



Issue №16

Part 1



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 87.25)
GOOGLESCHOLAR

SWorld Journal

Issue №16
Part 1
November 2022

Published by:
SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria

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.sworldjournal.com/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert-Peer Review Board of the journal: Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars. Today, the journal publishes authors from different countries.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: twice a year

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 the INDEXCOPERNICUS, GoogleScholar.



УДК 621.3.061

ASSESSMENT OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM POWER LOSSES TAKING INTO ACCOUNT THE PASSIVE PARAMETERS OF TRANSFORMERS

Arakelyan V. P.

Ph.D., Associate Professor

National Polytechnic University of Armenia,

Institute of Power Engineering and Electrical Engineering,

chair of Electric Power Engineering,

Republic of Armenia, Yerevan city, Str. Teryan 105, Yerevan 0009

Abstract. Introductory speech on the research topic: When studying the modes of electric power systems, the parameters of the mode and scheme are distinguished. Schema parameters refer to generic network parameters. Generalized parameters of the electrical network- impedances and admittances of power lines and transformers. System scheme parameters are divided into active and passive. Passive parameters are the longitudinal and transverse parameters of power lines, transformers. One of the important technical and economic indicators of the electrical system is power losses. When studying the system modes, it is necessary to take into account the influence of the longitudinal and transverse passive parameters of the transformer circuit on the losses. **The purpose of scientific research:**

Assessment of power losses in the electric power system, taking into account the passive parameters of transformers. Calculate the losses of active and reactive power, evaluate the change in power losses due to the longitudinal and transverse passive parameters of the transformer circuit. **Description of scientific and practical significance of the work:** Scientific value of the work: A new approach to assessing power losses has been introduced, based on new formulae for calculating loss coefficients, using the Z-matrix of generalized parameters, and the influence of passive parameters of transformers. Practical significance: provides versatility for calculating, analyzing and evaluating power losses in transmission electrical networks, taking into account the passive parameters of transformers. **Description of the research methodology:** Taking into account different types of modeling of transformers of modern electric power systems, the complexity of network schemes, matrix theory, numerical methods for solving system mode equations, new formulae for calculating, estimating and structuring power losses are obtained, taking into account the passive parameters of transformers. **Main results, conclusions of the research work:** The research was carried out on a macro-model of the electric power system of Armenia. The analysis shows that the proposed formulae are applicable to transmission electrical networks. Changes in nodal powers, power loss coefficients, power losses due to passive parameters of the system transformer scheme are estimated.

The value of the conducted research (what contribution of this work to the relevant branch of knowledge): The proposed approach expands the scope of transformer parameters in the calculation and analysis of power losses. **Practical significance of the results of work:** The obtained new formulae for power losses make it possible to comprehensively analyze the structure of losses, identify foci, develop organizational and technical measures to reduce them, and solve problems of voltage regulation.

Keywords: electric power system, transformer, passive parameter, power losses, matrix, norm.

Introduction. In modern electric power systems, electricity production is growing at a fairly high rate. From this point of view, one of the main technical and economic indicators of the system are power losses and their calculation, structuring according to the main structural elements of the network, comprehensive analysis,



evaluation, development of organizational and technical measures to reduce losses and normalization. Two winding transformers are one of the most widely used system elements. When calculating the modes of the electrical system, transformers are mainly modeled by equivalent circuits of the Γ -form and π -form. π -form equivalent circuits of transformers are widely used. The Z-matrix the generalized parameters of the electrical system is formed on the basis of the passive parameters of the π -form equivalent circuits of transformers and power lines. The representation of the passive parameters of transformers is important for solving the regime problems of the system. Currently, there are no universal formulae for estimating power losses in the system, taking into account the passive parameters of the transformer.

Literature review. When calculating the modes of electric power systems, two-winding transformers are modeled by the following equivalent circuits [1-7].

