologichna rol transferynu. About the problems of science and practice, taks and ways to solve them: Abstract of VI International scientific and practical conference, 26-30 October 2020. Milan, Italy; 2020: 240-243. Available at: <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.II.VI>
7. Turner J., Parsi M., Badireddy M. (2020) Anemia. *StarPearls [Internet]*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499994/>
8. Vydyborets SV. Metabolizm zaliza i zalizodefizytni stany: Monographija.



Boston: Published by Primedia eLaunch. 2022: 264 p. Available at: <https://doi.org/10.46299/979-8-88831-932-1>

9. Vydyborets S, Borysenko D. Diagnostychna zinnistj doslidzhennja transferynu na riznykh stadijakh rozvytku anemii zlojakisnogo novoutvorennja u pazientiv iz urutelialnym rakom setchovogo mihura. World Science. 2019;12(52);1(Dec):25-31. Available at:

[https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws/30122019/6827](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122019/6827)

10. Vydyborets S, Borysenko D. Gepsydyn, transferyn, ferytyn: fiziologichna rol jak zentralnykh reguljatoriv obminu zaliza v organizmi. Science Review. 2019;10(27):8-15. Available at: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_sr/30122019/6862](https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/30122019/6862)

11. WHO recommendation. Assesment of iron status in the human body by serum ferritin level. Genewa. 2020. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240000124>

12. Weiss G., Ganz T., Goodnungh L.T. Iron metabolism and its disorders. Anemia of inflammation. Blood. 2019;133(1):40-50. Available at: <https://doi.org/10.1182/blood-201806-856500>

13. Wiegiersma A.M, Dalman C, Lee B.K. Association of prenatal Maternal Anemia with Neurodewelopmental Disorders. JAMA Psychiatry. 2019; Sept.18. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamapshychiatry.2019.2309>

**Abstract.** *This review deals with up-to-date methods of the laboratory diagnostics if iron deficient (ID). Some ideas of iron metabolism in an organism and pathogenetic mechanisms of clinical and laboratory symptoms are briefly presented. The diagnostic value of laboratory methods for diagnosing ID is interpreted. A conclusion is drawn about the integrated approach to the diagnostics of ID of blood donor diagnostics.*

**Key words:** *iron metabolism, iron deficient, laboratory diagnostics, blood, blood donor.*

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.  
The authors declare no conflict of interest.*

Стаття відправлена: 18.10.2022 р.  
© Чепурна А.В., Видиборець С.В.





УДК: 537.536.7

## BACTERIOLOGICAL CONTROL OF SERVICE DOG AIRS WITH THE HELP OF DISINFECTANT CHEMICALS AND THEIR CHARACTERISTICS

### БАКТЕРІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВОЛЬЄРІВ СЛУЖБОВИХ СОБАК ЗА ДОПОМОГОЮ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Farionik T.V./Фаріонік Т.В.

c.vet.s. as.prof./к.вет.н. доц.

orcid:0000-0002-0706-2445

Sokolenko S.V. / Соколенко С.В.

postgraduate / аспірант

Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Sonyachna 3, 21000

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця Сонячна 3, 21000

**Annotation.** Development of reliably and safety method of disinfection associated with a number of issues, in particular, theoretical and methodological nature. One of the main problem in developing such methods is their use only safe and reliable chemicals. That have not determinental effecton health of the dogs, service personnel, cynologist

Despite the large number of works, about disinfectants are still acute the need to formulate new safe methods and improve already available solutions, about disinfection of service dog cages.

This article describe the theoretical and practical principles that are basic chemical disinfectants. Their application to the main corpses of microorganism. The moments of the basic concepts in disinfection will also be described. How we, like vet, can get control under dangerous pathogen. And what is the main criteria of chemical disinfectants.

**Keywords:** methodological approach, bactericidal, virocidal, germicidal, tuberculocytic activity, disinfection modes, die of microbes, chemical disinfectant.

**Chemical control of bacteria.** Characteristics of the main disinfectants suitable for disinfection of enclosures of service dogs. [9]

In nature, there are many plants, animals, mushrooms of various shapes and colors, without which we cannot imagine our life, everyday life, etc. However, as we know, there is a group of elusive, invisible beings without which our life could not exist at all, this is the kingdom of small particles. Bacteria are the oldest inhabitants of our planet, the history of their evolution goes back about 3.5 billion years, at the same time when the appearance of humans dates back about a million years. However, bacteria have five significant advantages over higher forms of organisms:

(1) they are small in size but have a large absorption capacity;

(2) fast metabolism;

(3) rapid rates of reproduction and movement;

(4) fast pace of adaptation to adverse factors;

(5) bacteria have a wide variability of representatives in different places. [9]

Today, the main task of epidemiologists, nutritionists, and veterinary doctors is to ensure that water is safe to drink, that supermarket shelves are filled with products that do not have bacterial insemination, and that antibiotics counteract infections. Controlling the level of exposure to disease-causing microbes on us and animals is a monumental concept of our existence, which stretches back many centuries of history of successes and failures.



### Basic ideas about microbiological control.

The method of microbiological control in the external environment is possible with the help of: sterilization, disinfection, antiseptics or decontamination. Sterilization is the destruction of all forms of microbial life. Disinfection destroys most of the microbiota, reducing bacterial insemination of inanimate surfaces. Antiseptic is still the same disinfection, but on the surfaces of living organisms. Decontamination is the mechanical cleaning of most microbes, both from living and non-living surfaces.[2]

### Relative stability of microbial forms.

The primary goal of microbiological control is microorganisms that have the ability to cause disease and spoilage. That are present in the body of an animal or a person, or in the environment. These target categories of microorganisms are rarely simple or homogeneous; in fact, these are mixed microbes with sharp differences in pathogenicity and resistance. Contamination with contaminants that can have far-reaching consequences if not properly controlled include bacterial vegetative cells, endospores, fungal hyphae, spores, yeasts, protozoan cyst trophozoites, helminth eggs, viruses, and prions.

**Table 1 - Comparison of the stability of bacterial endospore and vegetative cell under the influence of various factors**

Method	Endospore *	A vegetative cell *	Relatively stable **
Heating (wet)	120 ° C	80 ° C	1,5×
Radiation (x-ray)	4,000 Grey	1,000 Grey	4×
Sterilization gas (ethylene oxide)	1,200 mg/ 1	700 mg/1	1,7×
Sporicidal liquid (2% glutaraldehyde)	3 hours	10 minutes	18×

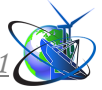
\*Values are based on the method (concentration, exposure time, intensity) required to destroy the most resistant representatives in each group. [8]

\*\*The highest resistance of a spore against a vegetative cell is given as an average. [8]

For comparison, prions, bacterial endospores have the highest resistance, protozoan cysts, fungal spores (zygospores), some viruses have average resistance. In general, a naked virus is more resistant than an enveloped virus.

Bacteria with increased resistance of the vegetative cell are *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* species. Most vegetative cells have the least resistance; fungal spores (except zygospores) and hyphae, enveloped viruses, yeasts, trophozoites of protozoa.

While conducting a review of the literature, I came across the materials of a case of salmonellosis that happened in the educational clinics of a veterinary university located in the USA. [10] During the 7-week outbreak, *Salmonella infantis* was isolated from 35 infected animals, including 28 horses, 4 cows, 1 camel, 1 goat, and 1 dog. During the outbreak period, the examined faecal samples were negative for *S.*



Infantis. Over the course of the outbreak, several infected horses developed fever and diarrhea, and even some veterinary students felt they were infected. A total of 148 samples were isolated from the pure bacterial culture from the first to the seventh week of the outbreak.

Cultures of *S. infantis* were obtained from rectal thermometers, horse stall mats, and even from the hands of a hospital employee. A large part of the teaching hospital was closed. The object was then washed with a stream of high-pressure water and disinfected with quaternary ammonium. Carpets from the surgical department were washed a second time with 0.5% chlorhexidine solution. Salmonella was not isolated when re-cultivated from cleaned surfaces and the hospital was reopened. However, in the first two animals after the discovery of the horse and the cow, positive faecal samples containing *Salmonella infantis* were found immediately after a few days of stay in the clinic.

Environmental samples were again positive for the pathogen. There was a second outbreak of salmonellosis. And the second outbreak was worse than the first, because diarrhea and fever were observed in more than 80 percent of animals in the feces of which the causative agent of salmonella was found. Two animals did not respond to treatment and were humanely euthanized.

Having analyzed this article, we can think that the disinfection of the hospital was a failure, because there were difficulties with the rough surfaces of the wall blocks, the pores of the mats and the concrete floor.

The problem with salmonella would be solved if, firstly, the walls of the stable were painted with a special epoxy composition, which would make it possible to make the surface smooth and easy to clean. Secondly, it is better to replace porous mats with mats made of strong, one-piece rubber.

The walls and floor were treated with a quaternary ammonium detergent, but sodium hypochlorite would have worked more effectively. The surface must be completely free of organic particles before disinfection.

Perhaps another reason for the re-flash is that cleaning the surface with a high-pressure water jet has a number of disadvantages compared to manual brushing, as the exposure time in the detergent and in quaternary ammonia increases. [2]

And finally, it is the staff's compliance with measures of prevention and control over infectious agents. The concept of the death of a microbe. Death is a phenomenon characterized by the loss of life processes. Signs of death in multicellular organisms, such as higher animals, are loss of nervous activity, breathing, or heartbeat. But this will be contrasted with the death of a microbe, in which it is difficult to detect signs of death. Lethal factors (radiation and chemicals) do not necessarily change the appearance of the microbial cell. Even after the cessation of movement, the microbe cannot be considered dead. And this fact makes it necessary to develop parameters that would outline cell death. [8]

The destructive effect of chemical or physical agents occurs at the level of an individual cell. [8] If a cell is continuously exposed to agents such as intense heat or toxic chemicals, various cellular structures lose their functions and the cell may suffer irreversible damage. [8]

Today, the most practical way to detect these damages is to determine the ability



to reproduce, given a favorable environment. If a micro gets into a pleasant environment, but has permanent and irreversible changes in its structure, then it will not be viable for a long time and there will be no signs of growth and vital activity.

Permanent loss of reproductive properties in a microorganism, even under ideal growth conditions, began to be accepted by microbiologists as the definition of death. [8] Domestic sources offer to control the effectiveness of disinfectants with the help of test objects: silk threads impregnated with *E. coli* culture and spore-forming bacteria (*B. Suptilis*, *B. steartothermophylus*) are placed in a solution of disinfectants - phenol (5%) , lysol (5), perchloric lime (10%) and others for 5 and 60 minutes.

They are washed from the disinfectant, sown in MPB and incubated in a thermostat for 24 hours at 37°C. Control cultures without the action of disinfectants. [8]

Factors affecting the mortality of microorganisms. Cultured cells show differences in the uptake of a particular microbicide agent. The death of the entire population is a non-instantaneous phenomenon and is achieved when a certain threshold of action of the microbicidal agent is reached (a combination of time and concentration).

#### **Death proceeds logarithmically.**

When the time or concentration of the agent is increased. Because many microbiocides aim to disrupt the metabolism of bacterial cells, and young, actively dividing cells die much faster than old cells, which have much less metabolic activity.

**Table 2 - Concentration and time are required for the chemical destruction of individual microbes**

Microorganisms	Concentration	Time
Agent: Chlorine		
Mycobacterium tuberculosis	50 ppm	50 sec
Cysts Entamoeba	0.1 ppm	150 min
Agent: Ethyl alcohol		
Staphylococcus aureus	70%	10 min
Escherichia coli	70%	2 min
Agent: hydrogen peroxide		
Staphylococcus aureus	3%	12,5 sec
Herpes virus	3%	12,8 sec
Agent: Quaternary ammonium		
Staphylococcus aureus	450 ppm	10 min
Salmonella typhi	300 ppm	10 min

The effectiveness of a particular tool, in addition to time, is determined by several factors other than time. These additional factors affect the effect of the antimicrobial agent:

1. The number of microorganisms in the population. A higher pollutant load requires more time to destroy.
2. Character of microorganisms in the population. In most real-world disinfection and sterilization situations, the target population is not a single microbial



species, but a mixture of bacteria, fungi, spores, and viruses that have a wide variation in resistance.

3. Temperature and reaction of the medium.

4. Concentration (dosage, intensity) of the agent. For example, ultraviolet radiation is most effective at a wavelength of 260 nm and most disinfectants are more active at higher concentrations. [8]

5. Modes of action of the agent. It either kills or inhibits the microorganism. 6. The presence of interfering solvents - organic particles, blood, saliva, feces, which can slow down disinfection even when heated.

### **Chemical agents in microbiological control.**

Chemical control of microbes as a field of science dates back to the early 1800s, when doctors began using chlorinated lime and iodine to treat wounds and wipe their hands before surgery. Today, about 10,000 different antimicrobial chemicals are produced, about 1,000 of them are routinely used in everyday practice for treatment and cleaning the house. [9]

There is a real need to avoid contamination and spoilage, but the number that exists today that can kill, disinfect, antiseptic, clean and disinfect, deodorize, fight plaque, and purify the air indicates a preoccupation with this issue, which indicates a preoccupation with this a question that can sometimes be excessive. [9]

Antimicrobial agents are found in liquid, gas, or even solid form and range from disinfectants and antiseptics to sterilizers and preservatives (substances that are able to prevent the deterioration of a substance). For convenience and sometimes safety, many solid and gaseous antimicrobial substances are able to dissolve in water, alcohols, or a mixture of 2 liquid components.

A solution containing exclusively pure water is an aqueous solution, however, if the solvent is alcohol or a water-alcohol mixture, it will be a tincture. [5] The choice of a chemical agent that will have bactericidal properties. The rational choice of a disinfectant is an important issue in veterinary and human medicine. Since the list of disinfectants today is very wide, the requirements for such products are as follows:

1. Fast action even in low concentrations.
2. Solubility in water, alcohol and long-term stability in these solutions.
3. A wide range of action without toxic effects on humans and animals. [9]
4. Penetration into inanimate surfaces and long-term action there.
5. Resistance to inactivation by organic substances.
6. Absence of corrosive effect and staining effect.
7. Disinfecting and deodorizing properties.
8. Availability and availability in free access.

To date, no substance meets these requirements, but glutaraldehyde and hydrogen peroxide come closer to the ideal. [8]

Bactericidal agents, regarding chemical groups. There are several general groups of chemical compounds that are widely used for antimicrobial purposes in veterinary medicine. These agents include halogens, heavy metals, alcohols, phenolic compounds, oxidants, aldehydes, detergents and gases. [3]

Halogen antimicrobial agents. Halogens include fluorine, bromine, chlorine, and iodine. This group of disinfectants is highly effective because it has a bactericidal





effect that is not bacteriostatic, but prolonged over time, which may even have a sporicidal effect with prolonged exposure. For reference, today a third of disinfectants are based on halogenated compounds. [1]

Chlorides and their derivatives Chlorides have been used in disinfection and antiseptics for about 200 years. Liquid and gaseous chlorine, hypochlorite and chloramine showed the highest degree of control over microorganisms. In solution, these components combine with water, forming hypochlorite acid, which will further oxidize the sulfhydryl groups of cysteine amino acids and interfere with the formation of disulfide bridges in many proteins. [7]

As a result, protein denaturation becomes irreversible and metabolic processes in the cell stop. Chlorides kill not only bacteria and their spores, but also fungi and viruses. The effectiveness of chlorides decreases with an alkaline environment, exposure to light, and the presence of organic substances.

May produce chlorine gas, which may combine with other chemicals such as ammonium. 5.25% sodium hypochlorite solution is effective against parvovirus and feline calicivirus in a 1:30 dilution, and against microsporia is effective in a 1:10 dilution, recommended exposure time is 10 minutes, the solution is stable for a day after dilution, the solution has a corrosive effect on metals, is inactivated by organic matter. [3].

Iodine and its derivatives Iodine is a harsh chemical that dissolves in water and alcohol. There are two forms of iodine: free iodine in solution and iodoform. Iodine quickly enters the cell and destroys hydrogen and disulfide bonds. [9]

In working concentrations, iodine kills all types of microorganisms. The effectiveness of io is not so negatively affected by the reaction of the environment and the presence of organic matter, as in the case of chlorine. Inactivated by cationic soaps and detergents [1]

Phenol and its derivatives. Phenol (carbolic acid) is a caustic, poisonous compound obtained from the distillation of coal tar. It was first adapted as a bactericidal agent in surgery by Lister in 1867 and was at that time the only agent before the appearance of less toxic substances based on phenol. The phenol solution is currently used in a limited number of cases, but phenol remains today as an arbitration unit against which the effectiveness of other phenol-based disinfectants, of which there are hundreds, are determined. [4]

Phenols have one or more aromatic rings with an added functional group. The most important among them are alkaline phenols (cresol), chlorinated phenols and disphenols. In high concentrations, there are cell poisons that quickly destroy the cell wall and precipitate membrane proteins; at low concentrations, they inactivate critically important proteins. Phenols are powerful microbicides and destroy vegetative bacteria (including the causative agent of tuberculosis), fungi and viruses, but the sporicidal effect is less pronounced. The advantage of these means is that. That they continue to act in the presence of organic substances and detergents, but their high toxicity makes them dangerous for use as antiseptics. [3]

Perhaps the most common phenol is triclosan, also known as dichlorophenoxyphenol, an antibacterial compound added to dozens of products, from soap to cat litter. It acts as a disinfectant and antiseptic with a wide range of



action. [1]

**Chlorhexidine** The chlorhexidine compound (Ibicleans, Hibitan) is a complex chemical substance that contains chlorine and two phenolic solutions. Its mode of action is aimed at both cell membranes (loss of surface tension, which will lead to loss of selective permeability), thereby causing protein denaturation. [9]

In high concentrations, it has a bactericidal effect on gram-positive and gram-negative microorganisms. However, inactive on disputes. Its effect on viruses and fungi is diverse. It has advantages over other antiseptics due to its softness, quick action, low toxicity and inability to penetrate deep into tissues.

**Alcohol as a microbiocidal agent** Alcohols are colorless hydrocarbons with one or more functional groups. Of all alcohols, only ethyl and isopropyl are available for disinfection, since methyl has a weak bactericidal effect, and higher alcohols do not dissolve well in water, or are too expensive for routine use. In the presence of organic substances, it is quickly inactivated. [3]

The mechanism of action depends on the concentration of alcohol. Concentrations of 50% and higher dissolve membrane lipids and disrupt cell integrity. Alcohol is an exception to the rule that the higher the concentration of the disinfectant solution, the higher the degree of disinfection, because water is needed for protein coagulation and alcohol will have a higher activity at a concentration of 70% alcohol and 30% water than absolute alcohol, which dehydrates the cell and inhibits the growth of microbes, but is not a protein coagulant. [1]

However, alcohols do not destroy spores, but with sufficient exposure, they can have a sufficient bactericidal effect on vegetative forms, even mycobacterium tuberculosis, leprosy, etc. However, it has a number of advantages in inactivating viruses. [3]

**Hydrogen peroxide and related bactericides** hydrogen peroxide is a caustic colorless substance that decomposes in the presence of light, metals, catalase with the formation of oxygen and water. The bactericidal action of hydrogen peroxide consists in the direct or indirect action of oxygen. Oxygen forms hydroxyl free radicals, which are very toxic to the cell. [9]

Although most microorganisms produce catalase to inactivate metabolic peroxides, it cannot neutralize the entire amount of peroxide entering the bacterial cell during disinfection. Hydrogen peroxide is an excellent agent that has a bactericidal, virucidal and fungicidal effect, and in high concentrations also has a sporicidal effect. [1]

Recently, the problem of delicate disinfection of equipment for diagnostic procedures, such as endoscopes, colonoscopes, gastrostomies, etc., has become acute, so low-temperature sterilization cabinets containing liquid chemicals for sterilization have been invented to sterilize this equipment. The main types of chemicals are powerful oxidizing agents, such as 35% hydrogen peroxide and 35% acetic acid solution, which get into delicate mechanisms and kill microorganisms resistant to other agents and do not expose to corrosion and damage to working parts. [4]

**Surfactants: detergents** Detergents are polar molecules that act as surfactants. Most anionic detergents have limited microbicidal properties. This includes most soaps. Cationic detergents, including quaternary ammonium compounds, are much



more effective. [1]

The activity of cationic detergents is due to the double-headed nature of the molecule, which has a positive end that binds to negatively charged surface proteins, and a long, unattached hydrocarbon chain destroys the cell membrane upon prolonged exposure. The latter, in turn, loses its selective permeability, which leads to the death of the cell. [3]

The main disadvantages of this group of chemicals include the fact that they can be used only for low-level infections, since these disinfectants do not affect spores, tuberculosis bacteria and pseudomonads. Their activity decreases in the presence of organic substances, and their effectiveness increases when the environment is alkaline. [4]

Soaps function mainly as a cleaning and sanitizing agent in the home and industry. The properties of soap help to wash away large parts of dirt, soil, dust, grease and other debris that contains a large number of microorganisms. [9]

Soap acquires a greater bactericidal effect in combination with iodine and chlorhexidine preparations. The use of soap before chemical disinfection improves the disinfection performance of cages, equipment, inventory of livestock premises. Disinfectants containing heavy metal salts in the component. Various forms of the metallic elements mercury, silver, gold, copper, arsenic, and zinc have been used in microbiological control for centuries. They are often called heavy metals because of their high atomic mass. However, from this list, only drugs that contain mercury and silver have a germicidal effect. Although some metals such as (zinc and iron) are actually needed in small concentrations as cofactors for enzymes, high molecular weight heavy metals such as mercury, silver and gold can be toxic even in minute amounts (1 part per million). This property of having a toxic effect in small concentrations is called oligodynamic effect. Heavy metal bactericides are organic or inorganic salts of heavy metals and they come in the form of an aqueous solution, tincture, ointment and soap. [6]

Mercury, silver and most other metals affect microorganisms by binding to functional groups of proteins, leading to profound disturbances in metabolism. This mode of action can kill a large number of types of microbes, including vegetative bacteria, fungal cells, spores, algae, protozoa, and viruses, but not endospores. [5]

But, unfortunately, there are certain difficulties with the use of heavy metal salts for disinfection:

1. Metals can be very toxic to humans and animals when they enter the body, when inhaled, even in minimal amounts, for that reason they are also toxic to bacterial cells. [3]
2. They can often provoke allergic reactions.
3. A large amount of biological fluids and waste can neutralize their effect. [5]
4. Microbes can often develop resistance against these agents.
5. Dangerous for the ecosystem. [8]

Aldehydes as germicides. Organic substances containing the functional group – CHO (strong reducing group) in the terminal carbon are called aldehydes. A few common substances such as fats and sugars are technically aldehydes. Two aldehydes, formaldehyde and glutaraldehyde, are the most widely used in the fight



against microorganisms. [8]

Glutaraldehyde is a yellow oily substance with a slight odor. The mechanism of action consists in the crosslinking of protein molecules on the surface. In this process, amino acids are alkylated, which means that the hydrogen atom in the amino acid is replaced by the aldehyde group itself. It can irreversibly disrupt the activity of metabolic processes in the cell itself. [8]

Glutaraldehyde is a fast and effective broad-spectrum agent and is recognized as a high-level disinfectant, killing even spores in three hours.[4]

Even the most resistant forms of viruses are neutralized in a relatively short time. Active even in the presence of organic contaminants, non-corrosive, does not damage plastic. Its main disadvantage is that it is unstable when the reaction of the medium and temperature increases. [3]

Formaldehyde is a caustic irritant gas that dissolves in water to form a solution of formaldehyde, which is formalin. Pure formalin is a 37% solution of gaseous formaldehyde in water. The chemical substance is microbiocidal due to attachment to functional groups of amino acids. Formalin is a medium- to high-level disinfectant, although it works much more slowly than glutaraldehyde. [8]

Formaldehyde is an extremely toxic drug (has a carcinogenic effect) and irritates the skin, which limits the range of use of this drug. [3]

A third aldehyde, ortho-phthalaldehyde, appeared relatively recently and was registered by the EPA as a high-level disinfectant, ortho-phthalaldehyde is a pale blue liquid with a slight odor most similar to glutaraldehyde, stable, non-irritating to the eyes and nasal mucosa, acts faster than glutaraldehyde. It has shown high efficiency against vegetative forms of mycobacteria tuberculosis and pseudomonads, however, it copes poorly with the sporicidal task, and one of the disadvantages is that it stains proteins, including in the skin of animals and humans. [8]

Use of aldehydes. Glutaraldehyde is a milder disinfectant for disinfecting equipment and dog care products, in veterinary medical practice it is often used to sterilize equipment for invasive and minimally invasive procedures (2% solutions of Cydex and Sporocidin) [1].

As for formalin, its 8% tincture is used to disinfect surgical instruments. In fish farming, working solutions are used to destroy parasites on fish and control the growth of algae and pathogenic microorganisms in water bodies. [5]

### **Conclusions**

Chemical agents are classified by aggregate state and chemical nature.

Chemical disinfectants can be both microbiocidal and microbiostatic, they are also classified as high, medium and low level disinfectants.

Factors that determine the effectiveness of disinfection: the number, type of microorganisms involved, the presence of organic substances, the strength of the agent and exposure. Halogens are effective chemicals that have both bactericidal and bacteriostatic effects Phenols are powerful bactericides and are generally used for disinfection.

Softer phenols - bis phenols are used as antiseptics. Alcohols dissolve membrane lipids and destroy membrane proteins, their effect depends on the concentration, and generally acts as a bacteriostatic agent.



Hydrogen peroxide is a universal disinfectant that can be used both for processing the inventory of dog enclosures and even dog wounds. Surfactants are of two types - detergents and soaps. They reduce the surface tension of the cell membrane, causing membrane disruption. Cationic detergents are limited disinfectants for microorganisms and organic pollution. Aldehydes are powerful disinfectants that irreversibly destroy cell structures.

## References

1. Horzheiev, V.M. (2013) Porivnialna kharakterystyka dezinfikuiuchykh zasobiv. Vet. medytsyna: mizhvid. Temat. nauk. zb. NNTs «In-t ekspery. klin. vet. medytsyny», 97, S. 180-181.
2. Efektyvnist dezinfektsii zalezno vid yakosti provedennia mekhanichnoho ochyshchennia. Veterynarna medytsyna Ukrainy, 5, S. 8-10
3. Mikrobiolohiia: Posibnyk u trokh chastynakh. Chastyna persha «Zahalna medychna mikrobiolohiia ta imunolohiia Deineko S.Ie., ta in. Chernivtsi: Vydavnytstvo BDMU, 2016 rik.-191 s.
4. Tekhnichna mikrobiolohiia: pidruchnyk V.O. Kovalenko, I.V. Tsykhanovska Kh.; Svit Knyh, 2013. 679 s.
5. Khudiakov A.A. (2010) Эфективнаа дезынфекцыа у подбор дезынфектанта. Veterynariia, 2, S. 18-22.
6. Shkromada O.I. (2012) Otsinka bakterytsydneykh vlastyvostei kompleksnoho metalomistkoho dezinfektantu. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii S. 112-114.
7. Shulha, N.M. ta Mlechko, L.A. (2011) Sanitariia ta hihiena: navchalnyi posibnyk dlia studentiv, 34 s.
8. Cowan, M. Kelly. (2011) Microbiology: a system approach Marjorie Kelly Cowan. Kathleen Parc Talaro-2nd ed. P. 312-338
9. Linda Caveney LVT, 2011. Veterinary infection Prevention and Control. 312 pages.
10. Tillotson, K., et al. 1997. Outbreak of salmonella infantis infection in a large animal veterinary teaching hospital. Am. Vet. Med. Assoc. (12): P. 1554-1557.

## Bibliographic references

1. Горжеев, В.М. (2013) Порівняльна характеристика дезінфікуючих засобів. Vet. медицина: міжвід. Темат. наук. зб. ННЦ «Ін-т експерим. клін. вет. медицини», 97, С. 180-181.
2. Ефективність дезінфекції залежно від якості проведення механічного очищення. Ветеринарна медицина України, 5, С. 8-10
3. Мікробіологія: Посібник у трьох частинах. Частина перша «Загальна медична мікробіологія та імунологія Дейнеко С.Є., та ін. Чернівці: Видавництво БДМУ, 2016 р.-191 с.
4. Технічна мікробіологія: підручник В.О. Коваленко, І.В. Цихановська Х.; Світ Книг, 2013. 679 с.
5. Худяков А.А. (2010) Эффективная дезинфекция и подбор дезинфектанта. Ветеринария, 2, С. 18-22.
6. Шкромада О.І. (2012) Оцінка бактерицидних властивостей комплексного металомісткого дезінфектанту. Вісник Полтавської державної аграрної академії С. 112-114.
7. Шульга, Н.М. та Млечко, Л.А. (2011) Санітарія та гігієна: навчальний посібник для студентів, 34 с.





8. Cowan, M. Kelly. (2011) Microbiology: a system approach Marjorie Kelly Cowan. Kathleen Parc Talaro-2<sup>nd</sup> ed. P. 312-338
9. Linda Caveney LVT, 2011. Veterinary infection Prevention and Control. 312 pages.
10. Tillotson, K., et al. 1997. Outbreak of salmonella infantis infection in a large animal veterinary teaching hospital. Am. Vet. Med. Assoc. (12): P. 1554-1557.

**Анотація.** Розробка надійного та безпечного методу дезінфекції пов'язане з низкою питань, зокрема теоретико- методологічного характеру. Одна з основних проблем розробки таких методів, є використання лише безпечних та надійних хімічних речовин, які б не мали шкідливого впливу на здоров'я собак, обслуговуючого персоналу, кінологів. [8]

Незважаючи на велику кількість праць, щодо деззасобів, все ще є гостра потреба у формулюванні нових безпечних методів та вдосконаленні вже наявних рішень, щодо дезінфекції вольєрів службових собак.

В дані статті описуються теоретичні та практичні засади, щодо основних груп хімічних дезінфектантів, їх вплив на основні групи мікроорганізмів. Описується також і моменти основних понять у дезінфекції, яким чином ми, як фахівці ветеринарної медицини здатні контролювати поширеність хвороб тварин та стійкість основних типів збудників за дії бактерицидних засобів. Які критерії ми повинні ставити щодо деззасобів.

**Ключові слова:** методичні підходи, бактерицидна, вірусоцидна, спороцидна, туберкулоцидна активність, режими дезінфекції, загибель мікроорганізмів, хімічні дезінфектанти.



УДК: 537.547.9

**EFFECT OF CHELATE COMPOUNDS OF MICROELEMENTS ON THE ORGANISM OF AGRICULTURAL ANIMALS****ВПЛИВ ХЕЛАТНИХ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ОРГАНІЗМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН****Yaremchuk O.S. / Яремчук О.С.***d.agricultural s. prof. / д.с.г.н, проф.*

ORCID ID 0000-0002-3283-6107

**Farionik T.V. / Фаріонік Т.В.***s.vet.s. as.prof./к.вет.н. доц.*

ORCID:0000-0002-0706-2445

*Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Sonyachna 3, 21000**Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця Сонячна 3, 21000*

**Abstract.** The study of the doctrine of "biogeochemical provinces" clarified the specific differences between animals and plant organisms in different areas and areas of the earth's surface, soils and waters, which are characterized by a lack or excess of some trace elements. This work provided an understanding of a number of local endemic human and animal diseases and played a major role in disease control.

The optimal content and ratio of vital trace elements in the body of farm animals determines the normal course of metabolic processes, good health and high productivity.

**Key words:** rations, farm animals, microelements,

**Introduction.**

With a lack or excess of trace elements in the body there are diseases called trace elements. The most common hypomicroelementosis, which occurs due to a lack of essential trace elements in animals. Hypermicroelementosis as a consequence of an excess of microelements in an organism meets much less often. These diseases both in our country and abroad are still insufficiently studied, especially the issues of pathogenesis, clinical diagnosis and prevention and veterinary and sanitary quality of the products [1,2].

In the conditions of intensification of animal husbandry the role of high-grade feeding which provides display of genetic potential of productivity of animals, reception of high-quality production at decrease in expenses of forages especially grows. Complete feeding of animals is based on knowledge of their needs for energy, nutrients and biologically active substances, among which an important place is occupied by minerals, in particular trace elements. They give structure and strength to the skeleton, act as a component of organic compounds, increase the activity of the enzyme system of the body. Minerals are also necessary for the synthesis of hormones. They also control the water balance in the body, determine the number of positively and negatively charged compounds and thus regulate the balance of the acidic environment, cause muscle contraction, the movement of nerve impulses. In addition, they are used by animals for digestion of food, affect the course of digestion, support the protective functions of the body and neutralize metabolic products [2,3].

Lack or excess of certain micronutrients, violation of the optimal ratio between them in the diet leads to a decrease in metabolic processes, digestibility and nutrient



utilization of feed, animal productivity, and in long-term insufficiency to hypomicroelementosis.

Trace elements in animals are enzootic (local) diseases, because they are caused by insufficient or excessive content of mobile forms of trace elements in soils, water sources and plants of the relevant areas. They are found in farm animals more often in biogeochemical zones and provinces. Diseases cause significant economic damage to livestock. In animals suffering from microelementosis, due to metabolic disorders in the body not only reduces productivity but also resistance [4,5,6].

Iron in its content in the body of animals can be considered as a micro- and macronutrient. However, in terms of biochemical properties and physiological role in the body, it should be considered a trace element from the group of heavy metals.

Most iron is found in erythrocytes (60-73% of hemoglobin). In addition, 15-16% of it is part of iron-protein complexes, myoglobin (3-5%), enzymes and tissues (up to 0.1%). Iron, which is part of hemoglobin, cytochrome oxidase, peroxidase, catalase, is called heme. Tissue iron contained in hemosiderin, ferroascorbate, ferritin, is called non-heme. There are also muscle iron, which is part of myoglobin, and serum iron - siderophylline (transferrin). Physiological depot in the body is the liver, spleen, bone marrow [2,7].

Copper is involved in the synthesis of hemoglobin, accelerates the mobilization of deposited iron and its transfer to the bone marrow, promotes the transition of mineral forms of iron in organic. Most copper is found in the liver, which is the physiological depot of this trace element. Much of it is in the blood, especially in erythrocytes [7,8,9].

Manganese is associated with enzymes, hormones and vitamins. In enzymatic systems, it acts as a non-specific activator or an indispensable metal component in the enzyme molecule. Manganese activates phosphatases of blood and tissues: phosphoglucomutase, prolidase, carboxylase, succinate dehydrogenase, etc. Thus, manganese significantly affects the vital functions of animals, regulates protein, carbohydrate, fat, vitamin and especially mineral metabolism. It also has a positive effect on the growth and development of animals, hematopoiesis and reproductive functions. Manganese is deposited in the body mainly in the liver. In addition, it is abundant in the bones, brain, kidneys, spleen [1,4].

Cobalt is part of vitamin B12 and is a major factor in blood formation. It promotes the formation of erythrocytes and hemoglobin synthesis. By regulating metabolic processes in animals, cobalt increases its protective properties, stimulates growth, development and productivity. The main depot of cobalt in the body is also the liver [8,9,10].

Zinc activates hormones of the anterior pituitary and pancreas. Zinc is part of the pancreatic hormone insulin, while regulating carbohydrate metabolism. Close connection with hormones, enzymes and vitamins determines its regulatory effect on reproductive function, metabolism of carbohydrates, proteins, fats, hematopoietic system, growth and development of animals. Thus, it is involved in the processes of cellular respiration and oxidation of carbohydrates [1, 2].

Iron enters the animal's body with food. Many foods contain iron in the most easily digestible form. Some plant foods are also rich in iron, but their digestibility is



more difficult. It is estimated that the body absorbs up to 35% of iron, while other sources report that this figure is less than 3%. Large amounts of iron are found in beef, beef liver, fish (tuna), pumpkin, oatmeal, cocoa, peas, leafy greens, brewer's yeast, figs and raisins [5,8].

The adult body contains about 3-5 g of iron, almost two thirds of this amount is part of hemoglobin. It is estimated that the optimal intensity of iron intake is 10-20 mg / day. Iron deficiency can occur if the intake of this element in the body is less than 1 mg / day. The threshold of iron toxicity for a living organism is 200 mg / day.

An important role of iron for the body was established in the XVIII century. The main function of iron in the body is the transfer of oxygen and participation in oxidative processes. Iron is part of hemoglobin, myoglobin, cytochromes. Most of the iron in the body is found in red blood cells, a lot of iron is in brain cells. Iron plays an important role in the processes of energy release, in enzymatic reactions, in ensuring immune functions, in cholesterol metabolism. Saturation of cells in the tissue with iron is carried out using the protein transferrin, which is able to carry ions of ferric iron. Iron ligand complexes stabilize the genome, but in the ionized state can be inducers, cause DNA damage and provoke cell death. Both iron deficiency and excess negatively affect the health of animals [12,13].

There are many factors that can help reduce iron content. The reasons for the low content of iron in the body can be its insufficient intake with food, destruction of metabolism, impaired absorption in the gastrointestinal tract. Situations associated with relative or absolute iron deficiency can occur when the body needs more of this bioelement. Such situations include pregnancy, lactation, periods of growth and development. Finally, the cause of iron deficiency can be acute or chronic blood loss [11,12].

In turn, iron deficiency is one of the most common causes of anemia, major bleeding, weakening of the body, impaired neuropsychiatric function.

In some hereditary and chronic diseases, with excessive intake, iron can accumulate in the body. The body with excess iron suffers from physical weakness, loses weight, often gets sick. At the same time, getting rid of excess iron is often much harder than getting rid of its deficiency.

With severe iron poisoning, the intestinal mucosa is damaged, liver failure develops, nausea and vomiting appear. Keep in mind that iron is an oxidizing agent (that is, it can cause free radicals that can destroy tissues), so do not take too much iron. In cases of iron deficiency, the intake of iron-containing drugs should be combined with the intake of antioxidants: vitamin C and E, as well as copper.

Copper is a trace element that is part of a living cell and is necessary for the normal functioning of the body. It is involved in the biochemical processes involved in redox reactions. Copper, like other chemical elements, is widespread in the biosphere, but quite unevenly. The level of mobile forms of copper in soils varies from 1 to 5 mg / kg (average 3 mg / kg). The high concentration of copper in the upper layers of soils compared to the parent rocks is associated with the biological activity of plants and its accumulation [4,5,8].

Copper belongs to the elements of high biogenicity and accumulates in humus horizons. The degree of its penetration in these layers averages 14% and ranges from



5.2 to 22.2%. It is believed that the largest percentage of copper in soils falls on the silt fraction. The level of mobile forms of microelements is subject to significant fluctuations during the vegetative period of plant life.

Copper is one of the most important essential trace elements necessary for human and animal life. The largest amount of this element is found in the lungs, intestines, spleen, skin and hair. All endocrine organs contain the largest amount of copper. The blood contains an average of 100 mcg of copper, of which in erythrocytes and leukocytes 60 mcg. A significant amount of copper in blood plasma is found in ceruloplasmin, the most important copper-containing protein. Copper is found in the superoxide dismutase of erythrocytes and leukocytes.

Copper intake with food should be 2-5 mg / day, with a daily intake of less than 2 mg, which is dangerous due to the possibility of developing a deficiency. About 30% of the daily intake of copper is increased, and the rest of the copper in the gastrointestinal tract is converted into insoluble compounds, which are excreted in the feces. Of the total amount of resorbable copper, about 80% is excreted in the bile and about 16% by the walls of the gastrointestinal tract. About 4% of absorbed copper is excreted in the urine. A small amount of this element is excreted with sweat [8,9,10,11].

The key role in copper metabolism is played by the liver and its structural elements - hepatocytes. By entering them through the portal vein system, copper is primarily bound to metallothionein, found in the liver of humans and most of the animals studied. The opposite of the nature of the protein that binds copper in the liver is due to its oxidation during excretion. The synthesis of metallothionein is regulated by the content of zinc and copper in the liver at the level of mRNA transcription. Thionein performs the functions of detoxification of copper and its intracellular transport. Increasing the copper content can lead to amplification of thionein genes and a sharp increase in the synthesis of this protein. The content of copper in plasma is regulated by neurohumoral mechanisms, and differently at the person and various animals.

In humans and all studied animal species, the vast majority of copper that enters the body is excreted in the feces. Most of this ME, present in the feces - not absorbed copper, a smaller part - endogenous copper, which is isolated from the bile and the walls of the gastrointestinal tract. Copper deficiency (hypocuprose) was first found in laboratory animals in 1927. Endemic diseases of sheep and cattle were soon reported in a number of countries due to copper deficiency in grazing plants and the preventive inclusion of small amounts of this element in the diet of animals [10]. These studies have shown that copper, in addition to participating in hematopoiesis, is also necessary for the normal course of many biochemical processes, pigmentation and keratinization of hair, myelin formation, synthesis of various tissue production compounds and more. There is no doubt that in the near future the list of copper deficiency syndromes and diseases, which is already large enough, will increase, and most importantly, be clarified.

This shows that copper plays a major pathogenetic role in the onset of the main symptoms of the disease. Copper deficiency causes CNS damage in farm and laboratory animals, as exemplified by the endemic ataxia of lambs described in





various countries around the world [12]. The reason for its occurrence is both the primary deficiency of copper in the pasture and the secondary one - caused by the lack of physiological antagonists of this metal - molybdenum, sulfates, lead, cadmium, etc. The symptoms of copper deficiency are varied and depend on the species and age of the animals. Experimental copper deficiency in animals leads to delayed skeletal growth and development, anemia, depigmentation, alopecia and dermatoses, as mentioned above. With acute copper deficiency in feed, animals develop anemia, which is accompanied by diarrhea and exhaustion. With a deficiency of copper in feed, deformation of joints and tubular bones of the extremities, demineralization of the brain and spinal cord.

Copper, entering the body of an animal with food or water, is absorbed in the gastrointestinal tract. Recently, there are no significant differences in the assimilation of copper by animals from plant foods and inorganic salts. The main site of absorption of copper in the gastrointestinal tract is the upper part of the small intestine. The absorption of copper in ruminants decreases sharply with an excess in the diet of copper antagonists such as molybdenum, sulfates and zinc. It has been found that excess zinc can inhibit intestinal absorption, transport and accumulation of copper. Impaired absorption of copper leads to an increase in the gastrointestinal tract production of metallothionein [13].

It should be noted that in ruminants the absorption of copper is better than in animals with a single chamber stomach. Obviously, this is due to their higher need for this element, especially in the initial period of lactation. Copper is necessary for the normal functioning of the microflora of the ruminant pancreas. Under the influence of the microflora and the juices of the rumen from the food that got into the pancreas, partially becomes part of the rumen fluid. A significant part of this water-soluble copper in the contents of the scar is the microflora of the scar. Copper, which is absorbed in the upper part of the small intestine, penetrates the liver, bone marrow, spleen and pancreas. It is believed that the main organ of copper deposition in the body, as mentioned above, is the liver. The level of copper in the liver is an indicator of assimilation and provision of this element of the body's needs. Endogenous copper is excreted mainly through the gastrointestinal tract with bile. The concentration of copper in bile is higher than in blood. Excretion of copper with bile is considered as one of the main ways to maintain homeostasis of this element in the body (gastrointestinal tract - blood - liver - bile).

It has been established that copper has different effects on the absorption of minerals, sugar and amino acids of glycol, as well as on the excretion of nitrogenous substances and motility of the small intestine. It stimulates the absorption of potassium, calcium and glucose, but inhibits the absorption of sodium and phosphorus. Copper is actively involved in blood formation, synthesis of hemoglobin and other blood hemoporphyrin compounds, such as cytochrome, catalase and cytochrome oxidase. The latter catalyzes the incorporation of iron into the structure of heme and thus promotes the maturation of erythrocytes in the early stages of their development. It was found that the addition of copper to the diet of rats increased the content of cytochromes and increased the activity of cytochrome oxidase and bone marrow. There is a biochemical relationship between erythropoiesis and cytochrome



oxidase activity between hematopoiesis and cytochrome oxidase activity. These processes are regulated by copper. It is known that copper affects the synthesis of porphyrin compounds. It combines with some of them to form iron-copper-nucleoprotein complexes, which are precursors of hemoglobin and an important source in the copper metabolism chain in the body. Copper ions in the free state act as oxidants, like oxidase, catalase and peroxidase. However, especially high biological activity of copper as an oxidant is manifested when it combines with proteins.

Copper is also involved in osteogenesis. It increases the body's protective functions and forms hair pigment, which promotes keratinization of hair and feathers. In addition, it is part of proteins, activates their enzymatic functions. Copper is a component of a number of enzymes such as tyrosinase, ascorbinase, urease, ceruloplasmin, cytochrome oxidase, galactose oxidase, uricase, beta-hydrolase, diamine oxidase, monoamine oxidase, benzylaminooxidase, xanthine oxidase, xanthine oxidase. Divalent copper is a specific activator of certain enzymes and also supports the activity of unstable pituitary hormones in the blood. Copper is directly related to vitamins. There was a significant increase in B vitamins in products of animal and plant origin with increasing levels of copper in feed. The concentration of vitamin C in the body depends on the level of copper in the diet. This is due to the fact that copper ions dramatically accelerate the oxidation of ascorbic acid and reduce its concentration in tissues and organs. Ascorbic acid and copper thus correlate with each other. In addition, a correlation was found between the level of copper and vitamin A in animals [1,2,3].

Another thing to note is that they are interdependent: metabolism, health, productivity and reproductive ability of animals based on the action of copper and hormonal status of the body. Copper plays a role in the biosynthesis of hormones and their effects on the living organism. It is known that the latter increases the effectiveness of insulin in diabetes. Carbohydrates are mostly used in animals and glycogen breakdown is limited. In addition, its content in the liver increases [11].

In recent years, it has become important to study the sensitivity of ruminants to copper. It is quite low in the development of toxicosis. The reasons for this phenomenon are - overdose of copper salts or their uncontrolled use, feeding copper additives to animals without taking into account the amount of microfertilizers that were introduced into the soil. In addition, the content of copper in feed is not always taken into account, the use of copper sulfate for deworming of animals. Chronic copper poisoning leads to necrosis of liver cells, methemoglobinemia, hypercuprema, bilirubinemia and hemolysis of erythrocytes. It is important to emphasize that the toxic effects of copper in animals decrease with increasing levels of zinc in their diet [8].

Thus, copper is one of the many bioelements that plays an extremely important role in almost all bioprocesses of a living organism. Lack or excess of copper in the body of animals causes a variety of diseases, which, in turn, significantly affects the productivity and ability of animals to reproduce [4].

Manganese was found in animal tissues more than 70 years ago, but its vital role for the animal body was established only 18 years ago, when it was shown to be necessary for the growth and development of rats and mice. It was soon found that



this IU prevents the development of skeletal abnormalities. Manifestations of manganese deficiency were then found in almost all studied laboratory and farm animals. Normally in the human body weighing 70 kg is 10-20 mg (0.18-0.36 mmol) of manganese. Normally, according to L.S. Hurley et al. (1987), in bones, especially tubular, and also in a liver and kidneys there are higher concentrations of manganese, than in other bodies. This is true for humans, cattle and rats. The manganese content in the muscles is very low, even lower in whole blood and especially in plasma. In the liver of a healthy body, regardless of age, is 6-8 mg / kg (based on dry weight). Data on the amount of manganese in whole blood is very variable. Its level in the blood serum increases with heart disease, infections and some psychoses. Elevated levels of manganese in whole blood have been reported with excessive intake of this IU, as well as with rheumatoid arthritis and iron deficiency [8].

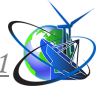
Manganese is vital for brain function. Its highest concentration is in the pineal gland, the median elevation of the hypothalamus and in the basal ganglia. It accumulates primarily in melanin-containing structures of the CNS, such as in the substantia nigra. It is characterized by a higher content in the cells of organs rich in mitochondria. Manganese deficiency leads to selective damage of these organelles, they are prolonged, the correct orientation of these crystals is broken. This obvious specific mitochondrial damage can be prevented by including manganese salts in food [12].

Manganese metabolism was studied using its isotope  $^{54}\text{Mn}$  with a half-life of 312 days. Manganese in the form of a divalent cation is absorbed equally throughout the small intestine. The mechanism of this process is little studied. It is known that normally only a small (3-4%) part of this IU is absorbed in cattle, regardless of its content in the diet. This process does not play a major role in maintaining the homeostasis of manganese, which, unlike iron, is controlled by the mechanisms of secretion of this element [13].

In the portal vein, most of the manganese is bound to protein. Free and protein-bound manganese is effectively captured by the liver. A small portion is oxidized to  $\text{Mn}^{3+}$ , bound by transferrin, and travels from the bloodstream to various body tissues [13].

Manganese leaves the bloodstream very quickly. Only 10% of this isotope can be found in the blood 10 minutes after  $^{54}\text{Mn}$ . Once in the cell, this IU is involved mainly in the mitochondria, so the cells of the liver, kidneys, pancreas, rich in these organelles, contain increased amounts of manganese. Glucocorticoids cause the transfer of manganese from the liver to other organs and tissues.

Manganese is excreted in small amounts in the urine. Normally, this trace element enters the bile, excreted from the body mainly in the feces. But at receipt in the increased quantities it is eliminated also through a wall of intestines, and first of all through proximal department. Some manganese is also excreted by the pancreas, which in the case of cholestasis may even become the main organ of excretion of this IU. The rate of excretion of manganese is its content in food and does not depend on ions of other metals. The release of manganese from the body of animals increases only with the introduction of its stable isotope. Manganese, which is excreted with bile, is subject to partial reabsorption, in this regard, the enterohepatic circulation of



this element is established [11].

Divalent manganese is predominantly present in solutions and biochemical structures. It, like ferric iron, has significant similarity to imidazole depending on the divalent cations of copper, zinc and cadmium, predominant in the SH group, and does not replace these ions in their complexes with proteins. Manganese and other vital transition metals act as tightly bound components of enzyme molecules, which in this case are true metalloenzymes, or serve as activators of enzymes, creating easily decomposing complexes with them. Manganese acts as an activator of a number of enzymes. In the case of reactions that are activated by manganese, the metal ion reacts with the substrate, which contains a phosphate residue, forming a chelate, or reacts directly with the protein. Manganese is chemically close to magnesium. Based on this, the activation of most enzymatic reactions by this element is nonspecific and it can be replaced by magnesium. But manganese interacts with all three phosphate groups and the pyridine ring or water molecule. Despite the fact that the activation of enzymes by metals is of a common non-specific nature, a number of phenomena observed in manganese deficiency can be associated with dysfunction of enzymes that are activated by manganese. Manganese has a marked effect on the processes of gluconeogenesis and regulation of blood glucose levels. Pyruvate carboxylase and phosphoenolpyruvate carboxykinase are involved in the processes of gluconeogenesis. In fed animals in the first of these enzymes, manganese can be replaced by magnesium. However, in hungry animals, the activity of the enzyme in manganese deficiency is significantly reduced. Subsequent experiments have shown that manganese is required for normal insulin secretion, and the degree of suppression of the secretory mechanism in animals with manganese deficiency increased as the stimulation of the secretion of this hormone. The first observations on the effect of manganese on lipid metabolism have shown that it interacts with choline to prevent excessive deposition of fat in the liver. At different doses of choline in animals with manganese deficiency in hepatocytes found more fat than in animals that received adequate amounts of this element. The lipotropic effect of manganese was much stronger at low choline content, which indicates their close interaction [11,12].

However, the involvement of manganese in lipid metabolism is related to its role in cholesterol synthesis. This process is an important step in the synthesis of lanosterol - the precursor of cholesterol. The enzyme shows its activity only in the presence of metal, and at low concentrations of manganese is very effective. Hypocholesterolemia has been reported in manganese deficiency. It is possible that in violation of the synthesis of cholesterol - the precursor of sex hormones, explains the effect of manganese on the reproductive function of animals.

The effect of manganese on lipid metabolism can be realized through its action on cell membranes. It is concentrated by mitochondria and in the absence of this IU clearly visible damage and even the absence of the outer chondrial membrane, as well as disorders in the system of mononuclear phagocytes.

Manganese deficiency in animals is reflected primarily in the formation of the skeleton in both intrauterine and postnatal periods. These phenomena are caused by a violation of chondrogenesis. Detection of ME deficiencies that occur in a pathology of bone and cartilage tissue could contribute to a clinical study of the content and





synthesis of glycosaminoglycans and manganese levels in tissues and body fluids. In vivo, manganese deficiency in cattle has a number of skeletal abnormalities and reproductive dysfunction, most of which are also associated with defective glycosaminoglycan synthesis. When manganese deficiency in utero is born offspring with signs of ataxia, which is characterized by loss of balance, impaired coordination reflexes, tilting the head. The cause of these defects is the abnormal development of otoliths in the inner ear, necessary for the normal functioning of the vestibular apparatus. Manganese deficiency also affects brain function.

The biological role of manganese in the CNS may be related to the normal structure and stability of membranes. This ME is also necessary for the normal synthesis of biogenic amines. Biogenic amines cause an increase in the concentrations of manganese in the blood due to the formation of complexes with this metal, which are involved in their transport, binding and deposition. Of the enzymes that are activated by manganese, it is worth noting glutamine synthetase, which plays an important role in the detoxification of ammonia. The modified form of the enzyme is much more subject to the regulatory action of a number of products of glutamine metabolism than the original form. There is a possibility that manganese performs a regulatory function and a number of other enzymes. Among the enzymes that are activated by manganese is also lactose synthetase. Manganese can accelerate the transcription process by activating RNA polymerase. The main route of supply of manganese in the production environment is the respiratory tract. The enteral pathway and to a lesser extent the inflow through the skin can be of great importance. Manganese has pronounced cumulative properties, accumulating in the liver, kidneys, endocrine glands, in smaller quantities it accumulates in the bones, brain and spinal cord. It should be emphasized that this trace element freely penetrates the blood-brain barrier and has tropism to the subcortical structures of the brain. And its pathogenic effect is connected with it.

A severe manifestation of manganese CNS is the stage of functional disorders of the nervous system with characteristic psychopathological symptoms in the form of weakening of associative processes. This stage is followed by the second, for which the typical increase in signs of toxic encephalopathy. It should be emphasized that CNS damage in chronic manganese is accompanied by signs of gonadal suppression, as well as functional disorders of the thyroid gland, liver and gastrointestinal tract. The content and retention of manganese in the blood and matter of the brain depends on the form in which this metal enters the body.

Perhaps the role of manganese in the etiology and pathogenesis of diseases of the bone and cartilage, in the development and functioning of the CNS will be revealed very quickly. Due to the need for optimal manganese content for the formation of otoliths, it is believed that genetic, congenital and some acquired vestibulopathies are associated with a violation of manganese homeostasis. The hypothesis of maintaining the optimal state of otoliths through the prophylactic use of manganese-containing drugs is noteworthy.

Cobalt is one of the most important trace elements. This element is physiologically active, affects hematopoiesis and metabolism. It is a component of a number of metalloenzymes: transcarboxylase isomer, glycylglycine dipeptidase. The





most important role belongs to cobalt in the endogenous synthesis of vitamin B12 (cyanocobalamin). In ruminants, the synthesis occurs in the pancreas, and in monogastric - in the cecum and colon. Once in the bloodstream, cobalt is deposited in the liver of animals, which is the richest in cyanocobalamin food, then in other organs: pancreas and thymus, kidneys, spleen, adrenal glands. This vitamin is a complex of  $\text{Co}^{3+}$ , it is involved in the synthesis of hemoglobin and its deficiency causes anemia.