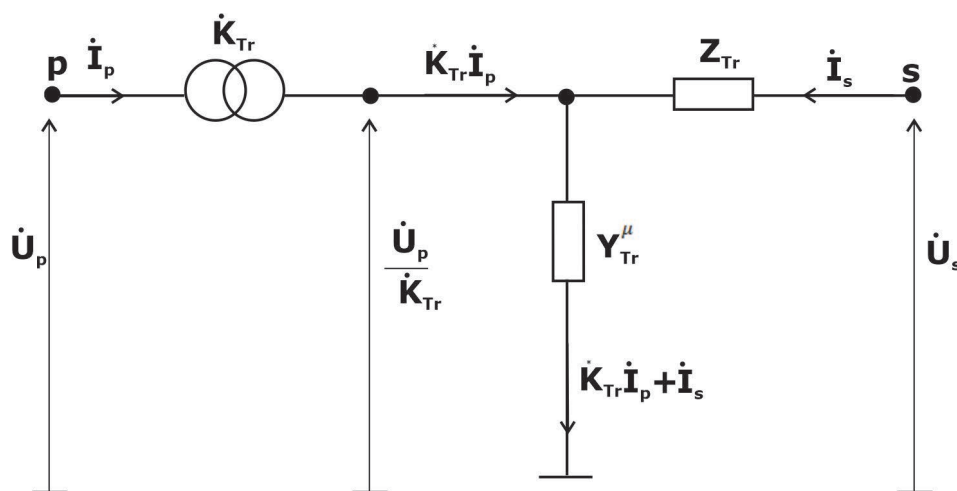


Fig. 1. Γ -equivalent circuit of a transformer

From (Fig. 1.) for the currents of the primary and secondary windings of the transformer, we obtain:

$$I_p = Y_{pp} \cdot U_p + Y_{ps} \cdot U_s, \quad (1)$$

$$I_s = Y_{sp} \cdot U_p + Y_{ss} \cdot U_s. \quad (2)$$

or in matrix form.

$$\begin{bmatrix} I_p \\ I_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{pp} & Y_{ps} \\ Y_{sp} & Y_{ss} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_p \\ U_s \end{bmatrix}, \quad (3)$$

where self and mutual admittances of the transformer are determined by the following expressions:

$$Y_{pp} = \frac{Y_{Tr} + Y_{Tr}^{\mu}}{K_{Tr}^2}, \quad (4)$$

$$Y_{ss} = Y_{Tr}, \quad (5)$$

$$Y_{ps} = -\frac{Y_{Tr}}{K_{Tr}}, \quad (6)$$

$$Y_{sp} = -\frac{Y_{Tr}}{K_{Tr}}, \quad (7)$$

where K_{Tr} -complex value of the transformation ratio of the transformer.



We write the matrix equation (3) as follows:

$$\dot{I} = Y^\Gamma \cdot \dot{U} \quad (8)$$

where Y^Γ -matrix of passive parameters (admittance matrix) of the Γ -equivalent circuit of the transformer,

$\dot{U}$ - the voltage vector of the primary and secondary windings of the transformer.

$$\dot{I} = \begin{bmatrix} \dot{I}_p \\ \dot{I}_s \end{bmatrix}, \quad (9)$$

$$\dot{U} = \begin{bmatrix} \dot{U}_p \\ \dot{U}_s \end{bmatrix}, \quad (10)$$

$$Y^\Gamma = \begin{bmatrix} Y_{pp} & Y_{ps} \\ Y_{sp} & Y_{ss} \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Taking into account the notation (4) - (7), expression (11) will take the following form:

$$Y^\Gamma = \begin{bmatrix} \frac{Y_{Tr} + Y_{Tr}^\mu}{K_{Tr}^2} & -\frac{Y_{Tr}}{K_{Tr}^*} \\ -\frac{Y_{Tr}}{K_{Tr}} & Y_{Tr} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

We represent the matrix equation (8) in the form of a complex impedance, we will have:

$$\dot{U} = Z^\Gamma \cdot \dot{I} \quad (13)$$

where Z^Γ - matrix of passive parameters (impedance matrix) of the Γ -equivalent circuit of the transformer.

$$(Y^\Gamma)^{-1} = Z^\Gamma. \quad (14)$$

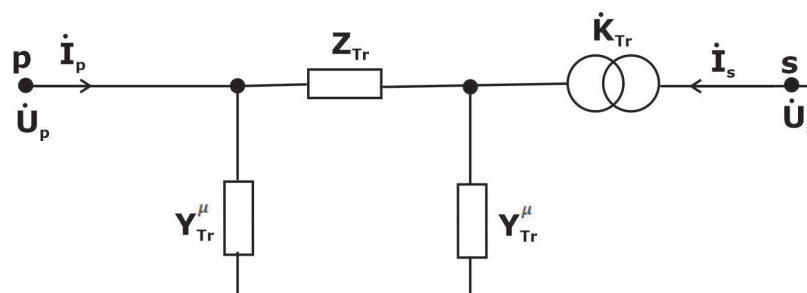


Fig. 2. π -equivalent circuit of a transformer

The corresponding (Fig. 2) matrix equation (8) will have the following form:

$$\dot{I} = Y^\pi \cdot \dot{U} \quad (15)$$

where Y^π - matrix of passive parameters (admittance matrix) of the π -equivalent circuit of the transformer.