The content of cobalt in soils determines the amount of this element in plants and the level of its entry into the body of herbivores. If the content of cobalt in the soil is  $2 \cdot 10^{-6}\%$ , there is a severe specific disease of cattle, due to its insufficiency (enzootic insanity, coastal disease, shrub disease). Lack of cobalt in the diet of animals leads to acobaltosis (growth slows down, productivity decreases, anemia appears). The diseases are endemic and occur in areas with low cobalt content in soil and plants. The introduction of additional amounts of cobalt in animal feed leads to their recovery.

The effect of cobalt on the body is not limited to hematopoiesis. It is associated with the activity of enzymes, vitamins, hormones, and also affects protein, fat, carbohydrate and mineral metabolism, promotes the accumulation of vitamins in the organs and tissues of animals, stimulates the growth and reproduction of rumen microorganisms and their synthesis of B vitamins. cations, cobalt is involved in the reactions of glycolysis and the tricarboxylic acid cycle, activates dipeptidases and phosphatases, interacts with other minerals, while performing various functions. For example, carboxylase may contain manganese or magnesium, cobalt, calcium, iron. There is a relationship between Co, Mn, Zn and Cu in the interaction with B vitamins, manganese and cobalt with vitamin E.

Traces of cobalt are found in all foods, but its highest content is found in vegetable leaves. Consumption of cobalt with iodine diet is usually 170-440 mcg / day, and with water up to 10 mcg / day. 90% of the total amount of cobalt is contained in plant products. Cobalt is excreted in the feces (about 80%) and urine (10%).

Cobalt is part of the cyanocobalamin molecule, is actively involved in enzymatic processes and the formation of thyroid hormones, inhibits iodine metabolism, promotes water excretion by the kidneys. Cobalt increases iron absorption and hemoglobin synthesis, is a powerful stimulant of erythropoiesis. The process of hematopoiesis in humans and animals can take place only with the normal interaction of three bioelements - cobalt, copper and iron. It should be noted that the mechanism of cobalt influence on hematopoiesis continues to be studied. It is known that the introduction of cobalt into the bone marrow increases the formation of young red blood cells and hemoglobin. But this requires the presence of sufficient iron in the body.

Vitamin B12, in addition to its effect on hematopoiesis, has a very effective effect on metabolism, especially on protein synthesis, and also has the ability to restore -S-S-groups involved in the processes of blocking and utilization of toxic elements. Assessment of cobalt content in the body is based on the results of blood, urine and hair.



From the gastrointestinal tract, cobalt enters the blood, where its content varies from 0.07 to 0.6  $\mu\text{mol} / \text{l}$  and depends on the season and time of day. It is slightly higher in summer due to the animals eating fresh green fodder, which is rich in this IU. The concentration of cobalt is much higher in erythrocytes than in plasma. According to T. Gunther and sang. (1974), in serum cobalt binds to the albumin fraction. The absorption of vitamin B12 is different from the absorption of cobalt ions. It depends on the so-called intrinsic factor - one of several mucopolypoteins produced by the gastric mucosa. The complex is an internal factor - vitamin B12 enters the cells of the mucous membrane, where the vitamin is released by a special enzyme, and the factor is either subject to proteolysis, or enters the intestinal lumen. In pernicious anemia there is a genetic defect in the synthesis of this factor. Impaired absorption of vitamin B12 is also observed during gastrectomy and infection with helminths, competing with the host for the available vitamin B12.

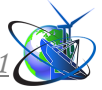
In the blood, vitamin B12 is transported by special proteins - transcobalamin, of which transcobalamin II transports it in the blood of the portal system, and transcobalamin I - in the plasma of the great circle of blood circulation. It is believed that transcobalamin I binds vitamin B12 more strongly, performs the function of deposition. Transcobalamin III is also known and its function is being studied.

Vitamin B12 is converted in the liver to hydroxycobalamin ( $\text{Co}^{3+}$ ), then in the mitochondria cobalt is reduced enzymatically to  $\text{Co}^{+}$ , after which the vitamin is converted by deoxyadenosyltransferase into a coenzyme. Vitamin B12, like cobalt ions, is excreted mainly in the urine. A unique feature of the structure of vitamin B12 is the bond between cobalt and a carbon atom 0.205 nm long, which is not found in any natural organometallic compound.

Vitamin B12 deficiency in ruminants occurs when its content in the scar fluid is below 5 ng / l and in the blood - below 0.2 ng / l. Vitamin B12, which is synthesized by the microflora of the cecum and colon, is not absorbed by ruminants. The rumen microflora produces many vitamin B12-like compounds, and the synthesis of their biologically active form takes place with relatively low efficiency, which is cobalt deficiency of about 15% of the total number of compounds containing this element, and with adequate content in the diet - only 3% .

The second feature of ruminants is their marginal ability to absorb vitamin B12, which is only about 3-5% of a given dose. Thus, ruminants use cobalt very inefficiently both in the synthesis of vitamin B12 and in the process of its assimilation by the body. At the same time, they have an increased need for vitamin B12, due to the peculiarities of their energy metabolism.

In ruminants, the main source of energy is not glucose, but lower fatty acids - acetic, propionic, to a lesser extent butyric and others, which are formed by the microflora of the rumen during the fermentation of feed. The content of these acids in the urine of ruminants can serve as a reliable cobalt deficiency long before the onset of clinical signs of acobaltosis. Thus, ruminants have a high need for vitamin B12 due to the low efficiency of its synthesis and assimilation, making them particularly sensitive to cobalt deficiency compared to other animal species. These defects are prevented by methionine injections. Methionine deficiency can also cause the slow absorption of nitrogen, which is observed in vitamin B12 deficiency, and act as a



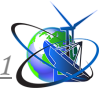
factor that limits the growth of animals and their hair. A further consequence of vitamin B12 deficiency is a marked decrease in the level of folic acid in the liver, which is restored with the introduction of methionine. These observations suggest that the effect of vitamin B12 on the metabolism of lipids and folic acid is through methionine, which increases folic acid stores, improving its entry into the hepatocyte.

It was found that at physiological concentrations cobalt is required for the synthesis of thyroid hormones. In animals suffering from acobaltosis, giving this IU leads to a decrease in the size of thyroid follicles and an increase in the height of the epithelium lining them. Endemic thyroid dysfunction is observed in farm animals and humans from biogeochemical provinces with low levels of cobalt in the environment or its unfavorable ratio with iodine.

A similar pattern is established between diseases of the circulatory system and low levels of this trace element. The ability of cobalt to inhibit tissue respiration, including bone marrow cells, is associated with the development of compensatory polycythemia with severe bone marrow hyperplasia and the formation of foci of extramedullary hematopoiesis. One of the possible mechanisms of erythropoiesis stimulation is the effect of cobalt on the formation of erythropoietins. This effect of cobalt is explained by the blockade of SH-groups of some oxidoreductases, which lead to oxygen starvation of the bone marrow, which stimulates it to increased activity or through increased synthesis of erythropoietin. The latter is produced in the blood of an inactive precursor in response to hypoxia under the influence of erythropoietin formed in the kidneys. In this regard, the use of cobalt as a stimulant of hematopoiesis can be justified only in cases of low blood erythropoietin.

Cobalt has low toxicity to the studied experimental animals and humans. It should be emphasized that a 1000-fold excess of cobalt almost completely inhibits the absorption of iron. The subcellular distribution of these metals in duodenal enterocytes was similar. Based on these data, the authors concluded that cobalt inhibits the absorption of iron not by affecting the binding sites on the apical surface of erythrocytes, but by acting on the release processes, occurs in the basal part of the cells. Organic cobalt compounds have a coronary dilating effect. Drugs that contain this IU, promote the formation of iron and contribute to the beneficial effect on immunological reactivity.

It has been established that cobalt compounds can cause sensitization of the body, which can cause dermatitis with characteristic hyperkeratosis, as well as interstitial pulmonary fibrosis. Cobalt can have toxic effects on the pregnant woman and the developing fetus. The connection between this metal and carcinogenesis remains controversial and controversial. Indeed, in the tumor tissues of humans and animals, in the blood of cancer patients cobalt content is increased by one and a half - two and a half times compared to normal. In addition, in patients with leukemia, the concentration of this IU in whole blood is reduced. The most pronounced decrease in its level was observed in undifferentiated and lymphoblastic forms of leukemia. During remission, the level of cobalt approaches the control figures, with the deterioration of patients - is significantly reduced in serum, erythrocytes and whole blood. However, in animal experiments, the introduction of cobalt at a concentration of 0.01 mg / kg inhibited the growth of Pliss lymphosarcoma in rats and Ehrlich's



ascites carcinoma in mice. Thus, the possible blastomogenic role of cobalt requires further research.

The biological role of zinc was established about 120 years ago, when J. Raulin showed that this element is necessary for the growth of *Aspergillus niger*. This position was later confirmed for plants and animals. Zinc has been found to be a component of carbonate dehydrogenase. The study of zinc deficiency in animals revealed the following symptoms: changes in appetite, disturbance of animal behavior and loss of training properties, growth retardation and puberty, blocking estrus, infertility, lymphopenia and increased hematocrit. Zinc deficiency was first identified as a syndrome of hypogonadism and dwarfism. Zinc reserves are small - 22.9-30.6 mmol, ie 1.5-2 g. It is found in all organs and tissues, but its amount varies widely: from 0.15 to 3.3 mmol per 1 kg of raw tissue. Skeletal muscles are the richest in zinc, accounting for 62.6% of all IUs. It is important to emphasize that the release of zinc from its tissue depots is facilitated by glucocorticoids. The total content in the body is 2300 mg, of which in soft tissues - 1800 mg.

At the cellular level, zinc stimulates the formation of polysomes, inhibits iron-catalyzed free radical oxidation. It is shown that the presence of zinc is necessary for the transition from one phase of the cell cycle to another, its lack blocks this process. Particular interest in zinc in the last 15 years is associated with the discovery of its role in nucleic metabolism, transcription processes, stabilization of nucleic acids, proteins and especially components of biological membranes, as well as in the metabolism of vitamin A.

The main regulatory mechanism of zinc homeostasis is its absorption, which takes place in the small intestine.

In humans and rats, zinc, like calcium, is absorbed mainly in the small intestine. In cattle, about 1/3 of a single dose of zinc is absorbed in the rennet.

Zinc is absorbed in two phases, one of which may be related to energy expenditure, which is not equally recognized by all authors (Solomons N.W., Cousins R.J., 1984). The first phase is fast and reflects the flow of zinc, while the second, slower, phase characterizes the transport of this element across the basement membrane. There are two different mechanisms of zinc absorption, one of which operates at low concentrations of this element. Due to the quantitative intake of zinc in the epithelium of the mucous membrane may be similar at both low and high content of this element in the intestinal contents.

Increased protein content in the diet improves the absorption of zinc due to the formed amino acids. With a low-protein diet, the absorption of zinc, on the contrary, decreases. Lysine, cysteine, glycine and glutamate stimulate this process, while the positive effect of histidine is not recognized by all authors. Elevated levels of calcium in the diet make it difficult to absorb zinc and often cause parakeratosis. A number of studies have suggested that the lipid fraction of milk is important for zinc absorption, especially in newborns. The main role was played by essential fatty acids.

Up to 85% of the total amount of this element is absorbed from food poor in zinc, and only 10-30% from ordinary food. Assimilation of zinc from different feeds is different. As part of corn, it is available by 52%, wheat - by 60%, peas, barley, beans - by 66-68% and lupine - by 80%. Of the semi-synthetic casein diet, which





contains 18 mg of zinc, its absorption was 83%. Absorption of zinc is significantly reduced in inflammatory processes under the influence of leukocyte endogenous mediator IL-1, which causes a simultaneous decrease in the level of zinc in blood plasma and its accumulation in the liver.

It has been shown that zinc deficiency in the liver disrupts the synthesis of retinol-binding protein required for the transport of vitamin A in the bloodstream. Particularly strong influence is on the simultaneous deficiency of both nutritional factors that lead to disruption of homeostatic regulation of the body. This explains the seasonal nature of some hypomicroelementosis, such as endemic bovine parakeratosis, which occurs in early spring, and endemic icterohemoglobinuria in astrakhan sheep, which disappears during their transition to green fodder.

The next stage of zinc absorption is its interaction with intracellular enterocyte ligands.

It is possible that the physiological antagonism of copper and zinc is played out in part at the level of metallothionein. The synthesis of this protein is induced by these two elements, but zinc is more active, and copper forms stronger complexes with this protein. Therefore, when giving a moderate amount of zinc, it is realistic to expect, first of all, the formation of copper-thionein and reduce the entry of this element into the blood. The interaction of both metals may have clinical significance, for example, when taking massive doses of zinc in Wilson-Konovalov disease.

The transfer of zinc across the basolateral membrane is an active process that requires the presence of oxygen and energy expenditure. It is inhibited by metabolic toxins and may also depend on the availability of metal-binding portions on plasma albumin. Zinc is contained in plasma and erythrocytes in a ratio of 1: 8 or 1: 9. In erythrocytes, it is present mainly as a component of carbonic anhydrase and to a lesser extent superoxide dismutase. Some zinc binds to the membrane, helping to stabilize its structure. Leukocytes contain up to 0.3% zinc, which, unlike erythrocyte zinc, does not exchange with its plasma reserves and does not respond to a deficiency of this element. The main transport protein of blood plasma, which carries 2/3 of metabolically active zinc - is albumin. Plasma zinc is closely correlated with the amount of zinc bound by albumin. For some time, it has been suggested that zinc is transported in the portal vein by transferrin, but it is noted that the binding to albumin is stronger than to transferrin, and in the perfusion of isolated intestinal segments, absorbed zinc does not bind to transferrin but to albumin. The degree of absorption of zinc correlates with the content of albumin, not transferrin. Thus, the level of circulating albumin may be important in the absorption of zinc. Moreover, it is noted that hepatocyte culture absorbs zinc only from media that contain amino acids and albumin, but not transferrin.

These observations suggest that albumin is the major physiological ligand that transports zinc from the intestine to the liver. It was noted above that albumin also plays an important role in the transport of copper in the portal vein system, but it was found that the binding sites of both elements on albumin do not coincide.

Over the past 15 years, a great deal of research has been done on the intracellular volume of zinc. Glucocorticoids have been shown to increase zinc levels in hepatocytes, and this accumulation is associated with the synthesis of





metallothionein, in the selective stimulation of the synthesis of which insulin and glucagon are also involved. The release of zinc from the cell is due to the breakdown of its intracellular ligands. The outflow of zinc from cells depends on the plasma content of albumin and amino acids.

Basically, zinc is excreted in the feces. Zinc, which is excreted in the feces, consists of undigested zinc, and the amount of the latter reflects the level of intake of this element with food and plays an important role in homeostasis [14,15].

With tissue breakdown, such as burns, surgery and other injuries, starvation, the zinc content in the urine increases significantly. Hyperzincuria is also observed in hepatic porphyria, postalcoholic cirrhosis and chelation therapy []. Zinc enters the urine mainly from plasma ultrafiltrate. In the distal renal tubules, it is usually 95% reabsorbed and its amount in the urine correlates well with its volume and creatinine content. With increasing urine volume and pregnancy, there is some increased zinc secretion associated with increased tubular flow. Significant release of zinc occurs during infusions of amino acids, especially cysteine and histidine [16,17].

The largest amount of this element is also released with hair and nails. Detection of zinc in hair is an important diagnostic test for latent forms of its deficiency.

Zinc plays an important role in the synthesis of protein and nucleic acids, and also plays an important role in skeletal development. In zinc deficiency there is an inhibition of alkaline phosphatase in the chondrocytes of the pineal cartilage, which is the main biochemical defect in bone development. There is no doubt that zinc is involved in calcification processes, but the disclosure of the specific mechanism of its action is a matter of the future.

A number of manifestations of the biological activity of zinc are due to its high affinity for sulfhydryl groups, which are important determinants of the structure and function of proteins. Because zinc ions do not participate in redox reactions, they help stabilize sulfhydryl groups, preventing their oxidation by copper and iron ions. The lack of this IU in laboratory and farm animals is accompanied by inhibition of antibody production, a decrease in the number of lymphocytes circulating in the blood, and a significant decrease in thymus mass.

Vitamins A and B6 are needed for better absorption of zinc by the body. Assimilation of zinc interferes with copper, manganese, iron and calcium (in large doses). Cadmium can displace zinc from the body.

Zinc is a cofactor of a large group of enzymes involved in protein and other types of metabolism, so it is necessary for the normal course of many biochemical processes. This element is required for the synthesis of proteins, including collagen. Zinc is involved in the processes of cell division and differentiation, the formation of T-cell immunity, the functioning of dozens of enzymes, pancreatic insulin, the antioxidant enzyme superoxide dismutase, the sex hormone dihydrocorticosterone. Zinc plays an important role in the processes of skin regeneration, hair and nail growth, secretion of sebaceous glands. Zinc promotes the absorption of vitamin E and maintains a normal concentration of this vitamin in the blood. It plays an equally important role in the body's processing of alcohol, so zinc deficiency can increase the chance of developing alcoholism.

Zinc is part of insulin, a number of enzymes involved in hematopoiesis. Zinc is



needed to keep the skin in good condition, as well as in wound healing, as it plays an important role in protein synthesis. Zinc strengthens the body's immune system and has a detoxifying effect - promotes the release of carbon dioxide from the body.

**Conclusion.** The biological effect of chelate complexes on the body of animals is determined by their stability and properties of the ligands that are part of the complex. At this stage, several hypotheses are known regarding the role of chelated compounds in the absorption and transport of trace elements. According to some authors, the constant formation of various compounds can be a test indicator of their sorption. The chelated agent has a positive effect only when it forms a sufficiently stable compound with a metal, but the stability constant should be lower than in compounds of the corresponding metals with biologically active substances in the body's metabolic processes.

It is established that chelated metal compounds have an effect on almost all types of metabolism. Thus, the zinc complex increases the intensity of protein and carbohydrate metabolism, copper and cobalt, and zinc compounds - the activity of reamination enzymes. The adequacy of the action of trace elements and their chelates contributes to the manifestation of the following physiological effects: increased activity of transaminases, metalloenzymes (ceruloplasmin, glutathione peroxidase, cytochrome oxidase, catalase, etc.), antioxidant, protein-synthesizing systems, erythropoietin.

Due to the gradual rupture of chelated bonds, the drugs have a prolonged effect. When cleaving trace elements, protein ligands are effectively used by the body. All this makes it possible to reduce the dose of trace elements dozens of times, to positively solve environmental and economic problems.

## References.

1. Bovine monocyte-derived macrophage function in induced copper deficiency / S. Cerone, A. Sansinanea, S. Streitenberger. [et al.]. // *Gen. Physiol. And Biophys.* – 2000. – Vol. 19, № 1. – P. 49–58.
2. Brittenham G. M. Development of iron-chelating agent for clinical use [editorial, comment] / G. M. Brittenham. // *Blood.* – 1992. Vol. – 80. – P. 569–574.
3. Chelating Agents in Pharmacology, Toxicology and Therapeutics. 2 Int. Symp. // *Plzen. Lek. Sb.* – 1998. № 56, Syopl. – P. 1–188.
4. Cobalamin deficiency associated with methylmalonic acidemia in a cat / S. L. Vaden, P. A. Wood, F. D. Ledley [et al.]. // *J. of the Amer. Veterinary Medical Association.* – 1992. – Vol. 200, № 8. – P. 1101–1103.
5. Copper, zinc superoxide dismutase enhances DNA damage and mutagenicity induced by cysteine / iron / S. U. Yoon, Y. H. Koh, R. A. Floyd, J. W. Park. // *Mutation Researn.* – 2000. – Vol. 448, № 1. – P. 97–104.
6. Cousins R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc : spesial reference to metallothionein and ceruloplasmin / R. J. Cousins. // *Prysiol. Rev.* – 1985. – Vol. 65, № 2. – P. 238–309.
7. Chui. C. H. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency – need for a new guideline / C. H. Chui, F. Y. Lau, R. Wongetal. // *Nutrition.* – 2001. – Vol. 17, № 11–12. – P. 917–920.
8. Czekala J. Występowanie miedzi, cynku i manganu w glebach uprawnych / J.



Czekala, M. Jakubus. // Mikroelementy w rolnictwie. – Warszawa, 2000. – Cz. 1. – S. 219–228.

9. Dabkowska–Naskret H. Zawartosc form calkowitych i dostepnych dla roslin onkroelementow w wybranych podtypach ezarnychziem kujawskich / H. Dabkowska–Naskret // Mikroelementy w rolnictwie. – Warszawa, 2000. – Cz. 1. – S. 237–243.

10. Davis C. D. Low dietary copper increases fecal free radical production, fecal water alkaline phosphatase activity and cytotoxicity in healthy men / C. D. Davis. // J.Nutr. – 2003. – Vol. 33, № 2. – P. 522–527.

11. Determination of trace elements (Cu, Zn, Mn, Pb) and magnesium by atomical absorption in patients receiving total parenteral nutrition / T. Papageorgiou, D. Xenos [et al.]. // Nutrition. – 2002. – Vol. 18, № 1. – P. 32–34.

12. Effect of antioxidants added to bear semen extender on the semen survival time and sperm ehromatin structure / B. Szczesniak–Fabianczyk, M. Bochenek, Z. Smorag, F. Ryszka // Reprod Biol. – 2003. – Vol. 3, № 1. – P. 81–87.

13. Effect of pasture–applied biosolids on forage and soil concentrations over a grazing season in North Florida. II Microminerals / M. E.Tiffany, L. R.McDowell, G. A. O'Connor. [et al.]. // Commum. Soil. Sci. and Plant Anal. – 2000. – Vol. 31, № 1 – 2. – P. 215–227.

14. Effect of trace and ultratrace elements on the reproduction performance of ruminants / M. Anke, W. Dom, G. Gunstheimer [et al.]. // Veterinarna Medicina. – 1998. – Vol. 43, № 9. – P. 272–282.

15. Effects of supplementation of organic and inorganic combinations of copper, cobalt, manganese, and zinc above nutrient requirement levels onpostpartum two–year–old cows / P. A. Olson, B. D. Rink, D. T. Hickok. [et al.]. // J. of Animal Science. – 1999. – Vol. 77, № 3. – P. 522–532.

16. Egeli A. The effect of peroral administration of amino acid-chelated iron to pregnant sows in preventing sow and piglet anaemia / A. Egeli, T. Framstad, D. GrFennmgen. // Acta Vet. Scand. – 1998. – Vol. 39. – P. 77–87.

17. Excretion from rats of ketone bodies and methylmalonic acid in urine resulting from dietary vitamin B<sub>12</sub> deficiency / S. Toyoshima, F. Watanabe, H. Saido. [at al.]. / Bioscience, Biotechnology–and–Biochemistry. – 1995. – Vol. 59, № 8. – P. 1598–1599.

**Анотація.** Дослідження вчення „Про біогеохімічні провінції” дало роз’яснення специфічних різниць тварин і рослинних організмів в різних зонах і областях земної поверхні, ґрунтів та вод, які характеризуються нестачею або надлишком деяких мікроелементів. Ця робота дала можливість зрозуміти ряд місцевих ендемічних захворювань людей і тварин та відіграла велику роль у боротьбі із захворюваннями.

Оптимальний вміст і співвідношення життєво необхідних мікроелементів в організмі сільськогосподарських тварин зумовлює нормальний перебіг обмінних процесів, добрий стан їх здоров’я і високу продуктивність.

**Ключові слова:** раціони, сільськогосподарські тварини, мікроелементи, хелатні сполуки, метіонати.



УДК 616.7

**FEATURES OF GYMNASTICS AND MASSAGE FOR A CHILD AGED FROM 3 TO 4 MONTHS****ОСОБЛИВОСТІ ГІМНАСТИКИ ТА МАСАЖУ ДЛЯ ДИТИНИ ВІКОМ ВІД 3 ДО 4 МІСЯЦІВ****Listau K.O. /Лістай К.О.**

assistant / асистент

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4344-9639>

Chernivtsi National University /

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича

**Анотація.** Перший рік життя дитини – дуже важливий. Даний період характеризується швидкими темпами росту та розвитку. Розвиток дитини розподілити на різні сфери можна досить умовно. Руховий розвиток, когнітивний розвиток і соціально-емоційна сфера не можуть розвиватися ізольовано[1]. Масаж і гімнастика вносять нові відчуття в життя дитини, сприяють гармонійному фізичному розвитку дитини, а також маля отримує необхідний йому стимул до психічного розвитку. Вважається, що діти, яким проводять гімнастику та масаж в перший рік життя, розвиваються швидше, раніше починають повзати, сидіти, стояти, ходити, говорити тощо.

**Ключові слова:** нормальний розвиток дитини, масаж, гімнастика.

**Вступ**

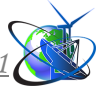
При проведенні гімнастики і масажу виділяють п'ять вікових груп: I - діти у віці від 1 - 1,5 до 3 місяців; II - від 3 до 4 місяців; III - від 4 до 5 місяців; IV - від 6 до 9 місяців; V - від 9 до 12 місяців.

Обов'язково слід дотримуватися певних умов: під час занять температура повітря в приміщенні повинна бути +22-24°C; поверхня на якій буде знаходитися дитина – напівжорстка (масажний стіл + плед + одноразова пелюшка); дитина – роздягнена, роздягають батьки. Використовувати потрібно лише нейтральні теплі змащуючі засоби: звичайна прокип'ячена олія, олія виноградних кісточок...). Руки спеціаліста – теплі, одяг – чистий, бажано яскравий для привертання уваги малюка. У процесі роботи обов'язково потрібно постійно спілкуватися з дитиною, коментувати виконані маніпуляції. Поруч повинен знаходитися хтось з рідних і бажано, щоб перший дотик виконали вони, а спеціаліст поступово замінює знайому дитині людину [2].

**Основний текст**

Завдання занять для другої вікової групи направлені на закріплення сформованих навиків і стимуляції наступних згідно нормального розвитку.

До кінця третього місяця дитина, спостерігаючи за іграшкою або за обличчям дорослого, може змінити положення голови і тулуба рівніше щодо центру, рухи рук і ніг відбуваються по середній лінії тіла. Тулуб стабілізується завдяки притисканню ліктів до тулуба, рухи здійснюються «блоком», немає окремих рухів кінцівок. Дитина, піднімаючи ноги до живота, активізує м'язи живота. Ноги частіше рухаються у напрямі голови. Центр ваги переміщається до верху грудної клітки – вона стає більш пласкою, тулуб стабілізується, хребет видовжується. Дитина частіше утримує симетричне положення голови і тулуба.



Рухи рук стають вільнішими і доцільними, оскільки зникає фізіологічний гіпертонус верхніх кінцівок.

Маля вловлює напрям звуку - повертає на нього голову, впізнає голос матері, гулькає, голосно сміється, тягне іграшки в рот. Диференціює декілька смаків, але тонкі смакові відчуття з'являються у молодшому шкільному віці.

У віці трьох місяців дитина, лежачи на животі та спираючись на зігнуті руки, підводить верхню частину тулуба і добре тримає голову. Завдяки повторенням, рухи рук і ніг удосконалюються. Упираючись до опори і роблячи ці безладні рухи, дитина усвідомлює, що пересунулася назад, вперед, ліворуч, праворуч. Виявивши це завдяки такому положенню голови, яке дає змогу їй дивитися перед собою, дитина розуміє користь рухів, які переміщують її вперед. Вона усвідомлює ті відчуття, які переживає при русі.

У дитини віком 4 місяці рухи стають ще більш доцільнішими через те, що зникає фізіологічний гіпертонус нижніх кінцівок. Дитина тягнеться до іграшок, гладить і утримує предмети. "Комплекс пожвавлення" виникає вже і без дії дорослих. З'являється радість побачивши іграшку, при слуханні музики. Диференціює декілька запахів [2].

Дані набуті навички будуть основою для формування методики гімнастики та масажу.

Важливо перед початком заняття виключити наявність протипоказань.

*Маніпуляція 1. Масаж рук:* В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст фіксує променево-зап'ястковий суглоб дитини. Іншою рукою проводить погладжуючі рухи по боковій поверхні руки знизу вверх до надпліччя з поверненням по задній поверхні руки до кисті. Після погладжування - розтирання: подушечками своїх пальців фахівець проводить кругові рухи по передпліччі та плечі. Закінчує знову погладжуванням. Кількість повторень – 5-6 разів на кожну руку.

*Масаж пальців рук:* кожен пальчик промасажується у напрямку до кисті. 2-3 рази на кожен пальчик. Аналогічно і з іншою рукою.

*Маніпуляція 2. Вправа для верхніх кінцівок:* В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст розводить руки в сторону і зводить їх, чергуючи положення. Кількість повторень – 5-6 разів.

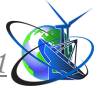
*Маніпуляція 3. Масаж ніг:* В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст захоплює ніжку так, щоб п'ятка вклалася в середину його долоні. Фіксує гомілковостопний суглоб та від нього проводить погладжуючі рухи по боковій частині ніжки до тазостегнового суглоба. Важливо не зміщувати колінну чашечку. Таким же рухом повертається назад по задній поверхні ніжки дитини. Після погладжування – розтирання бокової поверхні ніжки: кругові та спіралевидні рухи навколо кульшового суглоба, зони до коліна(зверху вниз) та від гомілковостопного суглоба до коліна. Кількість повторень – 6-8 разів на кожен прийом.

*Масаж пальців ніг:* кожен пальчик фахівець промасажує у напрямку до стопи. Аналогічно працює з іншою ногою.

*Маніпуляція 4. Вправи для нижніх кінцівок:*

1) В. п. дитини - лежачи на спині. Зігнути кінцівки в колінних і





тазостегнових суглобах, виконувати кругові рухи по черзі на кожну ніжку, спочатку назовні потім всередину. При цьому – фіксація кульшового суглоба. Кількість повторень – 4-5 разів.

2) В. п. дитини - лежачи на спині. Зігнути кінцівки в колінних і тазостегнових суглобах, поступово розводити їх в сторони (поза жабки). Намагатись, щоб коліна торкнулися поверхні столу. Кількість повторень: 4-5 разів.

*Маніпуляція 5. Рефлекторне перевертання з спини на живіт.* Спеціаліст переставляє ніжку на ту сторону куди буде перевертатися дитина та, тримаючи за руку, стимулює поворот. 3-4 повтори на кожну сторону.

*Маніпуляція 6. Масаж спини:* В. п. дитини - лежачи на животі. Спеціаліст виконує погладжування від сідниць вздовж хребта вгору і назад по всій спині. Далі кожну сторону окремо прогладжуємо (від хребта до плечей, грудну клітку, сідницю).

Після погладжування – розтирання: 1) кругове/спіралеподібне від хребта до плечових суглобів, 2) вздовж лопаток (зверху вниз \знизу вгору), навколо лопаток, 3) вздовж хребта (подушечками пальців або великими пальцями – ялинкою).

*Маніпуляція 7. Поворот дитини з живота та спини.*

*Масаж живота:* Спеціаліст трьома подушечками пальців погладжує зону навкруг пупка. Рух за ходом годинникової стрілки. Кількість повторень – 4-5 разів. Далі рухи починають розходитися на більшу площу живота, оминаючи місце проекції печінки. Кількість повторень – 5-7 разів.

Робота з косими м'язами живота: Спеціаліст робить на кожній стороні поперемінне погладжування у напрямку від ребер до лобка з кожного боку окремо – 5-7 разів, потім разом.

Після погладжування – розтирання. Розтирання навколо пупка і всього живота: кругове/спіралевидне (подушечками пальців).

Масаж живота спеціаліст завершує поглажувальними рухами навколо пупка, які розходяться.

*Маніпуляція 8. Вправа для укріплення м'язів живота:* Спеціаліст захоплює ручки дитини і підіймає тулуб на 45°. Утримує дитину в такому положенні – 3-5 секунд і опускає на бік, а потім на спину (боки змінює). Вправу виконує 4 рази.

*Маніпуляція 9. Вправа для нижніх кінцівок:* В. п. дитини - лежачи на спині. Випрямити ноги малюка в колінах і тягнути їх до голови (задіяний тільки тазостегновий суглоб). Кількість повторень: 5-7 разів.

*Маніпуляція 10. Масаж грудної клітки:* В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст проводить поглажувальні рухи:

а) від центру грудини через надпліччя до плечей

б) від центру грудини по ходу ребер на бокову поверхню.

Кількість повторень – 3-4 разів.

*Маніпуляція 14. Вправа для верхніх кінцівок:* В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст почергово піднімає і опускає прямі руки дитини. Кількість повторень: 5-7 разів.



**Маніпуляція 15. Вправа для нижніх кінцівок:** В. п. дитини - лежачи на спині. Спеціаліст приводить, ковзаючими рухами по поверхні, п'яту дитини до сідниці. Кількість повторень: 4-5 разів на кожну ніжку.

### **Висновки:**

Дитина – цілісна особистість, і її гармонійний розвиток залежить від можливості реалізовувати увесь потенціал, що дала їй природа. Систематичне проведення гімнастики та масажу сприяє поліпшенню функції рецепторів, провідних шляхів, посилення рефлексорних зв'язків кори головного мозку з м'язами, судинами, внутрішніми органами, що сприяє більш узгодженому функціонуванню основних систем організму. Під впливом гімнастики та масажу в рецепторах шкіри і в м'язах виникають імпульси, які, досягаючи по нервових шляхах кори головного мозку, надають тонізуючу дію на центральну нервову систему, в результаті чого поліпшується її регулююча роль щодо роботи всіх систем і органів.

### **Література:**

1. Анатомія та фізіологія дитини: Навчальний посібник / Мардар Г.І., Халаїм Є.А., Бабак С.В., Марценяк І.В. - Чернівці: Рута, 2002. - 175 с.
2. Козак Д. В. Фізична реабілітація та основи здорового способу життя : навчальний посібник / Д. В. Козак, Н. О. Давибіда. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2015. – 199 с.
3. Педіатрія: підручник / О.В.Тяжка, Н.Г.Горовенко, С.О.Крамарєв [таін.] ; за ред. О.В.Тяжкої ; Національний медичний університет імені О.О.Богомольця. – Вид. 4-те, виправлене та доповнене. – Вінниця : Нова Книга, 2016. – 1150с.

**Abstract.** *The first year of a child's life is very important. This period is characterized by fast growth and development. Child development can be divided into different areas rather conditionally. Motor development, cognitive development and social-emotional sphere can't develop in isolation. Massage and gymnastics bring new sensations into the child's life, contribute to the harmonious physical development of the child, and the baby receives the necessary stimulus for mental development. People believes that children who undergo gymnastics and massage in the first year of life develop faster, begin to crawl earlier, sit, stand, walk, talk, etc. earlier.*

**Key words:** *normal child development, massage, gymnastics*

Стаття відправлена: 01.11.2022 р.

© Лістау К.О.



УДК 581.1: 631.81: 635.64

**FORMATION OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL. YIELD UNDER THE INFLUENCE OF THE COMBINED ORGANIC AND MINERAL FERTILIZER****ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) ЗА ВПЛИВУ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА****Dzendzel A. Yu. / Дзэндзель А. Ю.***Ph.D. degree / здобувач ступеня доктора філософії*

ORCID : 0000-0002-9281-3089

**Pyda S. V. / Пида С. В.***Doctor of Agricultural Sciences, Professor / д. с.-г. н., проф.*

ORCID : 0000-0002-7858-104X

*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,**Ternopil, Maksym Kryvonosa 2, 46027**Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка,**Тернопіль, Максима Кривоноса, 2, 46027***Tryhuba O. V. / Тригуба О. В.***PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor / к. с.-г. н., доц.*

ORCID : 0000-0002-7264-7714

*Kremenets Taras Shevchenko Regional-Humanitarian-Pedagogical Academy,**Kremenets, Litseina 1, 47000**Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка,**Кременець, Ліцейна 1, 47003*

**Анотація.** У статті наведено результати впливу органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінишин® на показники структури урожаю (кількість плодів на одному кущі, масу одного плоду, масу плодів з одного куща) та продуктивність помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) гібрида першого покоління Талент.

Показано, що застосування в технології вирощування культури органо-мінерального добрива у Західному Лісостепу України поліпшує мінеральне живлення рослин, підвищує продуктивність у середньому на 14,94 т/га (22,1 %) і забезпечує врожайність товарних плодів на рівні 78 т/га.

**Ключові слова:** помідор їстівний, органо-мінеральне добриво, продуктивність, структура урожаю.

**Вступ.**

Однією із важливих галузей сільського господарства у світі та Україні є овочівництво. Західний Лісостеп України характеризується сприятливими кліматичними умовами та наявністю значних площ орних земель, що визначає цю зону як одну із виробництва високоякісної овочевої продукції. Однак, сьогодні агрофізичні та хімічні властивості ґрунтів погіршуються, зменшується вміст гумусу, що спонукає до впровадження ефективних елементів технології вирощування овочевих культур [8].

*Lycopersicon esculentum* Mill. є одною із найпоширеніших овочевих культур в усьому світі. Завдяки універсальності використання [3] томат поширений в усіх регіонах України і вирощується у захищеному та відкритому ґрунті [9]. Застосування нових елементів у технології вирощування сприяє отримання високої урожайності якісних плодів культури.



Дослідженням якості плодів томатів за різних технологій вирощування займаються українські та іноземні вчені [10-15].

**Мета роботи** – дослідити продуктивність та структуру урожаю помідора їстівного гібриду F1 Талент вирощеного за технології застосування органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінишин®.

#### **Матеріали та методи.**

Польові досліди з помідором їстівним закладали в умовах Західного Лісостепу України на ділянках фермерського господарства (с. Курники Тернопільського району Тернопільської області) на лучно-чорноземних середньо суглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах впродовж 2019-2021 рр. Кліматичні умови вегетаційних періодів загалом сприяли оптимальному росту і розвитку помідора їстівного.

Матеріалом дослідження слугував італійський (виведений спеціалістами фірми *Esasem*) гібрид першого покоління Талент помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) та органо-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінишин® (ОМД). Гібрид помідора їстівного F1 Талент є кущовий, детермінантний, середньостиглий [6].

Органо-мінеральне добриво «Smart» композит Марцінишин® (ОМД) марок: Гармонія наногідрат, Аграрний EL-композит, Тріплетремедіант деструктор, Фазовий прискорювач, Поліремедіант Н-10, Адаптор С-11-11, Агрохелп-24, р. ( $N_{\text{зар.}} = 0,6 \pm 0,5\%$ ,  $P_{2O_5} = 0,7 \pm 0,5\%$ ,  $K_2O = 0,6 \pm 0,5\%$ ,  $C_{\text{зар.}} = 8,0 \pm 0,5\%$ ) включене до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» зі статусом «постійна реєстрація» для застосування у сільському господарстві. Відповідно до плану державних випробувань шляхом позакореневого, листового підживлення, обробки насіння безпосередньо перед посівом зернових колосових культур, кукурудзи, соняшнику, сої, ґрунту навесні перед сівбою, пожнивних решток з нормами витрат згідно з агрономічними рекомендаціями для кожної марки добрива [2].

ОМД, відповідно до «Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН8.8.1.002-98) [1], відповідає вимогам безпеки для здоров'я і життя людини, не забруднює навколишнього природного середовища, оскільки це препарати 4 класу токсичності.

Добриво виготовляють за технічними умовами ТУ У 20.1-2292002437-003:2016 «Концентрована органічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «Smart» композит Марцінишин®» [7]. Розробником нормативно-технічної документації та виробником добрива є ФОП Марцінишин Ю. Д., Україна; ТОВ «Науково-дослідний інститут ноосферної валеології Марцінишин здоров'я збереження і планетарної екологічної безпеки людини», Україна.

Польові досліди з помідором їстівним закладали у двох варіантах: контроль (без застосування добрива) і дослід (із застосуванням ОМД). Помідори вирощували розсадним способом. Розсаду вирощували у теплиці, висаджували у відкритий ґрунт у третій декаді травня за схемою 60х40 см. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова.



У дослідному варіанті для підживлення кореневої системи та покращення приживаності розсади її перед висаджуванням у ґрунт замочували на 5-10 хв ОМД (вода зі скважини – 100 л+Адаптор С-11-11 – 20 мл+Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л+3.3.Р.(засоби захисту рослин)\*+Аграрний ЕЛ-композит – 1 л). У фазі 3-4 справжніх листків для поліпшення формування вегетативних органів проводили позакореневе підживлення рослин ОМД шляхом обприскування надземної маси за допомогою ранцевого мотооприскувача (200 л води +Адаптор С-11-11 – 12 мл+Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л+ 3.3.Р.\*+Фазовий прискорювач – 0,2 л). Друге позакореневе підживлення рослин спрямоване також на інтенсифікацію ростових процесів вегетативних органів. Його проводили у фазі 5-7 справжніх листків ОМД (200 л води +Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + 3.3.Р.\*). У фазі формування кущів – початок бутонізації проводили третє позакореневе підживлення рослин ОМД (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + 3.3.Р.\*+ Агрохелп 24 – 25 мл). Наступне обприскування рослин ОМД проводили у фазі початку цвітіння (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + 3.3.Р.\*). Обприскування рослин ОМД здійснювали також у фазі формування ягід для поліпшення розвитку генеративних органів (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л+ 3.3.Р.\*+ Гармонія наногідрат – 0,2 л). Останнє обприскування рослин ОМД проводили у фазі змикання ягід (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + 3.3.Р.\*). Рослини контрольного варіанту в аналогічних фазах росту і розвитку зволожували водою + 3.3.Р.\*також за допомогою ранцевого мотооприскувача.

Плоди збирали вручну по мірі їх досягання. Кількість плодів на рослині визначали математичним підрахунком, їх масу – шляхом зважування на електронних вагах у лабораторії фізіології рослин і мікробіології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Результати експериментальних досліджень оброблено методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. У таблиці наведено середні арифметичні величини [5]. Обробка статистичних даних здійснювалась за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel.

### **Результати дослідження.**

Врожайність культурних рослин є основним показником при удосконаленні технології вирощування та забезпечення населення продуктами харчування. Вагомими характеристиками структури врожаю помідора їстівного є кількість плодів на одному кущі та їх маса. Встановлено, що впродовж періоду дослідження плоди активно формувалася на кущі помідора їстівного (табл. 1), що пов'язано із поліпшенням мінерального живлення рослин. За використання ОМД приріст показників кількості плодів на рослині порівняно з контролем становив 19,0 (2019 р.), 15,0 (2020 р.), та 24,6 (2021 р.) %, а за три роки дослідження – 22,1 %.

Розмір плоду визначає не лише зовнішній вигляд, але і, товарність, привабливість та через окомірну оцінку споживчу реалізаційну цінність. Маса одного плоду та плодів з куща були найвищими у дослідному варіанті в 2021





році (табл. 1), відповідно, приріст до контролю становив 11,5 та 30,8 %. За впливу ОМД плоди помідора їстівного були крупнішими. У середньому маса плоду рослин дослідного варіанту була на 5,5 г (11,0 %) вищою порівняно з контролем. Морфометричні зміни плодів дослідних рослин були зумовлені позакореневим підживленням ОМД.

**Таблиця 1 – Вплив ОМД на показники структури урожаю та продуктивність помідора їстівного гібриду F1 Талент**

Варіант /рік	Кількість плодів на одному кущі, шт.			
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє значення,
Контроль (без добрив)	32,14±1,01	34,23±1,13	36,14±1,41	34,17
Дослід (ОМД)	38,26±1,12*	39,38±1,11*	42,19±1,26*	39,94
Показник	Маса одного плоду, г			
Контроль (без добрив)	50,18±1,02	49,17±1,03	50,43±1,14	49,9
Приріст до контролю, %	54,36±1,01*	55,68±1,14*	56,23±1,17*	55,4
Показник	Маса плодів з одного куща, кг			
Контроль (без добрив)	1,68±0,02	1,75±0,03	1,88±0,04	1,77
Дослід (ОМД)	2,16±0,03*	2,28±1,11*	2,46±1,26*	2,30
Показник	Продуктивність, т/га			
Контроль (без добрив)	61,54±1,17	63,47±1,21	64,18±1,34	63,06±0,78
Дослід (ОМД)	76,34±1,26*	77,68±1,43*	79,97±1,47*	78,00±1,09*

Примітка – \* –  $p < 0,05$  різниця вірогідна між варіантами,  $M \pm m$ ,  $n=40$ ; продуктивність,  $n=12$

Продуктивність культури характеризує успішність застосованого елемента технології. Встановлено статистично достовірний приріст урожаю плодів за впливу ОМД протягом усіх трьох років дослідження (табл. 1). Найвищий урожай рослини помідора їстівного сформували у 2021 р., приріст до контролю становив 24,6, дещо нижчий – у 2020 р. (22,4 %) та 2019 р. (24,0 %), що очевидно пов'язано із кількістю опадів. Оптимальний рівень вологості повітря для томатів – 60-70 % від повної вологості [4]. Відносна вологість повітря протягом досліджуваного періоду становила 72,2, 74,0 та 73,8 % відповідно. За використання ОМД урожай плодів помідора їстівного зріс порівняно з контролем у середньому на 14,94 т/га (22,1 %). Підвищення продуктивності відбувається за рахунок більшої кількості плодів на рослині та вищої їх маси. Аналізуючи динаміку досягання плодів *Lycopersicon esculentum* Mill. гібриду Талент варто відмітити, що пік спостерігали у серпні, дещо менше надходження продукції було у вересні. На цей показник впливали генетичні особливості гібриду помідора, кліматичні умови та технологія вирощування.

#### **Висновки.**

Отже, обробка кореневої системи розсади та позакореневе підживлення протягом вегетації ОМД поліпшує мінеральне живлення рослин і є важливим резервом підвищення їх продуктивності. Застосування органо-мінерального



добрива «Smart» композит Марцінишин® при вирощуванні помідора їстівного F1 Талент покращило структуру урожаю, зокрема, підвищило масу одного плоду, масу і кількість плодів з одного куща та продуктивність загалом у середньому на 14,94 т/га (22,1%). Результати польових досліджень підтверджують, що з метою формування високої продуктивності помідора їстівного F1 Талент у Західному Лісостепу України доцільно використовувати в технології вирощування культури органо-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінишин®», що дає високий урожай товарних плодів.

### Література:

1. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи. Технічні умови ТУ У 20Л-2292002437-003:2016 «Концентрована органічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «SMART» композит Марцінишин®» від 22.02.2016 р. №05.03.02-07/4931. 2016.
2. Заявка на випробування та державну реєстрацію добрива. [Електронний ресурс]. (Додаток 3 до наказу Мінприроди 25.03.2008 № 149 до Порядку Державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів). 2008. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0389-08#Text>.
3. Косенко Н. П., Погорелова В. О. Насіннева продуктивність сортів томата залежно від схеми сівби та удобрення в умовах південного Степу. Вісник аграрної науки, 2020. – № 2. – С. 37-43.
4. Кравченко В. А., Приліпка О. В. Помідор: селекція, насінництво, технології. – К.: Аграрна наука, 2007. – 404 с.
5. Мельниченко О.П., Якименко І. Л., Шевченко Р. Л. Статистична обробка експериментальних даних: Навчальний посібник. – Біла Церква, 2006. – 34 с.
6. Талент F1 насіння помідора детермінантного (*Esasem*). [Електронний ресурс]. 2022. <https://semena.cc/uk/5405-talent-f1-semena-tomata-det-esasem.html>.
7. Технічні умови ТУ У 20.1-2292002437-003:2016 «Концентрована органічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «SMART» композит Марцінишин®». 2016.
8. Ушкаренко В. О., Минкін М. В. Берднікова О. Г. Формування продуктивності гібридного томата СХД- 277 залежно від мінерального живлення в умовах зрошення півдня України. Таврійський науковий вісник: науковий журнал. Херсон: «Гельветика», 2018. – Вип. 100. – Т. 2. С. 105-111.
9. Яценко В. В., Воробйова Н. В., Кравченко В. С., Вишневська Л. В. Формування продуктивності помідора за післядії абсорбентів. Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агрономія і біологія», 2022. – № 1 (47). – С. 144-150. DOI: 10.32845/agrobio.2022.1.20.
10. Abid M., Danish S., Zafar-ul-Hye M., Shaaban M., Iqbal M. M., Rehim A., Naqqash M. N. Biochar increased photosynthetic and accessory pigments in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by reducing cadmium concentration under various irrigation waters Environ. Sci. Pollut. R., 24 (2017), pp. 22111-22118. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9866-8>.
11. Álvaro Cruz-Carrión, Luca Calan, Ma. Josefina Ruizde Azua, Pedro Mena, Daniele Del Rio, Manuel Suárez, Anna Arola-Arnal (Poly)phenolic composition of



tomatoes from different growing locations and their absorption in rats: A comparative study. Food Chemistry, 2022. № 388. – P. 132984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132984>.

12. Khan M. Y., Haque M. M., Molla A. H., Rahman M. M., Alam M. Z. Antioxidant compounds and minerals in tomatoes by Trichoderma-enriched biofertilizer and their relationship with the soil environments. J. Integ. Agric., 2017.– №16, pp. 691-703. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61350-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61350-3).

13. Xin Xu, Jinhang Wang, Huihui Wu, Qianhui Yuan, Jiahui Wang, Jun Cui, Aijun Lin. Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis. Scientia Horticulturae, 2022. – № 304. – P. 111242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>.

14. Yuechen Yan, Weihui Xu, Yunlong Hu, Renmao Tian, Zhigang Wang *Bacillus velezensis* YYC promotes tomato growth and induces resistance against bacterial wilt. Biological Control, 2022. – № 172. – P. 104977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104977>.

15. Zou X., Niu W., Liu J. Effects of residual mulch film on the growth and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). Water Air Soil Pollut., 2017, № 228.— P. 71. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3255-2>.

**Abstract.** This article is devoted to the investigation of the impact of the combined organic and mineral fertilizer "SMART" Marcinishin® composite on the parameters of the yield structure and the productivity of *Lycopersicon esculentum* Mill. hybrid of the first generation (Talent). The parameters of the yield structure included the number of fruits per bush, the weight of one fruit, and the weight of fruits from one bush. It is shown that the use of the combined organic and mineral fertilizer in the cultivation of tomatoes under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine improves the mineral nutrition of plants, increases the productivity by 14.94 t/ha (22.1 %) and ensures the yield of marketable fruits at the level of 78 t/ha.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum* Mill., the combined organic and mineral fertilizer, productivity, yield structure.

Стаття відправлена: 19.10.2022 р.

© Дзендзель А. Ю.



UDC 636.034:636.083.312.3

**KEEPING DRY COWS AND HEIFERS IN SECTIONS EQUIPPED WITH COMBIBOXES OR ON DEEP BEDDING AND THEIR ALTERNATIVES****Yaremchuk O.S.***Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

ORCID: 0000-0002-3283-6107

**Pikula O.A.**

ORCID: 0000-0001-8950-6099

*Candidate of agricultural sciences, associate professor**Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)**Vinnitsia National Agrarian University (Vinnitsia, Ukraine)*

*According to the results of the conducted studies of the microclimate of the reconstructed livestock buildings, it was first proved that the optimal way to keep cows in the dry period is untethered in a separate section with combiboxes, which makes it possible to comply with hygienic requirements, increases the milk production of cows after calving by 15-19% and the body weight of newborn calves by 11.2%. It is established that untethered keeping of dry cows in a separate isolated section equipped with combiboxes or tethered in a separate isolated section provides optimal air temperature values, it helps to reduce the level of carbon dioxide by 0.06-0.08%, relative humidity - by 16-20%, microbial air pollution - by 2.1-2.3 times, the level of industrial noise - by 6.5-7.9 times, improves the efficiency of use of production areas and internal equipment of the premises.*

**Keywords:** *dry period, cows, housing, boxes, sections, combiboxes, deep bedding, alternative.*

Reforming the agricultural sector of our country has posed a number of problems for agricultural enterprises, the solution of which depends not only on the transition to a market economy, but also on the further development of the industry and the introduction of modern technologies in the production of livestock products.

The transition of agricultural enterprises to market principles of management has put before the domestic science and practice a number of unresolved problems in improving [1, 5, 7, 21] existing and developing new effective technological solutions in the field of livestock production. One of such problems is the reduction in the number of cattle in farms, which in turn led to the keeping of different sex and age groups of animals together indoors, especially in the winter-stall period. At the same time, it is not always possible to ensure full compliance with the hygienic requirements for the maintenance of different technological groups of cattle in accordance with the Departmental norms of technological design (VNTP - AIC - 01.05).

The small number of cattle in most farms does not allow to apply modern technologies of milk production, increase its quantity and improve its quality. Therefore, along with the increase in the number of livestock, it is planned to reconstruct the existing livestock facilities in order to ensure the most optimal conditions for keeping animals. Of particular importance under such conditions are modern methods of keeping dry and lactating cows in the winter-stall period [17, 27, 31]. Under different technologies of milk production, the way of keeping animals depends on the resistance of their organism, the state of the mammary gland and milk productivity, milk quality, reproductive capacity and service life.



Therefore, studies [6, 9] on determining the most optimal way of keeping dry cows in the winter-stall period based on the study of microclimate parameters of the premises, their influence on immunological reactivity, milk production, milk quality and viability of the offspring are relevant now [1, 30].

Dry period is one of the most important structural elements in milk production technology. This period is necessary for the normal development of the fetus. It is established [3, 8] that milking a cow from calving to calving leads to premature loss of its economic value.

Shortened dry period and unsatisfactory feeding are the main causes of premature "exhaustion" of the cow's body and the birth of a weak, non-viable offspring.

According to literature data [11, 26, 29], not only the conditions of keeping cows in the dry period, but also the duration of the dry period and pregnancy have a significant impact on the intensity of embryonic and early postembryonic development of calves.

The influence of the dry period should not be considered in isolation, but necessarily in combination with the conditions of keeping and feeding of dry cows [7, 23, 33]. Due to the lack of special premises, cows in many milk production enterprises are kept in stalls in all physiological periods. This has a negative impact on the health of late lactating cows, which leads to nervous stress and additional stress in the body of cows.

In addition, it was found that in all physiological periods cows are constantly kept in stalls on a tether (based on the materials of the certification of milk production enterprises). The certification of existing milk production enterprises showed that this negatively affects the health of late lactating cows (noise of milking machines, the process of milking other cows, noise from the movements of feeders, manure conveyors, etc).

The difficulties lie in the fact that alternative studies in the conditions of small agricultural enterprises for the maintenance of dry cows have not been carried out, so in production conditions there is no consensus among specialists. As practice shows, dry cows are kept mainly on a tether together with dairy cows. In some farms there are different ways of keeping dry cows: untethered on deep litter, in boxes, etc.

Conducting such studies was dictated by the fact that today the Departmental norms of technological design of livestock enterprises do not provide recommendations for the joint maintenance of different sex and age groups of animals in a separate livestock building. As a rule, due to a sharp decrease in livestock in farms, cattle of different technological groups are kept in the barn today

Under such conditions, the production of milk, beef and rearing of young animals cannot be effective [12, 13, 14] without the development of new achievements of science and practice, which are based not only on experimental data and practical experience, but also take into account recommendations for the reconstruction of production facilities in order to ensure a high functional state of the animal organism.

The latter depends on many factors, namely: age, genetic potential, microclimate indicators, state of internal organs, especially cardiovascular and respiratory systems,





immune protection, hematological indicators, metabolism.

Particular importance in maintaining a high functional state of the body of cows, especially dry cows in the stall period, is given to the method of their maintenance, which affects future milk production. The evaluation of different ways of keeping dry cows showed that on small farms they do not meet the established requirements, as they do not provide normal preparation of cows for calving, subsequent lactation and obtaining a healthy offspring [4, 18, 24].