$$Y^\pi = \begin{bmatrix} Y_{Tr} + Y_{Tr}^\mu & -K_{Tr} \cdot Y_{Tr} \\ -K_{Tr}^* \cdot Y_{Tr} & K_{Tr}^2 \cdot (Y_{Tr} + Y_{Tr}^\mu) \end{bmatrix}. \quad (16)$$

We represent the matrix equation (15) in the form of a impedance, we will have:



The nodal equation of the electrical system (19) in a compact form takes the form:

$$\dot{U} = \dot{U}_{0B} + Z \cdot \dot{I}. \quad (20)$$

where $\dot{U}_{0B}$ is a multidimensional slack voltage vector of the electrical system,

Z - nodal complex matrix of self and mutual impedances, due to the longitudinal and transverse passive parameters of power lines,

$\dot{U}$ - multidimensional vector of the complex voltage of independent nodes of the electrical system,

$\dot{I}$ - multidimensional vector of the complex current of independent nodes of the electrical system.

The system of equations (19) is also represented in the following form:

$$\dot{U}_i = U_{0B} + \sum_{j=1}^M Z_{ij} \cdot \dot{I}_j, \quad i = 1, 2, \dots, M. \quad (21)$$

For the loss formulae, we obtain [10].

$$\Pi_P = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M K_{ij} \cdot R_{ij}, \quad (22)$$

$$\Pi_Q = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M K_{ij} \cdot X_{ij}. \quad (23)$$

where K_{ij} is called the loss coefficient determined by the passive parameters of the power lines.

$$K_{ij} = \frac{1}{U_i \cdot U_j} \cdot [(P_i \cdot P_j + Q_i \cdot Q_j) \cdot \cos(\psi_{ui} - \psi_{uj}) + (P_j \cdot Q_i - P_i \cdot Q_j) \cdot \sin(\psi_{ui} - \psi_{uj})]. \quad (24)$$

Let's represent the equivalent scheme of the EPS (Fig. 3.) in the form (Fig. 4.):

Taking into account the presented transformer equivalent circuit (Fig. 5.) for the calculated power of the node, we obtain:

$$S_i^{sub} = S_i - \Delta S_i^{Tr} - \Delta S_{leakl}^{Tr}. \quad (25)$$

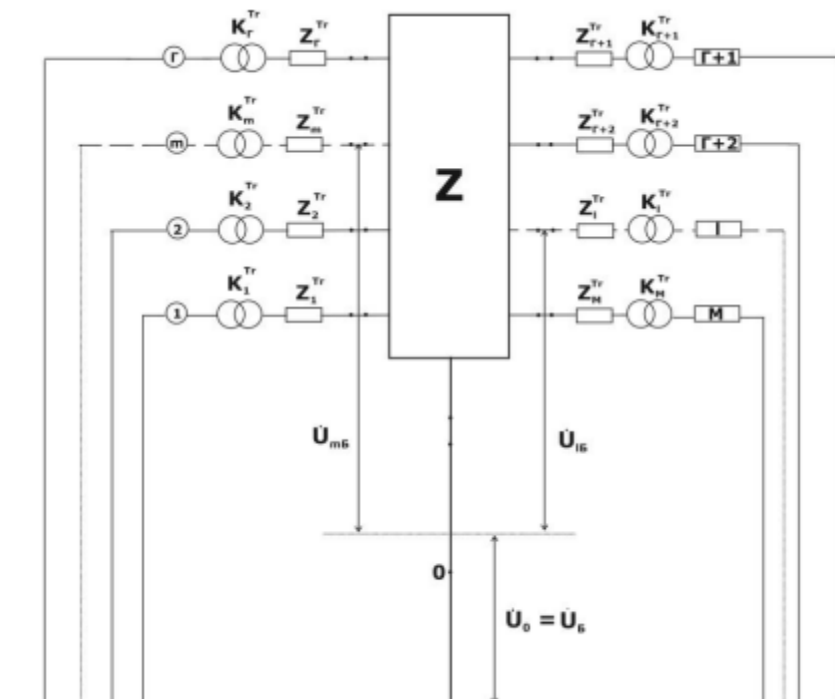


Fig.4. Equivalent scheme EPS in Z-form, taking into account the parameters of transformers



Transformers are modeled according to the Γ -equivalent circuit.