The introduction of effective ways of keeping cattle is possible only with the rational use of new approaches to the design of stalls and boxes for keeping cows during the dry period in isolated sections. For this purpose, we used existing structural elements in typical barns, bringing them as close as possible to existing standard projects. Separation of dry cows from lactating cows in a separate technological group, transferring them to a special diet, in a separate isolated section, which was constructed of wooden partitions, arranging in one case tetherless housing (combiboxes), and in the second tethered housing in stalls, contributed to a much better microclimate in this part of the room, compliance with sanitary and hygienic requirements for production noise, microbial load, preparation of cows for calving, higher live weight of calves and their good safety, and after calving cows - better milk production both for the first month and for 305 days of lactation. The expediency of separating dry cows from lactating cows in a separate room is also indicated by a number of other researchers.

The production of products from dairy cattle is one of the most important and problematic today. At present, it requires the introduction of innovative approaches and solutions that will be easily and quickly integrated into the production process and will make it possible to comply with veterinary and sanitary requirements and technological design standards. One of the ways to accelerate the increase in the amount of marketable milk production is the introduction of energy-saving technology, which, with the rational use of the production area of the barn for the placement of dairy cattle breeds, will increase the profitability of production, make a profit and increase the rationality of the usable floor area several times.

According to scientists [1, 4, 5], the violation of technological connections has led to problems in creating a regulatory air environment in livestock buildings, namely: an increase in the thermal resistance of building envelopes without the use of artificial heating and ventilation; additional costs for equipment in livestock buildings of heating and forced ventilation systems; installation of equipment to maintain the necessary microclimate using heat exchange ventilation systems (if possible without the use of heating and ventilation). Solving these issues increase the energy efficiency of livestock production, but require scientific justification of the feasibility of using significant material costs. In addition, compliance with hygiene standards and established veterinary and sanitary requirements for different ways of keeping livestock also ensures the preservation of its health [2, 15, 19].

Today, in Vinnytsia region, a significant number of livestock buildings need restoration, reconstruction and technical re-equipment, which must be carried out in accordance with the standards, provided that the residual value is about 40%. Therefore, it is advisable to provide for the reconstruction for the production of



livestock products, which requires a minimum amount of costs for technological processes.

A comparative assessment of the keeping of dry cows in combiboxes and on deep bedding was carried out taking into account the total accommodation in the premises: 52 dry cows, 16 newborn cows, 16 cages for calves of the preventive period, 18 heifers and auxiliary premises (service personnel, equipment, feed and bedding and dairy).

In combibox housing, manure removal is carried out by conveyors US-1.5 and TSG-2.0 B. When keeping animals on deep litter, manure is removed by bulldozer.

The use of production areas in the maintenance of dry cows and heifers with their subsequent calving and after the hotel period; the maintenance of calves in preventive clinics by the following indicators: the total number of animals in the building, the size of the building, the total area, the use of the total area per head, the use of the area for group cages and in the stall and per head, the use of production areas as a percentage of the total area, the total cost of reconstruction and per cattle place, the level of design and technological regime is determined [10, 16]

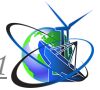
In the enterprise for milk production for 256 cows for the maintenance of dry cows 52 places are needed, or 20.31% of the total number of cows, taking into account the increase of hotels in winter by 24%. To complete the technological groups 52 heads are divided into 4 groups of 13 heads. According to the first variant of the research, it is planned to keep dry cows untethered in combine boxes for resting near the feeders (feeding table). The stall for resting and feeding dry cows is of the following size: 1.5 m wide and 2.0 m long (Fig. 1). In addition to dry cows, heifers are kept in the room for 2-3 months before hotels in two groups of 8 heads. Cows are calving in 3.9×3 m (11.7m<sup>2</sup>) sheds equipped with a feeder, watering trough and stall with a thick layer of straw. After calving, cows are transferred to 16 stalls equipped with individual tethering, automatic watering at the rate of one for two newborn cows, which are kept for 20 days. Milking of cows is carried out at the milking unit UDP-1 using the milking machine DA-50. In addition to milking cows, this unit is used to prepare heifers for the next lactation. Calves from the dairies are transferred to one of two preventoriums with 8 individual cages, where they are kept until 20 days of age. Individual cages for calves are with a thick layer of litter, round in shape, 1.2 m in diameter with a wooden floor.

Feed distribution is provided by mobile transport. The use of electric cars for feed distribution provides a reduction in stress factors that arise in the premises for keeping dry cows, heifers, cows in calving and calves in preventive clinics than when driving tractors with trailers such as KTU and others.

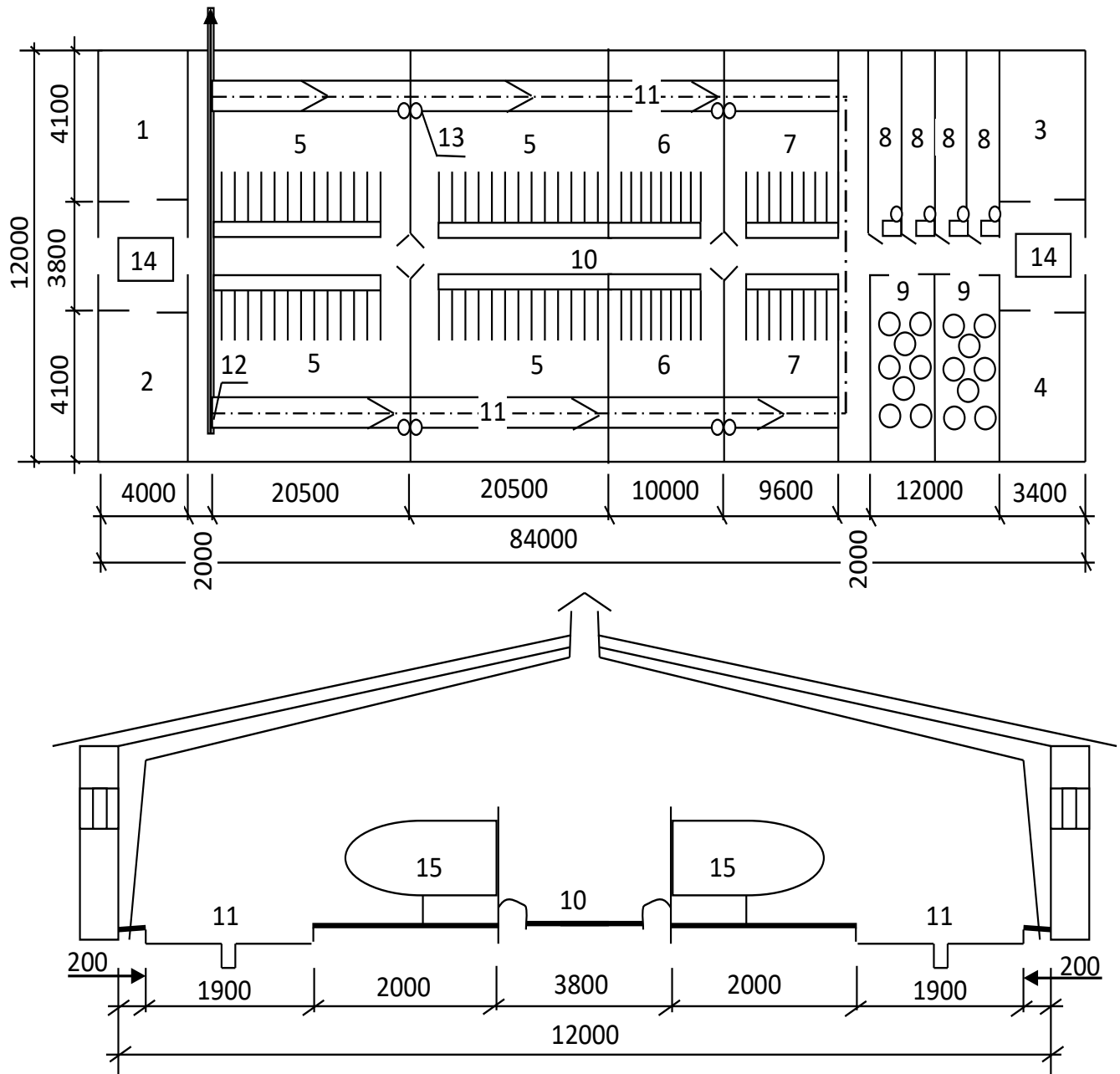
It is essential to remove manure in the premises for cattle. In combibox free-stall housing, preference is given to delta scrapers of the US type with subsequent removal of manure from the room by a TSG-2.0 B manure conveyor.

This building provides utility rooms for service personnel, equipment, milking equipment, feed and dairy. The entrances are equipped with disinfectants.

In order to find a more efficient use of space, studies have been conducted on the use of keeping dry cows on deep litter. Indicators of cows' rest comfort are closely related to the way of keeping, which is probably due to the emergence of a

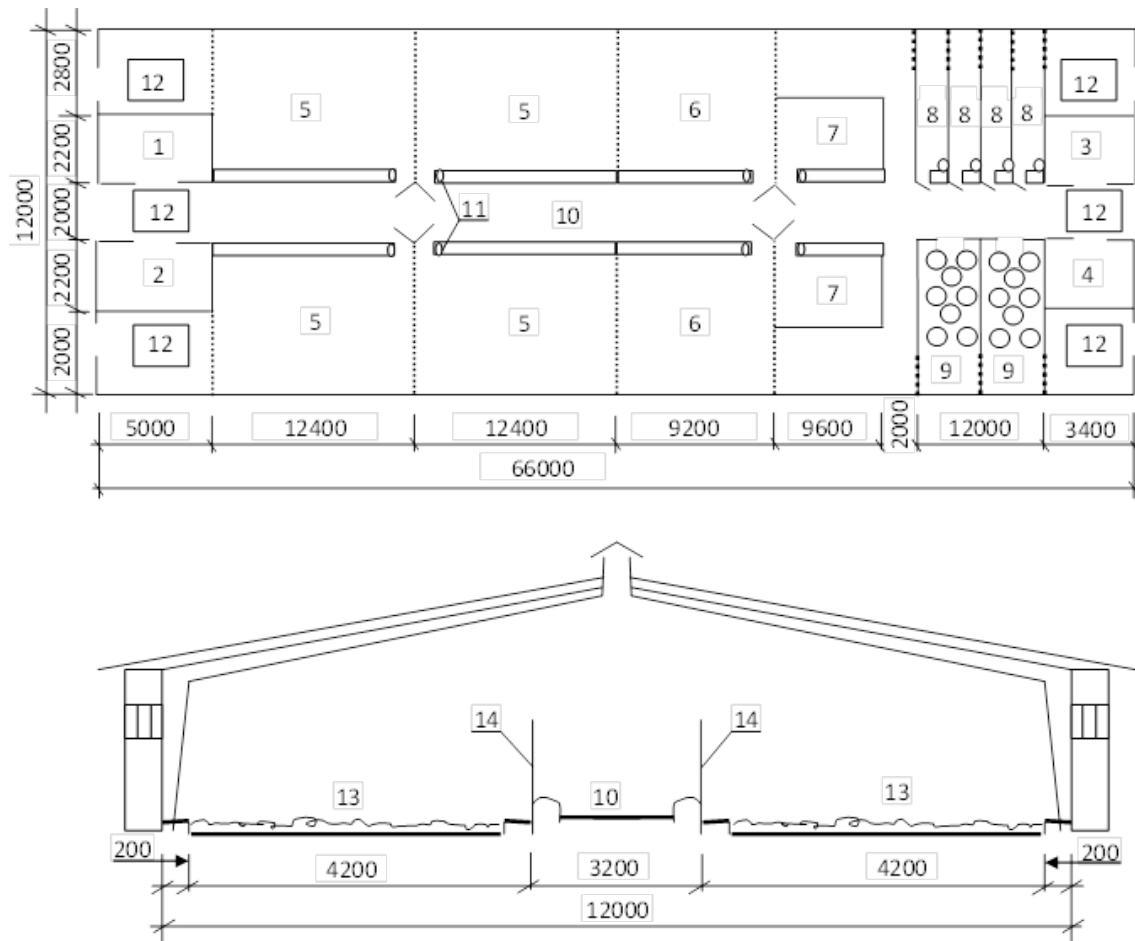
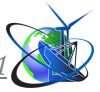


number of conditioned reflexes in animals that have been resting in boxes for a long time, as well as feeding and watering methods.



**Figure 1 - Cowshed for keeping dry cows, heifers 2-3 months before calving, cows in day cowsheds, calf and newborn cows of a milk production farm for 256 cows (option of combiboxes)**

1-premises for service personnel; 2-premises for milking equipment; 3-premises for feed; 4-premises for milk preparation; 5-group cage for 13 dry cows; 6-group cage for 9 heifers; 7-binding cage for newborn cows (8 heads); 8-days for hotels (4 pieces); 9-preventorium for calves up to 20 days of age (2 compartments of 8 individual cages); 10-feeding table; 11-delta scraper (US-1,5); 12-manure conveyor TSG-2,0B; 13-auto drinker; 14-desiccators; 15-combi-boxes.



**Figure - 2 Cowshed for keeping dry cows, heifers 2-3 months before calving, cows in day cows, preventive clinic for calves and newborn cows of a milk production farm for 256 cows (option on deep litter)**

1-premises for service personnel; 2-milking equipment; 3-premises for feed; 4-premises for milk preparation; 5-group cage for 13 dry cows; 6-group cage for 9 heifers; 7-binding of newborn cows (8 heads); 8-days for hotels (4 pieces); 9-preventorium for calves up to 20 days of age (2 departments for 8 individual cages); 10-feeding table; 11-auto drinker; 12-dezkimki; 13-deep litter; 14-feeding grate.

According to VNTP-APK-01.05, the maintenance of dry cows and heifers requires the equipment of group cages, which should have appropriate parameters for the feeding front and area. Thus, for dry cows and heifers 2-3 months before hotels, it is necessary to have a minimum floor of 4 m<sup>2</sup> per head in a group cage with a feeding front of 0.8 m of feeding table.

Keeping dry cows and heifers untethered on deep bedding provides for the removal of manure after each technological period by bulldozer to mobile transport. Therefore, Figure 2 shows the option of keeping dry cows and heifers in group cages measuring 4.2×12.4 m for 13 dry cows (area per head 4.0 m<sup>2</sup>) and for 9 heifers - in a cage 4.2×9.2 m (area per head 4.29 m<sup>2</sup>).

Keeping of cows after calving, during calving and calves in preventive clinics is the same as in the case of keeping dry cows and heifers in combiboxes and keeping on deep bedding.



**Table 1 - Use of production space when keeping dry cows and heifers in combine cowsheds and on deep bedding of milk production enterprise for 256 cows**

<i>Indicator</i>	<i>Method of detention</i>		<i>In % combibox to deep litter</i>
	<i>combibox</i>	<i>on a deep litter</i>	
Total number of livestock places, pcs.	106	106	100
Dimensions of the building, m	12×84	12×66	-
Total area, m <sup>2</sup> : total	1008	792	127,3
including per head	9,51	7,47	127,3
Used area in cages and stalls, m <sup>2</sup> : total	562,2	443,2	126,8
including for 1 head	5,30	4,18	126,8
Use of area for keeping animals, in % of total	55,77	55,96	99,7
Reconstruction cost, thousand UAH: total	964,5	487,2	198,0
per 1 cattle place	9,10	4,60	198,0
Savings per livestock month, UAH	4,5	-	
Savings equivalent to milk, kg	1500	-	
Energy equivalent savings, MJ	4605	-	
Savings equivalent to electricity, kWh	383,75	-	

Table 1 presents a comparative characteristic of the use of production areas of dry cows and heifers with their subsequent calving in dairies and after the hotel keeping of cows and calves in preventoriums.

It shows that the equipment of combiboxes requires 27.3% more production space than when keeping dry cows and heifers 2-3 months before hotels, on deep bedding.

It is important that for the reconstruction of a building measuring 12×84 m with a combibox for dry cows and heifers, 964.5 thousand UAH are needed. At the same time, 98% less material costs are needed to equip the premises for these animals when kept on deep litter. This is due to the fact that the corresponding costs are necessary for the purchase and installation of manure conveyors TSG-2,0 B and US-1,5. Significant costs are shown for the equipment of combine boxes and floors for resting dry cows and heifers.

It is characteristic that the hygienic conditions in the reconstructed building meet the regulatory parameters of the microclimate at the level of the optimal design and technological regime.

So, the building 12×84 m accommodates dry cows, heifers 2-3 months before calving in the dairies for hotels, preventive clinics for calves and newborn cows of the milk production farm for 256 cows with equipment for dry cows and heifers of combiboxes, and when keeping them on deep litter, a building of 12×66 m is needed.

It is proved that to accommodate 106 heads of cattle, it is necessary to use 27.3% less total building area and 98% less reconstruction costs compared to keeping them in combiboxes. The hygienic level of keeping animals in the reconstructed buildings corresponds to the regulatory parameters of the microclimate at the level of the optimal design and technological regime, so the choice of the method of keeping animals depends on the specific conditions of the milk production enterprise,





especially the availability of the necessary amount of bedding and space.

In addition, it was found that the savings from the reconstruction for keeping cows on deep litter per one cattle place is 4.5 thousand UAH, which is equivalent to 1500 kg of milk, its energy 4605 MJ and 383.75 kW / h of combine units. Therefore, it is advisable to give preference to the keeping of dry cows and heifers in conditions of free housing on deep bedding during the reconstruction of livestock buildings.

During the years of formation of the agrarian sector of Ukraine, the flow-shop milk systems in most milk production enterprises ceased to operate. This was mainly due to a significant reduction in the number of cows, which led to the filling of the maternity departments by 20-25%. In such conditions, ensuring optimal conditions of hotels and reception of newborn calves, prevention of postpartum diseases of cows is violated. The transfer of hotels in the stalls where cows are constantly kept, calves are placed near cows, this leads to the spread of mammary gland disease in cows, the emergence of enzometritis, violation of regulatory sanitary and hygienic parameters for newborn calves in cold, dirty and damp rooms. The flow-shop system of milk production on an industrial basis includes frequent regrouping of animals, the formation of new sections, changes in feeding and housing conditions, the introduction of different milking regimes in the maternity ward and the production sector (milking parlor). These and other factors are rational from the point of view of current production, but often cause stress in animals, which adversely affects their nervous system and hormonal status, disrupts the vital rhythm, and as a result, can lead to a decrease in productivity and premature culling.

Thus, it is advisable for specialists working in dairy farming to introduce a comprehensive training of heifers using pneumatic udder massage in the second half of pregnancy. The formation of the dairy herd should be carried out by animals at the end of the first lactation. According to the Departmental norms of technological design of livestock enterprises, maternity departments (sections) are provided for calving cows and heifers.

On farms of small capacity it is necessary to use part of the livestock building for the maternity department. In each particular enterprise, depending on the capacity, a technological project of the maternity department is developed.

Preventive measures for animals are provided by hygienic conditions of detention, standardized feeding, veterinary and sanitary measures, etc. There can be many options for the placement of maternity wards, but the basic provisions are the same in all maternity wards, which is relevant in the reconstruction of existing buildings.

**Research methodology.** In the building 12 x 72 m, a part of the room is allocated where the maternity ward for a milk production farm for 64 cows is located. The number of livestock places in the maternity department is proposed to provide 70% of hotels in the winter-spring period, that is 45 hotels. For the hotels of cows kept in the prenatal section it is necessary 7 days, hotel 2-3 days, after hotels-10 days, a total of 20 days: 45x20/120 9 places.

Fetal genes are the main factor that determines the intensity of growth and the period of accumulation of critical mass, at which the fetus induces signals that form the prenatal and birth situations in physiological conditions. The term of fruiting



depends not only on the intensity of fetal weight gain, but also on the speed of maturation of its signaling system, that is, the hypothalamic-pituitary-adrenal complex.

In each section of the maternity ward for cows there are the following livestock places: in the prenatal -  $8 \times 7/20 = 3$  places; in the delivery room -  $8 \times 3/20 = 2$  places (1.2 rounded to 2); in the postpartum period -  $8 \times 10/20 = 4$  places.

In the dispensary calves are kept until 20 days of age. Then it is necessary to provide:  $45 \times 20/120 = 8$  places. For deep-calving cows, the stall is 1.5m, for newborn cows - 1.2m, the size of the day house for hotels is  $2.5 \times 3.0$ m. Calves are kept in the dispensary in individual cages. All other parameters of stalls and cages are equipped in accordance with VNTP-APK - 01.05.

The development of the technological project provides for: maternity department of the farm for milk production with strict observance of preventive, veterinary and sanitary and technological measures that guarantee the protection of animals from the introduction of pathogens. Thus, cleanliness is constantly maintained in maternity wards, calf dispensaries, feed and bedding rooms, disinfection, disinsection, deratization are systematically carried out.

In the conditions of small farms, dry cows and heifers are transferred to the maternity section before the planned calving in 7 days. Before transferring to the maternity section, animals are cleaned, contaminated areas are washed with warm clean water and wiped dry, hooves are cleaned of manure and disinfected with 1-2% formaldehyde solution or 0.5% caustic soda solution (Fig. 3).

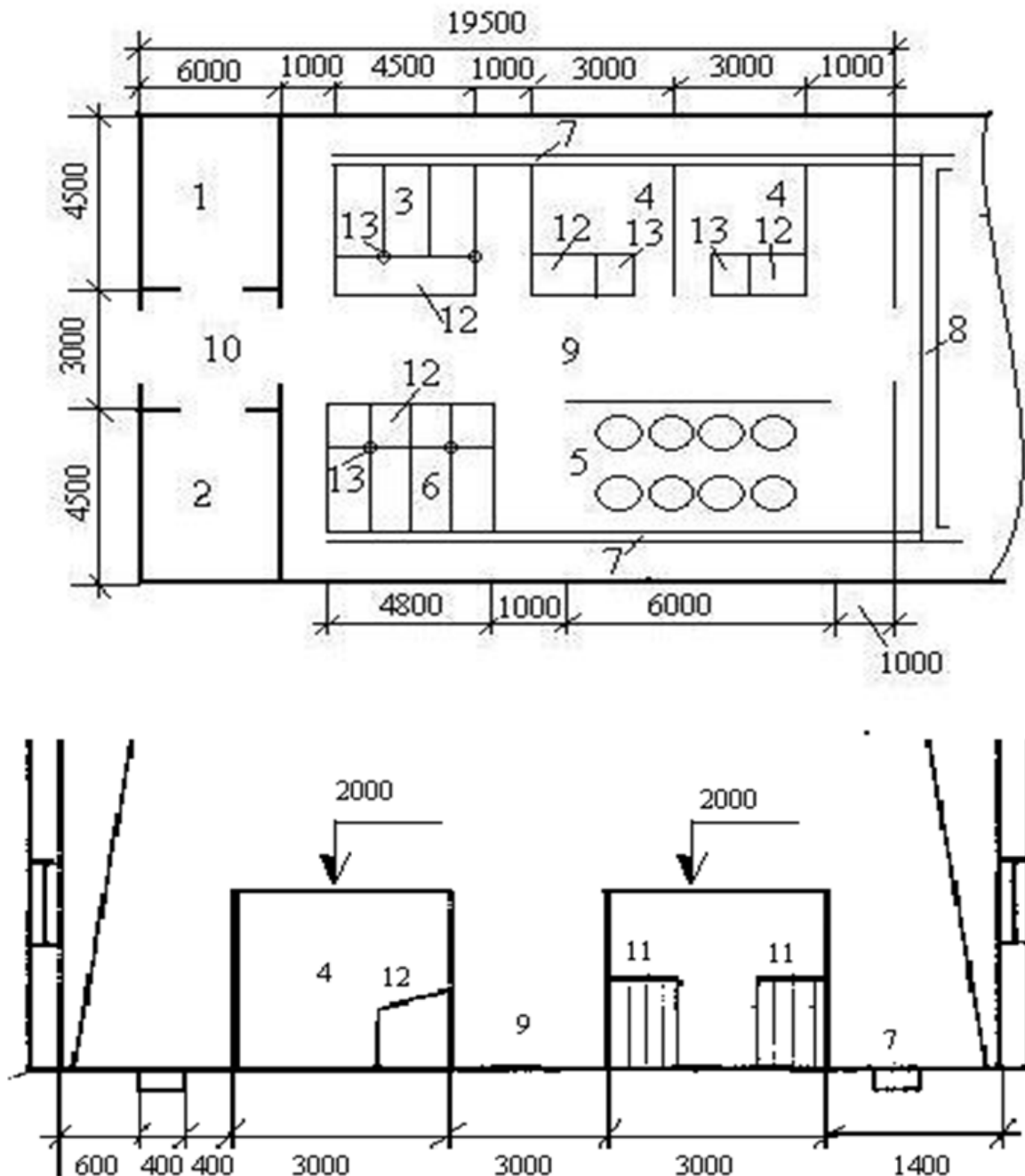
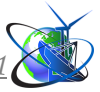
In the section for cows before calving they are kept in three tethered stalls. For calving, there are pens. The cows are transferred to the pens when there are signs of calving. After calving, cows with calves are kept for 2 days, and then in a section of 4 stalls. Cows are kept tethered, but milked manually.

It is important to observe preventive measures for the care of newborn cows, which are given a bucket of warm salted water every half hour. In the dairy cow with calf is kept on a deep straw bedding. The cow licks the calf. After two days the calf is transferred to the dispensary. Individual round-shaped cages placed on a 20-30 cm layer of straw, where the calf is kept up to 20 days of life. This design of the cage allows you to control the health of the calf and prevents them from licking.

For the prevention of calf diseases, colostrum is given to calves in 45-60 minutes after birth. The norm of drinking colostrum 3-4 times a day is 1.5 liters. Normal colostrum in the first days has a light cream color. From the first days of life, newborn calves need water.

An hour after drinking colostrum, calves are given cooled boiled water (temperature  $+20^{\circ}\text{C}$ ). From the age of 5 days, calves are given benign hay. From the 15th day - concentrated feed, fodder carrots and beets.

On the 21st day of life, calves are transferred to specially equipped group cages (in this room or in another). After each calving, in order to prevent the development and accumulation of conditionally pathogenic and pathogenic microflora in the dairy and maternity sections, the litter, fetal water is cleaned, dirty litter is cleaned and replaced with new one. Once a week, sanitary cleaning and disinfection of all vacated stalls and cages, technological passages, drainage grooves are carried out.



**Figure - 3 Plan and section of the building with a width of 12 meters of frame construction with the placement of the maternity section for a farm for 64 cows.**  
 1-room for service personnel, veterinarians, specialists and equipment; 2-room for bedding and feed; 3-section for cows before calving; 4-day stalls for calving; 5-preventorium for calves; 6-section for cows after calving; 7-manure channels; 8-manure conveyor; 9-technological passage; 10-vestibule; 11-individual cages for calves; 12-feeders; 13-auto waterers.

Sections of the maternity department in the presented technological design of the part of the building 12 m wide by 10.5 m provide for compliance with hygienic parameters of the microclimate. The enclosing structures of the maternity unit provide storage of heat emitted by cows and calves. Floors for keeping cows and calves are wooden, which retain heat well and are most accessible during the



reconstruction of maternity departments. The relative humidity should be under special control, which should not increase to 78%. Thus, cleanliness, optimal temperature and moderate humidity are components of the healthy condition of calves. In the presence of dust and harmful gases, the barrier functions of the respiratory tract in calves are weakened.

In addition to general preventive measures for the arrangement of maternity departments for a farm for 64 cows, it is advisable to offer special measures. Thus, it is necessary to constantly monitor the level and state of metabolic processes in cows and heifers. The reserve alkalinity, the content of calcium, inorganic phosphorus, carotene, total protein and sugar in the blood of cows, and the content of ketone bodies in urine and milk are investigated. In case of calf diseases, they are isolated, litter and manure from sick calves are burned.

In summer, the premises of the maternity department are temporarily freed from animals, thoroughly cleaned, disinfected three times and sanitized for 1.5-2 months. Near the maternity department, walking and feeding grounds are equipped for the organization of walks and motions for cows. It is important to ensure a quick outflow of water on the walking grounds.

Systematic control over the technology of feeding cows and calves in the maternity department is involved in the maintenance of relevant documentation: evaluation of diets for nutrients; control over feed intake; organoleptic evaluation of feed; compliance of average daily weight gain with a given diet, feeding regime and feed preparation technology; control over the implementation of the daily routine; control over sanitary days; control over metabolism.

The maternity department and dispensary works on the principle of closed type. Thus, at the entrance to the maternity ward, there are disinfectant trays, which are systematically filled with disinfectant solution.

The organization of work in the maternity department and the calf dispensary is carried out by an operator who serves cows and calves. He prepares cows for calving, monitors the condition of the mammary gland, prevents functional disorders of tissues, ensures the completeness of milking, massages the udder, and milks newborn cows.

The load on the operator is three cows before calving, two in the dairies, four after calving and eight calves of preventive age.

The operator's duties include a strict regime of giving milk to calves, maintaining cleanliness of the premises and calves, replacing bedding and weighing calves.

Thus, with planned calving of 62 cows and 10 first-calf cows, calf safety is 82% or 59 calves. In moderate conditions, the safety of calves reaches 98.4% or 1370 calves - 69. The energy consumption of newborn calves in the new conditions is only 274.4 MJ, and according to the old technology 363.9 MJ. Thus, 3356.6 MJ were saved, which is equivalent to 279.7 kWh of electricity.

At night, the condition of calves in the maternity department is monitored by an employee on duty, who is appointed one for the entire building.

Thus, it was established that in the part of the building 12 meters wide there is a maternity ward for the farm for 64 cows: three stalls for cows before calving in 7



days; two day cages for calving; four stalls for cows after calving and eight individual cages for calves of the preventive period, as a result of such placement in an isolated maternity ward, the prevention of calf disease is ensured.

To accommodate a maternity unit for a farm with 64 cows, 12 x 19.5m or 234 m<sup>2</sup> of production space is required in a 12 x 72 m building.

### **Conclusions.**

On the basis of experimental studies, the advantage of untethered keeping of dry cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed in a separate section of the barn over tethered keeping in stalls has been proved, which is achieved by reconstruction of livestock buildings and ensuring optimal microclimate parameters.

The expediency of applying new approaches to the calculation of the number of livestock places in livestock buildings, which depends on the number and duration of stay of animals in the corresponding sex and age group, as well as the pace of herd expansion, is shown. For keeping cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed it is recommended to use stalls, the size of which depends on their body weight and the oblique length of the body.

The most comfortable in terms of microclimate parameters (reducing the content of harmful gases, water vapor, the number of microorganisms in the air and noise arising from the operation of machines and mechanisms in the process of milk production) is the separation of dry cows from milking cows in an isolated section equipped with free-stall cubicles.

In addition, keeping calves, young animals and heifers free-range in group cages on deep bedding and tethered keeping of some groups of cows allows to receive 2257 tons of organic fertilizers per year, which provides fertilization of 150 hectares of sown areas and receipt of 42 c feed per conditional head of fodder.

In the 18×72 m building, the farmer produces 3200 kg of milk, raises 14 heifers and sells 286 kg of beef, which allows him to make a profit of 205.5 thousand UAH without taking into account the production of 2257 tons of organic fertilizer. Recoupment of reconstruction costs is 2.37 years, and new construction - 8.96 years.

The use of the latest technologies in the new construction of milk production enterprises requires significant capital investments. In a highly mechanized enterprise, capital investment per cattle place reaches up to 25 thousand UAH. When reconstructing a livestock building, capital investments are reduced by 2-4 times depending on the use of equipment and its cost.

The reconstruction of the livestock building for the maintenance and operation of only dairy cows with a milk yield of more than 5000 kg of milk per year is relevant. Therefore, it is necessary to take a comprehensive approach to the assessment of energy-saving technological solutions for the maintenance of cows, their milking, manure removal, feed distribution, etc.

### **Literature**

1. Ambrosov V.Ia. Shliakhy vidtvorennia tvarynnytstva. Ekonomika APK. 2012. №5. S. 37-41. (in Ukrainian).
2. Borodynia V. I., Havrenkova H. O. Vplyv bezpryviaznoho i pryviaznoho utrymannia na zdorovia molochnoi zalozy netelei i pervistok. Zbirnyk naukovykh





prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Vinnytsia : Seriiia : Silskohospodarsk nauky, 2014. Vyp. 1 (83), t. 1. S. 73- 78. (in Ukrainian).

3. Varpikhovskiy R. L., Yaremchuk A. S. Vlyanye kratnosti y rezhyma doenyia korov pervotëlok ukraynskoi chërno-pëstroï molochnoi porody pry umenshenyy zatrat truda. Agrarian science Universitatea agrara de stat din Moldova. Chisinau, 2014. Nr 1. S. 102-106. (in Ukrainian).

4. Varpikhovskiy R. L. Vplyv zminy sposobu utrymannia i doinnia novotilnykh koriv na molochnu produktyvnist. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii. 2019. Vyp. 4 (107), t. 2. S. 45-51. (in Ukrainian).

5. Zakharenko M.O., Poliakovskiy V.M., Shevchenko L.V., Yaremchuk O.S. Systemy utrymannia tvaryn. Navchalnyi posibnyk. K.: «Tsentr uchbovoi literatury», 2016. 424 s. (in Ukrainian).

6. Zakharenko M. O., Poliakovskiy V. M. Stiino-vyhulna systema utrymannia velykoi rohatoi khudoby ta yii osoblyvosti. Veterynarna medytsyna Ukrainy, 2015. № 6. S. 29-32. (in Ukrainian).

7. Kandyba V.M., Ibatullin I.I., Kostenko V.I., Yaremchuk O.S. Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby. Monohrafiia. Zhytomyr, 2012. 860 s. (in Ukrainian).

8. Kotendzhy H. P., Levchenko I. V., Burnatnyi S. V., Kyselov O. B. Vplyv vidtvoriuvalnykh yakosti koriv-pervistok velykoi rohatoi khudoby pivnichno-skhidnoho rehionu Ukrainy na molochnu produktyvnist. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu. Kamianets - Podilskiy : Seriiia : Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva, 2012. Vyp. 20. S. 124-127. (in Ukrainian).

9. Levytskyi Ya. S. Pidhotovka ferm do zymovo-stiilovoho utrymannia tvaryn. Veterynarna medytsyna Ukrainy : Naukovo-vyrobnychy shchomisiachnyk, 2006. № 6. S. 47. (in Ukrainian).

10. Lozovaia H., Maiorov V. Henetycheskye resursy vosproyzyvodytelnoi sposobnosti cherno-pestroho skota. Molochnoe y miasnoe skotovodstvo : Nauchno-proyzyvodstvennyi zhurnal, 2008. № 1. S. 5-6. (in Ukrainian).

11. Petkevych N. Metody povyscheniya vosproyzyvodytelnoi sposobnosti zhyvotnykh. Molochnoe y miasnoe skotovodstvo : Nauchno-proyzyvodstvennyi zhurnal, 2005. № 4. S. 11-12. (in Ukrainian).

12. Polova O.L. Metodolohichni pidkhody do obgruntuvannia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva moloka. Stalyi rozvytok ekonomiky. 2011. № 3 (6). S. 230-236. (in Ukrainian).

13. Polova O.L., Yaremchuk O.S. Ekonomichna otsinka riznykh system utrymannia sukhostiinykh koriv. Materialy III mizhnarod. nauk. – prakt. konferentsii “Dynamika naukovykh doslidzhen 2004”. Dnipropetrovsk. T. 50: Nauka i osvita, 2004. S.46-47. (in Ukrainian).

14. Polovyi L. V., Yaremchuk O. S., Varpikhovskiy R.L. Metodyka tekhniko-ekonomichnoho rozrakhunku samookupnosti fermy dlia utrymannia velykoi rohatoi khudoby pry zamknutii systemi vyrobnytstva. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu Vinnytsia: Seriiia: Tekhnichni nauky. 2011. Vyp. 8 (48). S.92-96. (in Ukrainian).



15. Polovyi L.V., Yaremchuk V.S. Vplyv sposobiv utrymanna sukhostiinykh koriv u stiilovyi period na zhyvu masu teliat pry narodzhenni. Zb. materialiv IV mizhvuz. nauk.-prakt. konf. aspirantiv "Suchasna aharna nauka: napriamy doslidzhen, stan i perspektyvy" Vinnytskoho derzhavnogo aharnoho universytetu. Vinnytsia, 2004. S. 166-168. (in Ukrainian).

16. Polovyi L.V., Yaremchuk O.S. Vykorystannia riznykh sposobiv utrymanna koriv v sukhostiinyi ta diinyi periody. Zb. nauk. prats Vinnytskoho derzh.ahrar. universytetu. Vinnytsia, 2002. Vyp.13. S. 69–73. (in Ukrainian).

17. Polovyi L.V., Yaremchuk O.S., Varpikhovskiy R.L. Pokrashchennia umov pryviaznogo utrymanna koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. Suchasni problemy selektsii, rozvedennia ta hihiieny tvaryn. Zb. nauk. prats Vinnytskoho NAU, Vinnytsia, 2010. Vyp. 5 (45). S. 122-125. (in Ukrainian).

18. Polovyi L. V., Yaremchuk O. S., Varpikhovskiy R. L. Yakyy dennyyk dlia oteliv koriv efektyvnishyy? Problemy zootekhnologii ta veterynarnoi medytsyny : Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii. Kh. : RVV KhDZVA «Silskohospodarski nauky», 2011. Vyp. 22., ch. 1., t. 1. S. 463-467. (in Ukrainian).

19. Polovyi L. V., Yaremchuk O. S., Zakharenko M. O., Shevchenko L.V. Normatyvni vymohy do mikroklimatu prymishchen dlia utrymanna silskohospodarskykh tvaryn ta yikh enerhooshchadne obgruntuvannia. Metodychni vказivky do laboratornykh zaniat z dystsypliny "Hihiiena tvaryn". Vinnytsia : VTs «Edelweis i K», 2011. 64 s. (in Ukrainian).

20. Ruban Yu. D. Skotarstvo i tekhnolohiia vyrobnytstva moloka ta yalovychyny. Kharkiv «Espada», 2002. 576 s. (in Ukrainian).

21. Stehni B. T., Herilovych A. P., Ibatulin I. I., Bisiuk I. Yu. Problemy biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarnii medytsyni ta biotekhnolohii. Kharkiv : NTMT, 2013. 414 s. (in Ukrainian).

22. Tymofiiiv T. Perspektyvy rozvytku vitchyznianoho molochnoho skotarstva v konteksti tendentsii na svitovomu rynku moloka. Aharna ekonomika. 2012. T.5. № 3-4. S. 15-19. (in Ukrainian).

23. Tsvihun O. A., Tsvihun A. T. Vplyv faktoriv hodivli na spozhyvannia kormiv molodniakom chorno-riaboi porody. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo aharno-tekhnichnoho universytetu. Kamianets - Podilskiy : Seriiia : Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii , 2012. Vyp. 20. S. 299-303. (in Ukrainian).

24. Chornyi M. V. Zootekhnologia: stan ta aktualni napriamky rozvytku. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho. Lviv, 2011. T. 12, № 4 (46). S. 204-211.

25. Shkurko T. P. Kryterii otsinky umov utrymanna koriv. Visnyk aharnoi nauky : Naukovo-teoretychnyi zhurnal, 2006. № 2. S. 35-37. (in Ukrainian).

26. Shuliar A. L. Vidtvorna zdatnist koriv ukrainskykh chorno-riaboi i chervono-riaboi molochnykh porid. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo aharno-tekhnichnoho universytetu. Kamianets - Podilskiy : Seriiia : Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva, 2012. Vyp. 20. S. 315-317. (in Ukrainian).



27. Yaremchuk O. S. Optymizatsiia sposobu utrymannia koriv u rodylnomu viddilenni ta kratnist yikh doinnia. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii: zb. nauk. pr. VNAU. 2019. Vyp. 4 (107), t. 1. S. 123-131. (in Ukrainian).

28. Yaremchuk O.S, Polovyi L.V., Demchuk M.V., Pedochenko V.I. Metodychni rekomendatsii z hihiiienichnykh vymoh bezpryviaznoho utrymannia sukhostiinykh koriv. Vinnytsia: Vinnytsiaahroproekt, 2005. 20 s (in Ukrainian).

29. Yaremchuk O.S. Vykorystannia riznykh sposobiv utrymannia koriv v sukhostiinyi ta diinyi periody. Zb. materialiv II nauk. mizhvuz. konf. aspirantiv. "Suchasna ahrarna nauka: napriamy doslidzhen, stan i perspektyvy". Vinnytsia, 2002. S. 140–141. (in Ukrainian).

30. Yaremchuk O.S. Vplyv riznykh sposobiv utrymannia sukhostiinykh ta laktuiuchykh koriv na osoblyvosti konversii pozhyvnykh rechovyn v moloko. Zb. nauk. prats Vinnytskoho derzh. ahrar. universytetu. Vinnytsia, 2004. Vyp. 17. S 129–132. (in Ukrainian).

31. Yaremchuk O.S., Varpikhovskyi R.L. Hihiiienichna otsinka utrymannia sukhostiinykh koriv: monohrafiia. Vinnytsia: VTs VNAU, 2021. 276 s.

32. Yaremchuk O.S., Varpikhovskyi R.L. Sanitarno-hihiiienichna otsinka umov vyroshchuvannia neteliv za riznykh sposobiv utrymannia remontnykh telyts: monohrafiia. Vinnytsia: VTs VNAU, 2019. 180 s. (in Ukrainian).

33. Yaremchuk O. S., Polovyi L. V., Demchuk M. V., Pedochenko V. I. Metodychni rekomendatsii z hihiiienichnykh vymoh bezpryviaznoho utrymannia sukhostiinykh koriv. Vinnytsia : Vinnytsia-ahroproekt, 2005. 20 s (in Ukrainian).



UDC 636.085:633.361

**FORAGE PRODUCTIVITY OF ANNUAL FORAGE GRASS DEPENDS ON GROWING TECHNOLOGICAL METHODS****Svystunova I.,***Ph.D., associate professor,***Denisyuk V.,***student,***Chumachenko I.,***Ph.D., associate professor,**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev***Poltoretskyi S.,***d. a. s., professor,**Uman national university of horticulture, Ukraine***Hudz N.,***Ph.D., senior researcher,**Institute of Veterinary Medicine of the NAAS, Kyiv, Ukraine***Hryhorian L.,***lecturers,**SS NULESU «Nemishaevo Agricultural College»*

**Abstract.** *The results of research on the influence of cultivation technology on the formation of fodder productivity of one-year fodder grass stands are presented. It has been established that the sowing of cereal and leguminous crops in mixed crops improves the nutritional value of forage and increases the productivity of the forage area in terms of forage N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>.*

**Key words:** *triticale, field pea, fodder productivity, digestible protein, fodder unit.*

**Introduction**

Providing the population with high-quality food products in full is the most important task of the agro-industrial complex. Solving this problem depends significantly on the productivity of the livestock industry, the effectiveness of which is determined by the availability of a sufficient amount of high-quality fodder [1].

One of the ways to solve this problem is to grow leguminous-cereal mixtures for green fodder on arable land. Such mixtures have many advantages over single-species crops. First of all, the combined cultivation of cereal and leguminous crops increases the nutritional value of feed due to the high content of feed protein and essential amino acids in leguminous plants. In addition, thanks to the formation of mixed crops, the productivity of photosynthesis is intensified, a higher yield of dry matter is formed, and soil fertility is used more effectively [2]. An example of such crops is the cultivation of mixed crops of field peas in a mixture with triticale yarrow [3, 4].

However, the level of productivity of crops of legume-cereal grass mixtures depends significantly on the fertility of the soil, weather and climatic conditions and technological methods of cultivation, in particular, on the species and varietal composition of crops and their ratio, on the availability of nutrients, sowing and mowing periods, sowing rates, etc. [1]. Therefore, today the issue of studying the specifics of the reaction of plants of annual cereal and leguminous crops to the conditions of their cultivation, identifying the main regularities of the formation of fodder agrophytocenoses, developing effective methods of managing their



productivity based on a reasonable selection of species in the composition of grass mixtures and norms and doses of mineral fertilizers during formation is an urgent issue agrophytocens of legume-cereal grass mixtures [2, 3].

The purpose of the research was to study the peculiarities of the formation of fodder productivity of one-year fodder grass stands depending on the technological factors of cultivation.

### **Research materials and methods.**

Field experiments were carried out in 2020-2021 in the fields of the Shevchenkivske Agricultural Production Plant of the Kyiv region on sod-podzolic light loamy soil with a humus content of 1.5-2.3%, easily hydrolyzed nitrogen - 76 mg/kg, mobile phosphorus - 102 mg/kg and exchangeable potassium – 61 mg/kg.

The experiment was laid out according to the scheme: Factor A - sowing rates, % 1. Triticale yare, 100; 2. Peas, 100; 3. Triticale yare, 50+field peas, 50; 4. Triticale yare, 60+field peas, 40; 5. Triticale yare, 70+field peas, 30; Factor B – rates of mineral fertilizers, kg/ha per year 1. Without fertilizers (control); 2.  $N_{30}$ ; 3.  $N_{30}$ ;  $N_{60}$ ; 4.  $N_{30}P_{45}K_{45}$ . Field peas and triticale were sown in the usual row method in one row with the sowing rate, respectively, of 2.0 and 5.0 million/ha of similar seeds [5].

In the experiments, spring triticale of the Bulat Kharkiv variety (originator – V. Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 2019) and seed pea of the Nadiya Podillia variety (originator – Podillia Institute of Forage and Agriculture of the National Academy of Sciences, 2014) were studied.

### **Results and their discussion.**

An important indicator that characterizes the nutritional value of feed is the harvest of feed units and the level of their provision of digestible protein.

According to the results of our research, it was established that the collection of fodder units from single-species crops of spring triticale in the control variant was 4.25 t/ha, and when applying  $N_{30}$  and  $N_{60}$ , it was 4.91 and 4.93 t/ha, respectively (table).

The maximum collection of fodder units was obtained with the application of complete mineral fertilizers at the rate of  $N_{30}P_{45}K_{45}$  – 5.51 t/ha. Single-species sowing of field peas ensured the collection of fodder units in the control variant at the level of 3.68 t/ha, and when fertilizers were applied - in the range of 3.98-4.20 t/ha.

For sowing spring triticale and seed peas in a mixture, the maximum collection of fodder units - from 4.00 to 4.52 t/ha was obtained for sowing the specified crops with sowing rates of 60 : 40%. The maximum output of fodder units from one hectare – 4.52 t/ha was obtained by applying only nitrogen fertilizers in the dose of  $N_{60}$ .

For spring triticale and field peas with rates of 50% of the rates of sowing of these crops in single-species crops, the collection of fodder units was 3.80-4.26 t/ha. The most productive at this seeding rate were mixed crops with the application of nitrogen fertilizers in a dose of  $N_{30}$  - 4.27 t/ha.

For sowing with the sowing rate of components 70 : 30%, the collection of fodder units was 3.44-4.35 t/ha, including in the absence of fertilizer - 3.44 t/ha, with the introduction of only nitrogen fertilizers – 4.21-4.35 t/ha, for application of complete mineral fertilizer in the norm  $N_{30}P_{45}K_{45}$  – 4.20 t/ha.





### Fodder productivity of mixed crops of spring triticale and seed pea depending on technological methods of cultivation, average for 2020-2021

Species composition and rate of sowing components, %	Fertilizer rate	Collection of fodder units, t/ha	Collection of digestible protein, t/ha	Provision of a feed unit with digestible protein, g
Triticale spring, 100	without fertilizers	4,25	0,38	90
	N <sub>30</sub>	4,91	0,46	95
	N <sub>60</sub>	4,93	0,51	104
	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	5,51	0,57	104
Sow peas, 100	without fertilizers	3,68	0,55	153
	N <sub>30</sub>	3,98	0,70	176
	N <sub>60</sub>	4,23	0,76	180
	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	4,20	0,80	191
Triticale spring, 50 + Sow peas, 50	without fertilizers	3,80	0,48	127
	N <sub>30</sub>	4,27	0,66	155
	N <sub>60</sub>	4,26	0,67	158
	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	4,24	0,69	169
Triticale spring, 60 + Sow peas, 40	without fertilizers	4,00	0,49	124
	N <sub>30</sub>	4,47	0,69	155
	N <sub>60</sub>	4,52	0,70	156
	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	4,49	0,76	171
Triticale spring, 70 + Sow peas, 30	without fertilizers	3,44	0,43	125
	N <sub>30</sub>	4,21	0,61	145
	N <sub>60</sub>	4,35	0,67	155
	N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	4,20	0,68	165

When spring triticale was sown in a single-species crop, the yield of digestible protein was 0.38-0.57 t/ha. The lowest values for this indicator - at the level of 0.38 t/ha, were noted for absolute control, the maximum - 0.57 t/ha for the application of complete mineral fertilizer at the rate of N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>. The yield of digestible protein was 0.55-0.80 t/ha when sowing peas in a single-species crop. The minimum values (0.55 t/ha) were noted on the site in the control variant, the maximum values were 0.80 t/ha for the application of complete mineral fertilizer in the norm of N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>.

When sowing spring triticale and seed pea in mixed crops, the collection of digestible protein was 0.48-0.68 t/ha. Moreover, when sowing on an unfertilized agrobbackground, a lower yield of digestible protein was noted in the variants where field peas and triticale were sown in a ratio of 30 : 70%. When sowing cereal and leguminous components with sowing rates of 50 : 50 and 60 : 40%, respectively, the yield of protein was almost at the same level - 0.48-0.49 t/ha.

In general, when cereal and legume components were sown with sowing rates of 50:50 and 60:40%, with the introduction of only nitrogen fertilizers, the yield of digestible protein was 0.66-0.70 t/ha. For sowing with sowing rates of 70:30% and application of mineral fertilizers in the rate of N<sub>60</sub> and N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, the yield of digestible protein was 0.67-0.68 t/ha.

The feed value of the plant biomass of mixtures of spring triticale with field peas is determined by the supply of the feed unit with digestible protein. An increase in the doses of mineral fertilizers leads to an increase in the collection of digestible protein from the crop and an improvement in its supply to the fodder stock. The highest



efficiency of nitrogen fertilizers was noted in single-species sowing of field peas, where the collection of digestible protein was 0.70-0.80 t/ha with a content of 176-191 g in one fodder unit.

The availability of one fodder unit of fodder obtained from single-species sowing of spring triticale on unfertilized plots was 90 g, for the application of nitrogen fertilizers - 95-104 g, for the application of complete mineral fertilizer in the norm  $N_{30}P_{45}K_{45}$  –  $N_{30}P_{45}K_{45}$  - 104 g. That is, for sowing triticale in a single-species crop, the supply digestible protein of the fodder unit of its green mass only approached the level of the zootechnical norm, however, it did not meet it.

When triticale was sown in a mixture with peas on unfertilized areas, the collection of digestible protein increased by 12.7-28.1% compared to single-species sowing of cereal crops, therefore, accordingly, the supply of digestible protein per feed unit also increased and amounted to 125-171 g.

When cereal and leguminous components were sown with sowing rates of 50:50%, the supply of digestible protein per feed unit even in the unfertilized version corresponded to the zootechnical norm and amounted to 127 g. With the introduction of nitrogen fertilizers in doses of  $N_{30}$  and  $N_{60}$ , it increased to 155 and 158 g, respectively. With the introduction of complete mineral fertilizer, the supply of the fodder unit was 169 g. With the sowing of peas at the rate of 30% and the introduction of  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , each fodder unit accounted for 165 g of fodder protein. For growing on the same agricultural background, but sowing the leguminous component at a rate of 40%, the values of this indicator were the highest and amounted to 171 g. It was also established that when sowing cereal and leguminous components with the rates, respectively, of 50 : 50 and 60 : 40% different doses of nitrogen fertilizers did not have a significant effect on the availability of digestible protein of the feed unit.

### Conclusions and suggestions.

Thus, the sowing of cereal and leguminous crops in mixed crops improves the nutritional value of forage and increases the productivity of the forage area in terms of forage protein output. The most complete fodder, in which each fodder unit contains 171 g of digestible protein, is provided by the following technological model, which involves sowing triticale and pea with sowing rates of 60:40% and applying  $N_{30}P_{45}K_{45}$ . The obtained data should be taken into account when planning highly effective sowing of fodder crops with a high formation of digestible protein.

### Bibliography:

1. Гетман Н.Я. Продуктивність сумішей горошку поннонського з тритикале озимим залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2017. 82: 96-101.
2. Маркіна О.В. Агробіологічна оцінка однорічних сумішок. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. 66: 206-213.
3. Оліфорович В. О. Бобово-злакові травосумішки – основа виробництва якісних високобілкових кормів на схилових землях. *Корми і кормовиробництво*. 2012. 61: 118-122.
4. Петриченко В. Ф. Методологічні аспекти вивчення конкурентних сумісних посівів кормових культур. *Вісник аграрної науки*, 2008. 5: 24-29.



5. France J., Thornley J.H.M. Mathematical models in agriculture. London: Butterworths, 1984: 335.

© Svystunova I., Denisyuk V., Chumachenko I.,  
Poltoretskyi S., Hudz N., Hryhorian L.



UDC: 636.082.2

## SELECTION OF CATTLE BY PRODUCTION TYPES

Pikula O.A.

ORCID: 0000-0001-8950-6099

*Candidate of agricultural sciences, associate professor**Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)**Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)*

*It was established that in order to accelerate the selection of the Ukrainian Black-and-White dairy breed, it is advisable to conduct selection by production types, where for milk production enterprises preference should be given to the dairy type of cows, which will reduce milk production costs by 8.1% compared to cows of close to dairy type and by 22.9% compared to cows of dairy-meat type. In addition, cows of production types differ significantly in live weight and milk production. Thus, cattle of dairy type by milk yield for 305 days prevails over animals of close to dairy type by 974 kg and dairy-meat type by 2297 kg, by fat content by 0.04 and 0.15% respectively.*

*The creation of control barns allows breeders to conduct targeted selection of cattle for the desired dairy type, where they are evaluated in the second or third month after calving on a point system.*

**Keywords:** *breeding, constitution, Ukrainian black-and-white dairy breed, milk, body build, production type.*

Providing the population of any country with high quality food is a global problem of development of the international community. A special place in solving the food problem at the regional, national and global levels belongs to agriculture. That is why, ensuring a dynamic, stable and at the same time sufficiently effective development of the livestock sector is one of the urgent and urgent tasks of the economic policy of the young Ukrainian state [1].

Industrial methods of livestock breeding are aimed at breeding standardized animals in terms of productivity, live weight, exterior, constitution, technological features, etc.