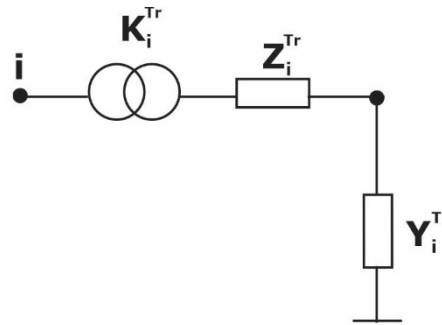


Fig.5. Γ -equivalent circuit of a step-up transformer

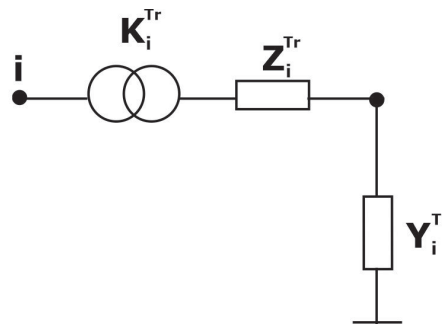


Fig.6. Γ -equivalent circuit of a step-down transformer

where $\Delta \dot{S}_i^{Tr}$ -power losses of the step-down transformer are due to the impedances Z_i^{Tr} , $\Delta \dot{S}_{leak1}^{Tr}$ - step-down transformer leakage is due to admittance Y_i^{Tr} (power loss in steel core).

Taking into account the presented transformer equivalent circuit (Fig. 6.) for the calculated power of the node, we obtain:

$$\dot{S}_i^{sub} = \dot{S}_i + \Delta \dot{S}_i^{Tr} + \Delta \dot{S}_{leak1}^{Tr}. \quad (26)$$

where $\Delta \dot{S}_i^{Tr}$ -power losses of the step-up transformer are due to the impedances Z_i^{Tr} , $\Delta \dot{S}_{leak1}^{Tr}$ - step-up transformer leakage is due to admittance Y_i^{Tr} (power loss in steel core).

When using transformer modeling circuits, for the presented EPS equivalent scheme (Fig. 4.) loss formulae (22) and (23) take the following form:

$$\Pi_P^{sub} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M K_{ij}^{sub} \cdot R_{ij}, \quad (27)$$

$$\Pi_Q^{sub} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M K_{ij}^{sub} \cdot X_{ij}. \quad (28)$$

where K_{ij}^{sub} - loss coefficient due to passive parameters of power lines and transformers.

$$K_{ij}^{sub} = \frac{1}{U_i \cdot U_j} \cdot [(P_i^{sub} \cdot P_j^{sub} + Q_i^{sub} \cdot Q_j^{sub}) \cdot \cos \psi_{uij} + (P_j^{sub} \cdot Q_i^{sub} - P_i^{sub} \cdot Q_j^{sub}) \cdot \sin \psi_{uij}]. \quad (29)$$

$$P_i^{sub} = \text{Re}(\dot{S}_i^{sub}), \quad (30)$$

$$Q_i^{sub} = \text{Im}(\dot{S}_i^{sub}). \quad (31)$$

The vectors of active and reactive power of independent nodes of the electrical



system are presented as follows:

$$P = [P_1, P_2, \dots, P_M], \quad (32)$$

$$Q = [Q_1, Q_2, \dots, Q_M]. \quad (33)$$

(32) и (33) expressions for the calculated power of the electrical system nodes will look like:

$$P^{sub} = [P_1^{sub}, P_2^{sub}, \dots, P_M^{sub}], \quad (34)$$

$$Q^{sub} = [Q_1^{sub}, Q_2^{sub}, \dots, Q_M^{sub}]. \quad (35)$$

Let us estimate the change of the power in node using the Euclidean norm of vectors [11], i.e.

$$\|\Delta P\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^M |\Delta P_i|^2}, \quad (36)$$

$$\|\Delta Q\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^M |\Delta Q_i|^2}. \quad (37)$$

The change in loss coefficients is estimated by the Euclidean norm of the loss matrix [11], i.e.

$$\|\Delta K\|_2 = \sqrt{\sum_{i,j} |\Delta K_{ij}|^2}. \quad (38)$$

The study was carried out on the macromodel of the Armenian EPS. The simple iteration method is used to determine the power flow. The results are presented in tables. The Hrazdan Thermal Power Plant (index “0”) is represented as the slack node, the Yerevan Thermal Power Plant (index “1”), the Armenian Nuclear Power Plant (index “2”) are the generator nodes.