Therefore, the selection of cows from breeding mothers is essential in the reproduction of the herd. But the mothers of the breeding nucleus must correspond to the dairy type of cattle. The most effective method is the selection of cows by linear evaluation because each exterior trait is closely related to the health of cows, reproduction, milk production and heredity. Selected cows in the breeding group should be provided with normalized feeding and comfortable conditions. In many countries with developed animal husbandry, breeding by lines in the established for domestic breeding science and practice understanding is not used now. A certain paradox is that the "crisis of the genre" is developing with the widespread introduction of the principles of large-scale breeding at the general breed level of its organization into breeding practice. The method of breeding by lines, which received in Western Europe a certain theoretical and practical development in the late XIX - early XX centuries, by the middle of the last century is losing popularity and recognition as a special method of breeding system. In Denmark, at the VI International Congress on Animal Husbandry in 1952, none of the speakers in the analysis and classification of methods of breeding farm animals does not distinguish



breeding by lines among the effective methods of factory work. Generalizing provisions "Modern views on breeding methods. Pure breeding and crossbreeding" noted the assessment of line breeding and the conclusion that it is impossible to recommend this method for widespread use due to the limited choice of outstanding sire. This point of view was generally recognized by foreign scientists. In recent decades, the main attention in the improvement of dairy cattle abroad has been paid to increasing the accuracy (objectivity) of the assessment of breeding value of sires and intensive use of identified bulls-leaders, rather than breeding by lines. Thus, in 1976 at the international conference in Sweden on the topic "Breeding of dairy cattle in the 80's" breeding by lines was not mentioned at all. However, the famous American scientist John F. Leslie even in the third edition of the textbook "Genetics of livestock improvement" (1978), which was published in Russian translation by D.V. Karlikov in 1982 under the title "Genetic basis of breeding of farm animals", not only recognizes the legitimacy and feasibility of using the method of breeding by lines in case of detection of a sire of high breeding value (first of all, by the quality of offspring), but also suggests the prospects for its wider use in the future [9, 10]. Defining inbreeding as a form of inbreeding (usually moderate), in which attempts are made to concentrate the heredity of one ancestor or one line of ancestors in linear animals, he illustrates different systems of inbreeding with five possible schemes of such inbreeding. In the given schemes it is supposed to use inbreeding from moderate, almost classical for breeding by lines of degrees. The latter scheme practically repeats the one actually applied by M.F.Ivanov when creating the Askania I line in the Ukrainian steppe white breed of pigs, the kinship of the proband (linear animal) with the ancestor is traced schematically by 2-4 lines against one in the outbred animal, therefore, according to J.F.Leslie, this method is called "breeding by lines" [1, 14].

Thus, despite the rejection of the majority of scientists in Europe and North America with developed animal husbandry, the method of breeding by lines is recognized by some of them as not only possible and expedient, but even promising and effective method of breeding improvement of populations of farm animals in the modern, focused on the maximum use of a limited number of sires-leaders of breeds of large-scale selection system. The genealogical analysis of the best modern breeds of North American and European breeding, which are improved by identifying and maximizing the use of sires-leaders of high breeding value in terms of offspring productivity, shows the use, perhaps unconsciously and not planned, of many elements of both classical and modern methods of breeding by lines [12].

Breeding is the science of breeding and improvement of breeds, types, herds, lines and families on the basis of selection, selection and use of various methods of breeding farm animals that contribute to the directed change of heredity of animals [13]. Livestock breeders have always sought to embody the individual qualities of highly valuable individuals in the group, that is, to get as many descendants as possible from them. Particular attention is paid to the role of individual heredity in the system of selection and selection in the creation of breeds, types, herds, lines and crosses [18].

In the conditions that have arisen in Ukraine as a result of the crisis, high-value





animals have not only a low degree of realization of genetic potential (in 1992 it was only 30%), but they also cannot function normally, that is, due to diseases and other reasons, they are prematurely withdrawn from the herd. At the same time, practice has shown that less valuable genotypes are more stable. Therefore, when selecting, special attention is paid to the interaction of genotype with the environment, that is, the phenomenon in which the best genotypes are more productive in better environmental conditions, and the worst genotypes are better in worse conditions [19, 21].

The most valuable cow is considered to be the one that gives good milk yields from year to year and has the ability to withstand high physiological stress during lactation for a long time, characterized by high milk production. But in order to use the animal more efficiently, it is necessary to identify its productive qualities as early as possible, so it is necessary to evaluate cows by the first lactation and even by segments of the first lactation. To quantify the milk productivity of cows for each lactation, the main measure is milk yield for 305 days and productivity, which is more correlated with lifetime milk yield, better characterizes the value of animals [22].

Cows are evaluated simultaneously by quantitative and qualitative indicators of milk productivity. Until recently, the main quantitative indicator was the fat content in milk, and now more attention is paid to the evaluation of protein content. The economic and especially breeding value of animals is determined by a combination of quantitative and qualitative indicators of milk productivity [26].

Milk productivity of cows is characterized by the quantity (milk yield, kg) and quality (composition, %) of milk obtained from a cow during the lactation period. Milk productivity varies in a fairly wide range: from 1000 to 25000 kg and more. These differences in shares are due to the conditions that affect the level of milk productivity, rearing of young stock, feeding, maintenance, level of selection and breeding work in the herd, breeding value of cows and bulls. The potential genetic potential of our domestic breeds is quite high, which is confirmed by the milk yields of cows in the best farms [27].

The genetic potential of productivity is determined experimentally, as well as on the basis of population genetic calculations in purebred and crossbred animals [16].

There are population, breed, group and individual genetic potential. Although local cattle have a much lower genetic potential, its actual potential under similar environmental conditions exceeds the level of productivity of crossbreds. That is, black and white cattle are more adapted to local environmental conditions.

Efficiency of evaluation of breeding qualities of livestock depends on well-organized accounting. Accounting of milk productivity is carried out by conducting control milking. On breeding farms they are held once a decade, on commercial farms - once a month.

The maximum daily milk yield for lactation in cows is observed in the second month of lactation and is approximately 1/200 of the milk yield for 305 days.

Milk fat content is determined once a month. For analysis, daily milk samples are taken from each milking in proportion to the milk yield. To calculate the average fat content in milk per lactation, the percentage of fat for each month is multiplied by



the milk yield. The result is 1% milk. Monthly data of 1% milk are summed up and divided by the milk yield per lactation. To determine the amount (kg) of milk fat, the sum of 1% milk must be divided by 100.

The essence of tandem (sequential) selection is that for several generations animals are selected for one of many traits. When a certain degree of expression of the trait is reached, the selection begins to be carried out for the second, then for the third trait. Thus, the herd can increase milk yield, fat and protein content in milk, improve the shape of the udder.

However, a comprehensive assessment of animals does not mean that a large number of traits should be used in the selection. Only the main indicators should be taken into account, which include productivity, strong constitution, fertility. the number of animals in the selection is often a decisive factor.

Livestock breeders have always sought and strive to embody the individual qualities of highly valuable cattle in the group, that is, to get as many descendants as possible from them. The improvement of herds and breeds of farm animals, as well as the transformation of their heredity in the desired direction is achieved mainly by selection and selection when creating breeds, types, herds, lines and crosses. As a result of purposeful selection of animals for several generations in the genotype of individuals there is an accumulation of genes that control a high level of productivity. In order to genetically improve the animals of a separate herd or breed as a whole, it is necessary to obtain offspring from the best economically useful traits of individuals and to remove animals with undesirable qualities from breeding. As a result of purposeful selection of animals for several generations in the genotype of individuals there is an accumulation of genes that control a high level of productivity [5].

3increase in the production of milk and dairy products is one of the important tasks of the agro-industrial complex of Ukraine, because milk provides the human body with all the necessary nutrients, minerals and biologically active substances and is one of the main human foods and raw materials for the production of various dairy products. In nature, there is no other product, except milk, which contains such an amount of nutrients, minerals, biologically active substances, is characterized by high digestibility, has a positive effect on the human and animal body. The importance of milk is also explained by the fact that it contains everything necessary for life, growth and development of the organism [2].

Large-scale breeding is a centralized system of scientifically based, breeding and genetic, biotechnical, organizational and economic measures that provide a systematic constant progress in a particular livestock population. It is based on a breeding program, which can be characterized as a technological organization of a phased assessment of the selection, selection and use of the best breeding animals, which allows to achieve the greatest genetic progress of the population at the lowest material costs of labor [2].

Large-scale breeding has set the following tasks: breeding new types and lines of animals resistant to diseases, which in the conditions of industrial livestock breeding becomes one of the main aspects of breeding aimed at creating herds capable of realizing high genetic potential of productivity [18].

One of the most effective methods of improving animals in purebred breeding is



breeding by lines. Its purpose is the development and consolidation of valuable features of the best animals in the descendants. It should be noted that the line is primarily a product of purposeful work of breeders. In the population of the black-and-white breed there are many modern lines and related groups connected by origin with the bull of the Dutch breed - the ancestor of the Annas Adema line. As a result of custom pairings, the following bulls-improvers were obtained and evaluated by the quality of their descendants: Vikumer 4086 LHV-268, Athlete 4098 LHV-379, Tins 1885 LHV-438, Futo 3 LHV-72, Mars 234 LHV-348. The productivity of their daughters during the first lactation ranged from 3864 to 4504 kg of milk with a fat content of 3.6 to 3.78% [2]. Currently, work is being done with these related groups to improve productive and breeding qualities. Along with breeding on lines, the system of purebred breeding includes work with families, which is to prevent the removal of heifers from the herd from highly productive cows until they are evaluated for their own productivity. When drawing up selection plans, it is necessary to analyze in detail the results of pairings of cows of one or another related group with bulls of certain lines.

Breeding and selection by families is one of the ways to solve the problems of increasing milk yield and fat-milk content of black and white cattle

The intensity of selection depends on the productivity of the mothers of the breeding nucleus and for effective selection - the mothers of the fathers. Preference should be given to purebred breeding, which allows to preserve the characteristics of mothers and fathers in many generations.

The lack of specialized enterprises for growing heifers today increasingly encourages producers to buy cattle in small batches, and from different farms for a long time, which negatively affects the selection and breeding work with the herd. The formation of a herd of animals of different genetic potential, age and adaptability to environmental factors does not contribute to high milk production of cows. Different conditions of feeding and keeping heifers in farms have an ambiguous effect on the acclimatization of animals, their behavior and future milk production. Commercial farms with milk production practically do not conduct selection for systematic and purposeful reproduction of herds and their breeding.

Thus, it is necessary to choose methods of selection of cows in the breeding core, which will be simple, accessible to specialists of agricultural enterprises and will not require significant material costs.

Therefore, it is advisable to select cows by evaluating their exterior, constitution, body measurements, body dimensions, body structure indices, special cyrosomia indices.

Based on this, the selection of cows by types of constitution is an integral part of advanced technologies for the production of livestock products.

***Evaluation and distribution of cows by production types.*** Organization of reproduction and evaluation of sire bulls by quality of offspring is one of the most important elements of breeding programs in dairy cattle breeding. A multi-stage, intensive selection of sire bulls has been introduced. According to growth energy, body type and sperm quality, only 50% of the bulls are selected to complete the livestock of breeding enterprises [3].



When evaluating sires by only one indicator (milk yield of daughters) the number of bulls-improvers is about 25-30 %, by two indicators (milk yield, fat content in milk of daughters) up to 10-20 %. Thus, due to the intensity of improvement of breeding herds, the percentage of bulls-improvers decreases [15]. For the identification of one bull for breeding 8-10 bulls and more are selected. Therefore, there is a need to improve the work of the breeding service for the selection of the best cows in the breeding group that would meet such requirements.

One of the primary tasks of the breeding service is to improve the system of evaluation and selection of cows to obtain high production performance.

In the selection of dairy cattle, the evaluation and selection of cows in the breeding group in order to obtain high milk yields is of great importance. It is known that 20-30% of the total effect of selection is due to the correct selection of cows for reproduction of the herd. The size of the group is determined based on the culling of animals and extended reproduction [20].

Cows are evaluated and selected in a group of breeding mothers in three stages. At the first stage, the breeding value of the cow is estimated by milk yield and fat content in milk. At the second stage, the number of traits for selected cows according to these indicators is increased depending on the purpose of selection. At the third, final, stage, cows, in addition to these traits, are selected taking into account the reproductive capacity: cows should calve regularly, they should not have any cases of difficult births, dead calves, abortions and gynecological diseases. The age of first calving, inter-calving period, service period, duration of pregnancy, etc. [25].

Mothers of repair heifers should have high productivity indicators, known origin for at least four rows of ancestors and meet the following minimum requirements: milk yield not less than 150%, fat content in milk 0.2% higher than the breed standard (not less than 3.8%).

Under the same conditions, preference is given to mother cows belonging to highly productive families. As an additional source of information, data on milk productivity of the father's mother, mother's mother, etc. [3].

Obligatory for cows-mothers of repair heifers are: strong constitution, clearly expressed exterior, characteristic of dairy cattle, suitability for machine milking (udder bath or cup-shaped, with evenly developed lobes, teats of the correct shape, normally developed and placed, high milk yield). Calculations show that at high intensity of selection, taking into account these requirements, there is a shortage of the required number of mothers of repair heifers. Therefore, in milk production farms it is necessary to organize individual separation of cows to record indicators. Specialists of milk production farms select mainly young animals for breeding, which come from highly productive mothers with a clearly expressed milk type, good health, strong constitution and skeleton. Animals should belong to the elite and elite-record class.

It is known that the milk production of cattle depends on many genetic and paratypic factors. One of these factors is the production types of animals. Animals of any dairy breed in the direction of productivity can be divided into several types, and these types are inherent not only for breeds of combined crossbreeding, but also for dairy breeds. Selection taking into account one or another type makes it possible to



create highly specialized highly productive dairy herds or herds of animals that combine milk and meat productivity at a faster pace.

We aimed to study the exterior-constitutional features, live weight and milk production of cows of different production types of Ukrainian Black-and-White dairy breed. As a basis for differentiation of cows of this breed by production types, we use the index of production typicality. The grouping of animals by type is based on the deviation of  $0.4 \delta$  from the average value of the herd's IBT. According to this method, the herd of cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed is divided into three production types - dairy, close to dairy and dairy-meat. The number of cows of these types was almost the same and is respectively 33.3, 31.1, 35.6% (Table 1).

**Table 1 - Number and share of cows of different production types**

№ type	Name of the type	Calculation method	Type parameters	Number of cows	
				heads	%
I	Dairy	$> M+0,4\delta$	$> 4,4$	15	33,3
II	Close to dairy	$M\pm 0,4\delta$	$3,6 - 4,4$	14	31,1
III	Dairy and meat	$< M - 0,4\delta$	$< 3,6$	16	35,6
	Total	x	x	45	100

Table 1 shows that the parameters of the type are within the dairy direction of productivity not more than 4.4; close to dairy - up to 3.6, and dairy-meat - not more than 3.6. These data indicate that in this cattle population there are representatives of all types. Therefore, there is enough material for research, where out of 45 heads: dairy type 15, close to dairy type 14 and dairy-meat type 16. The exterior of dairy cattle is characterized by a well-developed middle third of the body, good development and morphologically correct forms of the mammary gland, angular body shape, correct posture of the limbs.

In cows of production types, there is a clear dependence of body structure features on the direction of their productivity. In particular, animals of dairy direction of productivity are characterized by good development of the trunk in height and length of the chest with relatively smaller latitudinal measurements, which is typical for animals of specialized dairy type (Table 2).

**Table 2. - Body measurements of cows of different production types ( $\bar{X} \pm S$ ), cm**

Name of measurements	Production types			By the herd
	I	II	III	
Height at the withers	$135,2 \pm 0,6$	$132,1 \pm 0,6$	$132,8 \pm 0,5$	$133,4 \pm 0,3$
Chest depth	$68,8 \pm 0,8$	$70,8 \pm 0,3$	$71,50 \pm 0,5$	$70,4 \pm 0,4$
Chest width	$42,6 \pm 0,6$	$43,6 \pm 0,5$	$43,5 \pm 0,4$	$43,2 \pm 0,3$
Chest circumference	$202,2 \pm 1,2$	$200,2 \pm 1,2$	$200,3 \pm 1,0$	$200,9 \pm 0,6$
Oblique length of the torso	$170,8 \pm 1,5$	$165,9 \pm 1,3$	$164,8 \pm 1,0$	$167,2 \pm 0,8$
Width in the clubs	$50,9 \pm 0,7$	$52,0 \pm 0,6$	$52,7 \pm 0,5$	$51,9 \pm 0,3$
Wrist circumference	$20,0 \pm 0,1$	$19,8 \pm 0,7$	$20,2 \pm 0,1$	$19,9 \pm 0,2$





Thus, the height in the withers of dairy cows prevailed over the animals of II and III groups by 2.4-3.1 cm, and by the withers - by 4.9-6.0 cm with a highly probable difference of  $p < 0.01-0.001$ .

At the same time, they are inferior to animals of other types in chest width (0.9-2 cm), width in clubs (1.1-1.8 cm) with probable difference (Table 3).

**Table 3. - Difference between groups of animals by body measurements, cm**

Name of measurements	Difference and its probability					
	I-II		I-III		II-III	
Height at the withers	+3,1±0,8	3,9	2,4±0,8	3	-0,7±0,8	0,9
Chest depth	-2±0,8	2,5	-2,7±0,9	3	-0,7±0,6	1,2
Chest width	-1±0,8	1,2	-0,9±0,7	1,3	+0,1±0,6	0,2
Chest circumference	+2±1,7	1,2	+1,9±1,6	1,7	-0,1±1,6	0,06
Oblique length of the torso	+4,90±1,9	2,6	+6±1,8	3,3	+1,1±1,6	0,7
Width in the clubs	-1,1±0,9	1,2	-1,1±0,9	2	-0,7±0,8	0,9
Wrist circumference	+0,2±0,7	0,3	-0,2±0,1	2	-0,4±0,7	0,6

As shown by our calculated indices of body structure, cows of dairy type of productivity are characterized by higher indices: high-footedness, stretching and eysosomia-lectrosomia (Table 4). According to these indices, they prevail over animals of dairy and meat production type by 3, 2.2 and 17.6%, respectively. At the same time, they were inferior to the animals of dairy - meat type by the index of bruising (compactness) by 3.1%, low-metric coefficient by 9.9%.

**Table 4 - Body structure indices and overall dimensions of cows of different production types**

Name of the indices, %	Production types			By the herd (n=45)
	I (n =15)	II (n =14)	III (n =16)	
High-footedness	49,1	46,4	46,1	47,2
Stretching	126,3	125,6	124,1	125,3
Pelvic-thoracic	83,7	83,8	82,5	83,3
Thoracic	61,9	61,6	60,8	61,4
Congestion	118,4	120,7	121,5	120,2
Massiveness	180,1	151,1	150,8	150,6
Bony	14,8	14,9	15,2	14,4
Erosomia-leptosomia	326,9	311,7	309,3	316,1
Malometric coefficient	110,2	120,6	120,1	118,1
Overall body dimensions, cm	508,2,	498,2	497,90	501,5

Overall body dimensions of dairy cows averaged 508.2 cm against 498.2 cm in animals of close to dairy and 497.9 cm in dairy-meat types. These data indicate that dairy cows have a more pronounced narrow body structure compared to animals of other types. This is evidenced by the data presented in Table 5.

As can be seen from the data in Table 5, the proportion of cows of narrow-



bodied type among animals of dairy productivity was almost half (47%), while in cows of close to dairy type this figure is 21%, and dairy-meat type - only 12%. That is, in the process of transition of animals from dairy to dairy-meat type, there is a radical change in their body structure in terms of parameters, which they are approaching the animals of the combined type, which are characteristic, for example, for individuals of the Ukrainian black-and-white dairy breed.

**Table 5 - Distribution of cows examination by types of constitution**

Name of the indexes, %	Production types						By the herd (n=45)	
	I (n=15)		II (n=14)		III (n=16)			
	heads	%	heads	%	heads	%	heads	%
According to the index of eyrosomy-leptosomy								
Eirosomal	7	47	3	21	2	12	12	27
Intermediate	5	33	5	36	8	50	18	40
Leptosomal	3	20	6	43	6	38	15	33
By mass coefficient								
Dense	3	20	6	43	7	44	16	35
Intermediate	7	47	5	36	5	31	17	38
Loose	5	33	3	21	4	25	12	27

At the same time, there is another tendency: with the transition of animals from dairy to dairy-meat type, the proportion of animals of dense constitution increased almost 2 times and the proportion of animals of loose type decreased. This pattern is due, in our opinion, to a significant deposition of internal fat in animals of the combined direction of productivity compared to dairy. This trend is clearly seen in the results shown in Table 6.

**Table 6. - Live weight, milk yield, milk yield rate of cows of different production types ( $\bar{X} \pm S$ )**

Features, units of measurement	Production types			By the herd
	I (n=15)	II (n=14)	III (n=16)	
Live weight, kg	560±5,4	601±6,7	598±6,2	596±3,5
Milk yield for 305 days, kg	4928±85	3954±122	2631±90	3808±94
Fat content, kg	3,82±0,01	3,78±0,02	3,67±0,02	3,75±0,01
Milk fat, kg	188,2±3,5	149,5±4,8	96,5±3,3	142,8±4,1
Relative milk yield, kg	880±18,2	658±13,1	440±12,6	639±17,2
Milk yield rate, kg/min.	1,98±0,02	1,91±0,02	1,84±0,03	1,91±0,01

Despite the fact that cows of dairy type prevail over animals of close to dairy (II) and dairy-meat (III) types by overall dimensions, they were the lightest. The live weight of dairy cows was 560 kg, which is 41 kg less than that of cows of close to dairy type and 38 kg less than that of dairy-meat type with a highly probable difference ( $p < 0.001$ ).



Dairy cows were the most highly productive, this is natural. After all, the method of determining the production type of milk productivity of cows is an integral part of the mathematical model. The milk yield of dairy cows is 4928 kg of milk for 305 days of lactation, which is 974 kg more than animals of close to dairy type and 2297 kg more than cows of dairy-meat type with a highly probable difference ( $p < 0.001$ ) (Table 7).

**Table 7 - Probability of difference between cows of different types**

Features, units of measurement	The difference between the types ( $\bar{X} \pm S'_x$ )		
	I-II ( $n=27$ )	I-III ( $n=31$ )	II-III ( $n=30$ )
Live weight, kg	-48±8,68	-38±8,2	+3±9,1
Milk yield for 305 days, kg	+974±148,7	-2297±123,8	+1323±151,6
Fat content, %	+0,04±0,02	+0,15±0,02	+0,11±0,03
Milk fat, kg	+38,7±5,9	+91,7±4,8	+53±5,8
Relative milk yield, kg	+222±22,9	+440±22,1	+218±18,8
Milk yield rate, kg/min.	-0,07±0,03	+0,14±0,04	+0,07±0,04

These data indicate the reliability and high efficiency of dairy cattle breeding using the presented methodological techniques. This direction in breeding makes it possible not only to sharply increase the number of cows with high and record milk yields, but also to radically change the type of their body structure, bringing it closer to modern standards of specialized world dairy breeds, in particular, such as Holstein.

As for the fat content in milk, its dynamics with increasing milk yield does not coincide with generally accepted and biologically sound laws. In particular, in the surveyed herd, cows of dairy type of productivity were more fat-milk. On this basis, they prevailed over animals of dairy and meat type by 0.15% ( $p < 0.001$ ).

Undoubtedly, the complex feature that characterizes cows is the amount of milk fat for 305 days of lactation. Since this indicator is determined mainly by the level of milk yield, the best cows were also dairy cows. Each animal of this type received 188.2 kg of milk fat for 305 days, which is 38.9-91.7 kg more than in cows of II and III types, respectively. In dairy farming, much attention is paid to such an indicator as the relative milk yield of cows. This feature is determined by 2 parameters - milk yield of 4% and live weight of cows. Often, relative milk yield is used as a criterion for differentiating cows in the direction of productivity. As shown by scientific research and experience of the best farms, the higher the relative milk yield of cows, the greater the proportion of feed nutrients used for milk production and less is spent as a maintenance amount of feed and vice versa. Thus, cows with a milk yield of 4000 kg of milk per lactation spend 0.8-0.9 feed units per 1 production, and with a milk yield of 2000 kg - 1.4-1.6 feed units. Therefore, this indicator characterizes not only the productive potential of animals, but also to some extent their economic efficiency. As can be seen from Table 7, the best in terms of relative milk yield were dairy animals.

For every 100 kg of these animals, 880 kg of milk was obtained. This figure does not yet reach world standards, in particular, the most productive Holstein breed.



But dairy cows significantly (by 222-440 kg) prevailed on this feature of animals of other types with a highly probable difference.

Modern milk production technologies set certain requirements for cows, in particular, an important technological feature of animals is the intensity of milk yield, with the increase of this feature increases labor productivity, and hence the load on the staff.

Our research shows that cows of different production types differ in milk yield rate. In particular, in animals of dairy type it was 1.98 kg/min. against 1.84 kg/min. in cows of dairy-meat type ( $p < 0.001$ ).

Consequently, the selection of animals by indices of production typicality makes it possible to better form highly productive dairy herds in the completion of animals with high potential of a dairy herd well adapted to the conditions of machine milking.

***Features of creating a control barn for the manifestation of genetic traits in the daughters of cows of the breeding core.*** Increasing the production of livestock products, especially milk, is one of the main tasks of agricultural production. The success of its implementation depends on many factors, including the increase of the level of zootechnical work with dairy herds, the effectiveness of selection and breeding work, an important link of which is the control barns, where the first-born cows are bred and evaluated, the sires are checked for the quality of the offspring.

Introduced in the farm feeding of first-born heifers in specially allocated control barns proved to be an effective means of increasing cow productivity and milk production, accelerating the preparation of the herd for transfer to an industrial basis.

The high efficiency of the control barns is explained by the creation of improved feeding and housing conditions for first-born heifers [8, 11]. In addition, the most experienced specialists work in the control barns, which makes it much easier to establish and control the work on feeding the firstborn and create the necessary conditions for better preparation of heifers for lactation.

Feeding of first-born heifers in the conditions of control barns allows to select animals for replenishment of the main herd according to their actual productivity, which is more effective than selection only by pedigree. In the control barns, the productive and physiological signs of the firstborn heifers are studied, which characterize their suitability for machine milking.

Under the guidance of state breeding stations and artificial insemination stations in control barns, bulls are checked for the quality of offspring. The identification and widespread use of bulls that improve the productivity and suitability of daughters for machine milking allows to improve the breeding and commercial herds and breeds in general in a short time, to accelerate the transfer of dairy cattle breeding to an industrial basis.

The best premises equipped with modern means of mechanization of the main labor-intensive processes, especially milking, are allocated for control barns. The required number of places in the control cowsheds is determined by the annual need of the farm to replenish the main herd and the period of stay in the control cowsheds of heifers and first-born heifers.

Heifers are placed in control barns 3-4 months before calving to better prepare them for lactation. Productive heifers are kept here until the end of the first lactation.



Thus, the best animals stay in the control barns for 12-14 months. Some of the first-born heifers with low productivity are culled after 3-4 months of lactation, and therefore the average period of stay of animals in the control barn is one year. The number of places in the control barns is equal to the number of planned calving heifers during the year. In farms where less than 100 heifers are introduced into the herd annually, control groups are created in separate sections of existing barns [7, 15].

In order to accelerate the improvement of breeding and productive qualities of dairy cattle, farms increase the number of heifers raised to replenish the herd. Studies have shown that with the increase in the number of first-born heifers introduced into the herd, the efficiency of its improvement is constantly increasing. The maximum is reached with the annual introduction of 25-30 firstborns per 100 cows available at the beginning of the year. At the same time, milk productivity increases by 5-10% and meat potential of the herd by 10-15%.

In the control barns, heifers come from farms specialized in growing heifers, or from a specialized farm of their own farm. In some farms, heifers and heifers are raised on the same farm where the control barns are located, i.e. they create a specialized farm for raising heifers and heifers, feeding and checking the firstborn heifers.

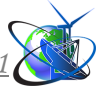
When determining the required number of repair heifers and heifers, the level of culling of cows, the actual level of heifers' retirement during growing, planned tasks to increase the breeding stock are taken into account. If the number of cows in the farm does not increase, and 25% of first-born heifers are introduced into the herd every year, 10% of heifers are culled during rearing, at least 28 heifers per 100 cows must be left for repair. If the herd is introduced to the firstborn up to 30%, then repair heifers must have 33 for every 100 cows.

Heifers selected for herd repair are kept in good conditions, they receive feed according to typical feeding schemes and complete rations typical for the zone. Up to 4 months of age, they are fed 300 kg of whole milk, 600 kg of collected milk and other feed.

For the development of the gastrointestinal tract and the formation of milk signs, repair heifers are accustomed to eating a significant amount of rough and juicy feed. Heifers are kept untethered, grazed in summer, depending on the quality of the pasture, fed with green and concentrated feed. Heifers are inseminated at the age of 16-18 months when they reach 65-70% of the live weight of adult cows. It is believed that in commercial farms the minimum live weight at the first mating should be 320 kg for Simmental and Lebedinsky breeds, 300 - for Black-and-White, 290 kg - for Red Steppe and Red Polish breeds, which will allow to obtain cows that meet the requirements of the first class of development [6, 11].

At the 5-6th month of pregnancy, heifers are transferred to control barns, where they are accustomed to the existing technology on the farm, especially to the work of milking machines. From the 6th month of pregnancy, the udder massage is carried out. It is done by a milkmaid assigned to a group of heifers. Heifers are accustomed to massage by lightly stroking the udder in the 6th month of pregnancy for three minutes. Gradually bring the duration of udder massage to 6-8 minutes. Udder





massage is stopped two weeks before calving. Carrying out the massage in the experimental farm "Ukrainka" allowed to increase the expectations for the first-born cow by 388 kg compared to the first-born cows without udder massage. The labor costs of a milkmaid with a load of 25 heads of heifers during the massage increase by three hours a day.

Twice massage for 7-10 minutes from the fifth to the eighth month on breeding control farms of breeding plants and subsequent milking of the firstborn heifers contributes to an increase in milk yield during the first lactation by at least 500 kg per cow. In the first month (the sixth month of pregnancy) massage is performed at a strictly defined time, during the milking of cows. During udder massage, heifers are fed with concentrated feed. At first, the massage lasts three minutes, then its duration increases to 6 minutes each time. On the 6-7th month of pregnancy, udder massage with perfect processing of its lobes is carried out twice a day for 6-7 minutes. This contributes to the proper formation of glandular udder and teats. When massaging the udder, the blood supply to the mammary gland increases, which contributes to its more intensive growth.

10 days before calving, heifers are transferred to the maternity ward. Machine milking with a healthy udder is used from the first days after calving. In 10-15 days after calving in normal physiological condition animals are transferred to control barns, where control groups of first-born heifers are formed. Feeding heifers in the control barn is carried out in the same way as dry cows, taking into account the development of live weight and planned milk yield.

In the control yards, cows are fed according to the rations prepared by the farm's zootechnician twice a month. This takes into account the productivity of cows, their live weight and expected growth. In winter, the norm of roughage, silage and haylage in the daily ration is the same for all first-born cows. The norm of concentrated feed (mixed fodder) and root crops is planned depending on the level of milk productivity.

In the first days after calving [4, 6] hay and good quality silage are given in abundance. However, the full rate of concentrates and root crops is given at the end of the first week after calving. Restriction in feeding these feeds is a preventive measure against high mammary tension and possible udder inflammation.

If there is a danger of mastitis, then the firstborn is transferred to a full diet later (two to three weeks after calving). Cows should be transferred to normal feeding before they are milked.

In the summer, all firstborns are fed green mass as needed, and the rate of concentrated feed is regulated depending on the level of milk production. Balancing of the diet by nutrition is carried out by different amounts of mixed fodder and different mixtures of concentrated feed. In summer, cows should receive the maximum amount of green mass.

The structure of feed in the annual diet should be the same for the groups of daughters of bulls that are evaluated and include 45-55% of juicy and green, 20-30% of roughage and 25-30% of concentrated feed.

In the control barn there is an opportunity to feed the first-born heifers. For this purpose, in the first-third month of lactation, cows are advanced concentrated fodder and fodder beets until the firstborn increase milk yield. As the experience of many



agricultural enterprises shows, during lactation it is necessary to give 2-3 additional feed units in the first two months of lactation, and then 1-2 feed units.

When preparing diets for first-born heifers, in addition to advance feed for milking, feed for growth is additionally given on the basis of obtaining an average daily weight gain of 0.5 kg.

In control barns, where there are the necessary conditions, the technician takes into account the amount of feed fed by groups of cows of daughters of each bull. Concentrated feed is given by measures of a certain capacity (by weight). To take into account feed consumption, the technician conducts control feeding at least once a decade. On this day, rough and juicy feed is given by weight, and the next day the remains are weighed for morning feeding.

The amount of feed eaten per decade is determined by multiplying the number of feed actually eaten by the cow per day by the number of days in the decade.

Based on the log data, the monthly payment for feed in milk is determined. The calculation of the nutritional value of feed is made according to the tabular data taken from the reference book "Feeding standards and rations for farm animals". This takes into account the quality of the feed used, especially bulky feed - roughage and silage, according to the agrochemical laboratory.

On the days of control feeding, the technician takes average samples of rough and juicy feed to determine their moisture content. It is known that with an increase in the actual moisture content of feed (compared to the standard), their nutritional value is proportionally reduced.

Zootechnical accounting in control barns is carried out by laboratory technicians, primary accounting - by the farm manager.

The data of control milk yields and milk fat content are recorded in the act (form 6 mol.). After counting milk yields for the month and calculating the amount of milk fat, these indicators are recorded in the book of milk productivity (form 7 ml.).

In the control barns, cards of breeding cows, heifers (form 2 mol) are used, which are suitable for mechanized processing. They are kept by a zootechnician-breeder, who systematically updates data on live weight, mating, calving, productivity, etc. The cards are designed for the entire time of use of the animal.

The productivity indicators of the daughters of the evaluated bulls are recorded in a special journal (form 11 mol.), calculates the average indicators of daughters and peers. The evaluation results are sent to the state breeding station, which evaluates bulls. On the basis of the obtained materials, the category of the bull is established in accordance with the instruction of the MAP of Ukraine "Evaluation of bulls of dairy and dairy-meat breeds by the quality of offspring", after which its further use is determined.

The possibility of evaluating and selecting cows for the first lactation is confirmed by the data of a number of authors [12, 17] that the inheritance of milk yield for the first lactation is higher than for the following. Evaluation for the first lactation is based on the fact that there is a close relationship between the indicators for the first lactation and subsequent productivity. The correlation coefficient of milk yield with lifetime productivity ranges from 0.6-0.8. The repeatability of other traits is also quite high.



In the control barns, the productivity of the first-born heifers is evaluated by the following signs: milk yield for shortened or 305 days of lactation, fat and protein content in milk, udder shape, milk yield rate and milk distribution in udder lobes, payment for feed with milk.

To accelerate the evaluation of heifers by milk productivity and bulls by offspring, it is practiced to evaluate cows by milk productivity in the first three months of lactation by milk yield and in the fifth-sixth month - by the percentage of fat in milk. Economic calculations related to the sale of heifers at different ages show that already in the 3-5th month of lactation low-productive first-calf cows can be culled without losses [23, 24].

Milk yield is recorded three times a month by decade, fat and protein content in milk is determined once a month by a two-day sample.

The udder shape is evaluated by eye on the 2-3rd month of lactation in accordance with the methodological materials "Evaluation of udder and milk yield of dairy and dairy-meat cows". The shape of the udder is characterized by its length, width and depth. The shape is divided into tub-shaped, cup-shaped, rounded, narrowed and goat. Morphological features of the udder are evaluated in accordance with the new "Instructions for boning cattle of dairy and dairy-meat breeds" on a 5-point scale. The physiological properties of the udder are studied and its main measurements are taken.

To obtain high milk yields and successful milking with milking machines, it is necessary to have cows with a large, extended far forward and backward, wide, deep and glandular udder, tightly adjacent to the abdomen with symmetrical and evenly developed lobes.

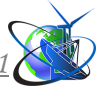
The distance from the lower end of the udder teat to the ground should be at least 45 cm, the length of the teat is not less than 3 cm and not more than 9 cm, the diameter of the teat in its middle part is not less than 1.8 cm and not more than 3.2 cm.

The properties of milk yield are checked using an apparatus for separate milking of udder lobes. The duration of milking is determined by a stopwatch, starting from the moment the milking cups are put on (from the beginning of milk leakage) and until the end of milk yield, including machine milking.

When determining the properties of milk yield, the most important for machine milking are the following properties: milk yield rate and duration of milking; the ratio of milk yield from the front and rear udder lobes - udder index. The amount of milk obtained from the front lobes of the udder should be at least 40% of the total milk yield.

A dairy laboratory was created to record the quality of milk. Fat content is determined by the acid method (according to Gerber), protein content - by colorimetric method using orange "G" dye. These methods are described in detail in the "Methodological recommendations and guidelines for the evaluation of dairy cattle in breeding plants for protein content in milk".

According to economic conditions, standards of milk productivity for first-born cows are set for each year. During the year, the zootechnician determines the number of first-born heifers necessary for the herd, which ensures the fulfillment of the



established tasks for the initial number of cows, production and sale of milk to the state, and therefore a temporary deviation from the accepted standards is possible. The farm culls the firstborn cows that have not reached the highest daily milk yield of 10 kg, that is, they give less than 2000-2200 kg of milk per lactation. The firstborn with goat udder shape is also culled.

To determine the productivity of the first lactation, the laboratory technician conducts control milk yields, calculates the milk yield per decade and per month. During the second control milk yield, he takes the first part of the milk sample, repeats it the next day, analyzes milk for fat content from the sample of two-day milk yield, and after determining the monthly milk yield, calculates the amount of milk fat for the month.

After the cows stop milking due to calving, or if lactation lasts more than 305 days, the laboratory technician calculates the milk yield for the first lactation and the amount of milk fat, calculates the average milk fat content.

On the 2nd-5th months of lactation, the laboratory technician together with the farm manager organize weighing of the corresponding group of firstborn cows, on the 2nd-3rd months they evaluate udders and determine the suitability of firstborn cows for machine milking. At the same time, serial milking machines are used, which have inspection cones of the milking cup and allow to determine the milk yield during the milking of each udder lobe.

The exterior of cows is evaluated at 2-3 months after calving on a 10-point system, while separately indicating the points for the shape and size of the udder.

***Veterinary and sanitary measures to preserve the health and productivity of animals.*** In order to prevent and eliminate animal diseases, protect people from infectious and invasive diseases common to humans and animals, it is necessary to provide a set of special measures at cattle breeding enterprises, including disinfection, deworming, disinfestation, disinsection, deratization, etc. The most effective and widespread measure for the destruction of pathogens of infectious diseases in the environment is disinfection, which is carried out after thorough mechanical cleaning of livestock premises.

The following types of disinfection are provided: preventive (planned, technological) and forced (current and final)

Preventive disinfection is carried out after the commissioning of the farm or a separate facility before filling the premises with animals, and in the future (in order to prevent the accumulation and destruction of pathogens) periodically depending on the production technology. Forced disinfection is carried out in farms, unfavorable for infectious diseases of animals, in order to localize the primary focus of infection, prevent the accumulation of pathogens in the environment and their spread on the territory of the farm and beyond. Current disinfection is carried out periodically throughout the entire period of rehabilitation of the farm (farm) in order to reduce the level of contamination of environmental objects with pathogenic microorganisms and reduce the risk of re-infection of animals on the territory of the farm (farm) and the spread of the disease beyond its borders. The final disinfection is carried out at enterprises after the elimination of an infectious disease (before the quarantine or restrictive measures are lifted) in order to completely free the focus of infection from



pathogens.

Disinfection is subject to premises for animals, equipment, inventory, animal care items, indoor air, territory of the enterprise, unloading and loading platforms, veterinary and sanitary facilities, vehicles, milking machines, overalls, manure, slurry and wastewater.

Preventive disinfection of the premises is carried out twice a year: in the spring after the transfer of animals to pastures and in the autumn before returning them to the stall. In the premises for fattening animals, disinfection is carried out after their delivery for slaughter and before completing new fattening groups.

Enterprises of industrial type with current-shop production technology, which operate on the principle of using the premises "all occupied - all empty", disinfect after releasing the premises from animals and transferring them to another workshop. If deep litter is used in the premises for animals, they are disinfected after removing the old and laying new litter.

In addition to scheduled preventive disinfection, technological disinfection is also used every month on sanitary days:

- carry out mechanical cleaning of production, domestic and auxiliary premises, equipment placed in them and the territory of the enterprise,
- contaminated areas of walls, partitions are washed with hot water, disinfected with 1.5 - 2.0% soda ash solution or ash alkali, etc. and bleached with lime. Before disinfection, the premises are freed from animals, manure, feed residues and litter are removed.

Dry manure, litter and garbage, in order to prevent the spread of infection, are moistened with water or disinfectant, after which the walls, partitions, feeders, floors are washed with water under pressure and the grates and manure channels are carefully freed from manure residues. After cleaning, the premises are disinfected using mobile or stationary disinfectors with appropriate chemicals in the form of solutions, suspensions, aerosols or gases.

The choice of disinfectants is carried out in accordance with the instructions for combating the disease that has arisen on the farm. If it is impossible to completely free the premises from animals, separate free sections or areas are disinfected with means that are harmless to animals.

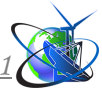
In the presence of galvanized iron structures in the premises, preparations that lead to corrosion of structures should not be used.

Simultaneously with the disinfection of the premises, it is necessary to disinfect the walking areas where the animals were kept.

Before aerosol disinfection, it is necessary to free the premises from animals and feed, to carry out mechanical cleaning and sealing of the premises. During the period of aerosol disinfection, the air parameters in the room should be: temperature - at least 15 ° C, relative humidity - at least 60%. In 6-24 hours after aerosol treatment, the room should be ventilated, and the channels, feeders and drinkers should be thoroughly washed.

It is advisable to use bactericidal irradiators for disinfection of air in calving departments, preventive clinics, arenas, dairy, bacteriological laboratories. Bactericidal lamps should be at a distance of 15-20 cm from the disinfected surface,





the irradiation time of the surface is 3 minutes, and the irradiation time of utensils, tools and equipment is 10 minutes. In the entrance vestibules of livestock premises provide disinfectant mats. A recess 1.5 m long and 0.15-0.20 m deep is provided in the floor of the vestibule for its entire width and filled with sawdust or foam rubber and saturated with disinfectant solution. Heated disinfection barriers are filled with the appropriate disinfection solution, and 10-15% of sodium chloride is added to the solution to prevent freezing.

Disinfection of special vehicles (cattle trucks, vehicles for transportation of slaughter products, etc.) is carried out after preliminary cleaning and washing with disinfectants or aerosols. Wastewater should be discharged for further cleaning and disinfection. Workwear should be disinfected by boiling or in steam chambers with appropriate solutions for at least 90 minutes.

For cleaning and disinfection of premises and technological equipment, water consumption at a temperature of 55-65 ° C should be provided at the rate of 15 liters / m of the surface (floor and walls) to be treated. Other veterinary and sanitary measures (dehelminthization, disinsection, deratization, etc.) are carried out in accordance with the veterinary legislation of Ukraine.

**Prospects for the use of research results.** In the context of Ukraine's accession to the WTO, in addition to increasing livestock productivity, it is advisable to take measures to improve the conditions of feeding and keeping dairy cattle.

It is important to combine the achievements of breeding work with measures for normalized feeding with high quality feed. In the production premises to constantly maintain hygienic conditions of a comfortable microclimate.

The operation of livestock buildings should be carried out in compliance with official regulations (Departmental norms of technological design of cattle-breeding enterprises, put into effect on January 1, 2006).

### **Conclusions**

1. Cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed are heterogeneous in terms of production types, i.e. the direction of productivity. The surveyed cows belong to three production types: dairy, close to dairy and dairy-meat, the weight of which in the herd is almost equal and varies within the types from 31-36%.

2. Production types differ in linear dimensions of the body. The largest in these dimensions are dairy cows. The difference between the extreme types in height at the withers, chest girth, oblique length of the body is significant and statistically significant for the first and third measurements ( $P < 0.01-0.001$ ). By latitudinal measurements, dairy cows are inferior to animals of other types, especially dairy and meat type.

3. By indices of body structure, dairy cows are close to the exterior-constitutional type, which is characteristic of specialized dairy breeds, in particular Holstein. Compared to other types, they have higher indices of high leggedness, stretching, eirosomia – leptosomia and much larger overall dimensions, namely: 49.1; 126.3; 326.9; 508.2 against respectively 46.1; 124.1; 309.3; 497.9 in dairy-meat cows.

4. Evaluation of cows by two methods (by the index of eyrosomy-leptosomy and by the metric coefficient) showed that in the total herd the index of eyrosomy was



established in 27% of cows, and dense – 35%. Intermediate type – 40%, 30% respectively; leptosomy – 33.6%, loose – 27%. Therefore, it is possible to use each of these techniques in breeding with cattle.

5. Confirmation of the belonging of cows of dairy production type of body structure of animals of specialized dairy breeds is their distribution by the index of eirosomia-lectosomia. If among dairy cows 22% of animals belong to the narrow-bodied type of constitution, and 8% - to the broad-bodied type, then among animals of the dairy-meat type, respectively, 7% and 18%.

6. Cows of production types differ significantly in live weight and milk production. Cows of dairy type by milk yield for 305 days prevail over animals of close to dairy type by 974 kg and dairy-meat type by 2297 kg, by fat content by 0.04 and 0.15% respectively.

7. The creation of control barns allows breeders to conduct targeted selection of cattle for the desired dairy type, where it is evaluated in the second or third month after calving on a point system.

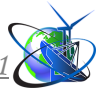
8. Veterinary and sanitary measures are aimed at preserving the health and productivity of animals, where the measures are based on all types of disinfection, cleaning of manure, litter and garbage. Measures are proposed for air disinfection, equipment of disinfection mats at the entrances to buildings.

## Literature

1. Burkat V.P., Polupan Yu.P. Rozvedennia tvaryn za liniiami: henezys poniat i metodiv ta suchasnyi selektsiinyi kontekst. - K.: Ahrarna nauka, 2004. - 68 s.
2. Busenko O.T., Stoliuk V.D. Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva: Pidruchnyk; Za red. O. T. Busenka. K.: Vyscha osvita, 2005. 496s.
3. Varpikhovskiy R.L. Intehratsiia protsesu vyroshchuvannia molodniaku ta zabezpechennia khudoby skotomistsiamy zalezhno vid struktury stada. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii. 2019. Vyp. 1(104) S. 103-109.
4. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia: SkotarSKI pidpriemstva (kompleksy, fermi, mali fermi), VNTP-APK-01.05. K.: Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy, 2005. 110 s.
5. Hordiievykh O.A. Systema chynnykiv optymizatsii vytrat vyrobnytstva u haluzi molochnoho skotarstva. Produktivnist ahropromyslovoho vyrobnytstva (ekonomichni nauky). 2012. №12. S. 161-166.
6. Demchuk M. V., Chornyi M. V. Hihiiena tvaryn ta yii kontseptualni pryntsy py profilaktyky khvorob. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. – Vinnytsia: Seriia: Silskohospodarski nauky, 2011. Vyp. 8 (48). S. 109-116.
7. Zakharenko M.O., Poliakovskiy V.M., Shevchenko L.V., Yaremchuk O.S. Systemy utrymannia tvaryn. Navchalnyi posibnyk. K.: «Tsentr uchbovoi literatury», 2016. 424 s.
8. Zakharenko M.O., Polovyi L.V., Poliakovskiy V.M., Shevchenko L.V., Yaremchuk O.S. Sanitarno-hihiiienichni vymohy do vody ta vodopostachannia silskohospodarskykh pidpriemstv: Navchalnyi posibnyk – 2-e vyd., pererob., dopovnene. Vinnytsia: RVV VNAU, 2011. 244 s.



9. Zakharenko M.O., Shevchenko L.V., Poliakovskiy V.M., Yaremchuk O.S. Stan ta perspektyvy hihienichnykh doslidzhen na suchasnomu etapi rozvytku tvarynnytstva. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Vinnytsia: Seriya: Silskohospodarski nauky, 2011. Vyp. 8 (48). S. 117-120.
10. Kaletnyk H.M., Kulyk M.F., Petrychenko V.F. Osnovy perspektyvnykh tekhnolohii vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva; Za red. H.M. Kaletnyka, M. F. Kulyka, V. F. Petrychenka. Vinnytsia: «Enozis», 2007. 584 s.
11. Kandyba V.M., Ibatullin I.I., Kostenko V.I., Yaremchuk O.S. Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby. Monohrafiia. Zhytomyr, 2012. 860 s.
12. Nazarenko V.H., Voronenko A.V. Stabilizuiuchy dobir u molochnomu skotarstvi ta yoho vplyv na henetychnu strukturu populatsii. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu. K.: Irena, 2000. №2. S. 41–44.
13. Pidpala T. V. Skotarstvo i tekhnolohiia vyrobnytstva moloka ta yalovychyny: Navchalnyi posibnyk. Mykolaiv: Vydavnychy viddil MDAU, 2008. 369 s.
14. Polova O.L. Metodolohichni pidkhody do obgruntuvannia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva moloka. Stalyi rozvytok ekonomiky. 2011. № 3 (6). S. 230-236.
15. Polovyi L.V., Polova O.L., Varpikhovskiy R.L. Enerhooshchadnyi korivnyk dlia fermerskoho hospodarstva na 32 korovy iz zakinchenym vyrobnychym tsyklom. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho DAU. Vinnytsia, 2008. Vyp. 35. S. 191-200.
16. Polovyi L.V., Polova O.L., Varpikhovskiy R.L., Andriichuk V.F. Fermerske hospodarstvo na 64 korovy iz zakinchenym vyrobnychym tsyklom. Naukovo-teoretychnyi zbirnyk. Zhytomyr: NAU, 2008. № 2. S. 112-128.
17. Polovyi L. V., Yaremchuk O. S. Etolohiia khudoby ta umovy yii utrymannia. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho. Lviv, 2008. T. 10. № 4 (39). S. 236-238.
18. Polovyi L.V., Yaremchuk O.S. Tekhnolohii skotarstva v reformovanykh silskohospodarskykh pidpriemstvakh Vinnytskoho rehionu. Vinnytsia: TVP «Knyha – Veha» VAT «Vinobldrukarnia», 2002. 320 s.
19. Shevchenko L.V., Mykhalska V.M., Yaremchuk O.S., Varpikhovskiy R.L. Mekhanizmy zasvoiennia karotynoidiv u tvaryn (ohliad). International academy journal Web of Scholar: Biology. Warsaw, Poland. 2018. 6(24), Vol. 4. S. 43-51.
20. Yaremchuk O.S. Vdoskonalennia elementiv tekhnolohii vyrobnytstva moloka ta kontrol mikroklimatu na fermakh maloi potuzhnosti. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). Warsaw, Poland, 2019. № 11 (51). S. 14-24.
21. Yaremchuk O. S. Optymizatsiia sposobu utrymannia koriv u rodylnomu viddilenni ta kratnist yikh doinnia. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii: zb. nauk. pr. VNAU. 2019. Vyp. 4 (107), t. 1. S. 123-131.
22. Yaremchuk O., Varpikhovskiy R., Deren V. Enerhooshchadnist vyrobnytstva produktsii vid koriv riznykh porid. Tvarynnytstvo Ukrainy. Kyiv, 2015.



№ 6. S. 14-17.

23. Yaremchuk O.S., Varpikhovskyi R.L. Vplyv umov utrymannia koriv na parametry mikroklimatu povitria u tvarynnytskykh prymishchenniakh ta otrymannia dodatkovykh enerhonosiiv. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. Vinnytsia: VTs VNAU, 2017. Vyp. 2 (96). S. 259-267, 320.

24. Yaremchuk O.S., Varpikhovskyi R.L. Otrymannia dodatkovykh dzherel enerhii na tvarynnytskykh pidpriumstvakh maloi potuzhnosti za dotrymannia veterynarno-sanitarnykh vymoh. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. Vinnytsia, 2016. Vypusk 3 (94). S. 164-168.

25. Yaremchuk O.S., Varpikhovskyi R.L. Sanitarno-hihiiienichna otsinka umov vyroshchuvannia neteliv za riznykh sposobiv utrymannia remontnykh telyts: monohrafiia. Vinnytsia: VTs VNAU, 2019. 180 s.

26. Yaremchuk O.S., Hotsuliak S.V. Adaptatsiia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody do umov promyslovoi tekhnolohii. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. 2019. Vyp. 1(104) S. 146-152.

27. Yaremchuk O.S., Chervan V.I. Bezpechnist moloka ta yoho sanitarno-hihiiienichne znachennia. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. 2019. Vyp. 1(104) S. 163-169.



## CONTENTS

### Electrical engineering

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-015> 3

SMART-GRID NETWORKS OPTIMIZATION ON THE BASE  
OF THE PHASORS USAGE

*Komenda N.V.*

### Telecommunication

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-014> 12

EDUCATIONAL MOBILE APPLICATION BASED ON CONCEPT MAPS

*Fedenko V.A., Polienova V.A., Tytenko S.V.*

### Animal products. Cereals and grain. Milling industry

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-024> 19

CULINARY AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE MEAT OF  
STEERS FED IN A DIET WITH MODERN BALANCING ADDITIVES

*Prylipko T.M., Shulko O.P., Koval T.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-025> 26

PACKAGING FRESH MEAT IN MODIFIED ATMOSPHERE

*Prylipko T.M., Fedoriv V.M., Kostash V. B.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-032> 36

A SCIENTIFIK APPROACH TO THE CREATION OF FOOD  
PRODUCTS WITH INCREASED NUTRITIONAL VALUE

*Stadnyk I.Y., Piddubniy V. A., Krasnozhon S.V., Kraevska S. P.*

### Industrial engineering. Management engineering

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-022> 44

RELATIONS BETWEEN RELATIONS OF CYBER-SOCIAL  
COMPUTING

*Khakhanova A.V., Abdullayev Vugar Hacimahmud.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-031> 61

DESIGN, CREATION AND OPTIMIZATION OF THE SCIENTIFIC  
DEVELOPMENT DATABASE OF THE DEPARTMENT

*Pakhomova V. M., Hrestyan A. V.*





## Innovations in medicine, pharmaceuticals, chemistry, veterinary medicine

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-011> 68

ERYTHROPOETIN AND INDICATORS SURVIVAL RATE OF  
ONCOHEMATOLOGIC AND ONCOLOGIC PATIENTS WITH  
ANAEMIC SYNDROME

*Borysenko D.O., Maikut-Zabrodska I.M.*

*Melnyk U.I., Vyduborets S.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-012> 77

DIAGNOSTICS OF IRON DEFICIENT BLOOD DONORS

*Chepurina A.V., Vyduborets S.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-027> 88

BACTERIOLOGICAL CONTROL OF SERVICE DOG AIRS WITH  
THE HELP OF DISINFECTANT CHEMICALS AND THEIR  
CHARACTERISTICS

*Farionik T.V., Sokolenko S.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-029> 99

EFFECT OF CHELATE COMPOUNDS OF MICROELEMENTS  
ON THE ORGANISM OF AGRICULTURAL ANIMALS

*Yaremchuk O.S., Farionik T.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-044> 116

FEATURES OF GYMNASTICS AND MASSAGE FOR A CHILD  
AGED FROM 3 TO 4 MONTHS

*Listau K.O.*

## Innovations in agriculture, biology

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-013> 120

FORMATION OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL. YIELD  
UNDER THE INFLUENCE OF THE COMBINED ORGANIC AND  
MINERAL FERTILIZER

*Dzendzel A. Yu., Pyda S. V., Tryhuba O. V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-017> 126

KEEPING DRY COWS AND HEIFERS IN SECTIONS EQUIPPED WITH  
COMBIBOXES OR ON DEEP BEDDING AND THEIR ALTERNATIVES

*Yaremchuk O.S., Pikula O.A.*



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-035>

141

FORAGE PRODUCTIVITY OF ANNUAL FORAGE GRASS  
DEPENDS ON GROWING TECHNOLOGICAL METHODS

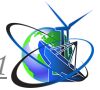
*Svystunova I., Denisyuk V., Chumachenko I.,  
Poltoretskyi S., Hudz N., Hryhorian L.,*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit23-01-043>

146

SELECTION OF CATTLE BY PRODUCTION TYPES

*Pikula O.A.*



*International periodic scientific journal*

# MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

Indexed in  
INDEXCOPERNICUS  
high impact factor (ICV: 87.25)

**Issue №23**  
**Part 1**  
October 2022

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: October 30, 2022

Sergeieva&Co  
Lußstr. 13  
76227 Karlsruhe  
e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)  
site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)

Articles published in the author's edition





***[www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)***

e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)