Table 1 Voltages

node,i	$\vec{U}_i$, kV	$ \vec{U}_i $, kV	ψ_{U_i} , °
0	220+j0	220	0
1	211.8832-j6.2059	211.974	-1.6777
2	214.6686-j2.9924	214.6895	-0.7986
3	210.353-j8.3088	210.517	-2.262
4	210.4592-j7.8454	210.6054	-2.1348

Table 2 Voltages in the presence of passive parameters of transformers

node,i	$\vec{U}_i$, kV	$ \vec{U}_i $, kV	ψ_{U_i} , °
0	220+j0	220	0
1	206.8961-5.7222	206.9752	-1.5842
2	208.9478-2.3068	208.9606	-0.6325
3	206.1834-j7.9452	206.3364	-2.2068
4	205.4257-j7.4004	205.559	-2.0632

Table 3 P- vectors

P	P_1	P_2	P_3	P_4
MW	240	390	867	585
P^{sub}	P_1^{sub}	P_2^{sub}	P_3^{sub}	P_4^{sub}
MW	239.1444	388.2173	873.2892	588.5188

**Table 4 Q- vectors**

Q	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
MVAr	148	241	650	439
Q^{sub}	Q_1^{sub}	Q_2^{sub}	Q_3^{sub}	Q_4^{sub}
MVAr	119.9535	182.8176	808.6308	545.8148

Table 5 K-matrix elements, A^2 . $\Pi_P=16.3366$ MW, $\Pi_Q=81.4332$ MVAr

K_{ij}	1	2	3	4
1	1.7694	2.8402	-6.8121	-4.5968
2	2.8402	4.5601	-10.9187	-7.3682
3	-6.8121	-10.9187	26.495	17.8758
4	-4.5968	-7.3682	17.8758	12.0607

Table 6 K^{sub} - matrix elements, A^2 . $\Pi_P=24.3835$ MW, $\Pi_Q=120.1158$ MVAr

K_{ij}^{sub}	1	2	3	4
1	1.6709	2.6522	-7.1385	-4.8349
2	2.6522	4.217	-11.1892	-7.5791
3	-7.1385	-11.1892	33.2713	22.5233
4	-4.8349	-7.5791	22.5233	15.2473

Conclusions.

1. The change in the nodal powers of the electric power system due to the passive parameters of the transformers is: $\|\Delta P\|_2=0.52\%$, $\|\Delta Q\|_2=24.2\%$.

2. The change in power loss coefficients due to the passive parameters of the transformers of the electric power system circuit is: $\|\Delta K\|_2=22.29\%$, change in active power losses $\Delta \Pi_P=49.25\%$, change in reactive power losses $\Delta \Pi_Q=47.5\%$.

3. The obtained new formulae for power losses allow calculating, evaluating and structuring losses in transmission networks according to the passive parameters of the system scheme: lines, two-winding transformers.

Prospects for further research.

- Research of the calculation of power losses in system-forming electrical networks, taking into account the passive parameters of power lines and transformers.
- Research on voltage regulation in transmission networks.

References

1. Timoty Vismar Transformer model. February 23, 2012 .22p.
2. URL://studylib.net.
3. Dusko Nedic Tap Adjustment AC Load Flow. UMIST. September, 2002. 17 p.
4. Juan A. Martinez-Velasco Equivalent circuit of transformers with control of voltage and phase angle. Electric Powe Systems Research 81. 2011, pp. 1349-1356.
5. H.N. Aghdam Analysis of Phase-Shifting Transformer (PST), on Congestion management and Voltage Profile in Power System by MATLAB/Simulink Toolbox.



Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 3(7): 2011, pp. 650-659.

6. Allen A. Castillo, M. Natalia Galvan Osuna, Norma A. Barboza Tello, Alejandra J. Vega Teaching Short-Circuit Calculation with Off-Nominal Turns Ratio Transformers. TEM. Journal. Volume 10, Issue 4, November 2021, pp. 1525-1533.

7. Jose M. Cano, Md. Rejwanur R. Mojumdar, Joaquin G. Norniella, Gonzalo A. Orcajo Phase shifting transformer model for direct approach power flow studies. Electrical Power and Energy Systems 91 (2017), pp. 71-79.

8. Xi-Fan Wang, Yonghau Song, Malcolm Irving Modern Power Systems Analysis. Springer Science + Business Media. New York, 2008. 569 p.

9. Arakelyan V.P. New formula for calculating active power losses of an electric power system using a modified Z-matrix. // VIAA. 2017. Vol.14, No. 2. P.231-233.

10. Arakelyan V. P. A new approach to estimating power losses of an electric power system using Z- matrix. Scientific journal "Computer-integrated technologies: education, science, manufacturing" Lutsk, 2021. Issue No. 42. P. 11–17.

11. Gentle James E. Matrix Algebra. Theory, Computations and Applications in Statistics. Switzerland: Second Edition, Springer Texts in Statistics, 2017. 648 p.

Статья отправлена: 17.11.2022 г.

© Arakelyan Varuzhan Pavlik



УДК 640.4.006.063

**STRATEGY FOR IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE SERVICES IN
HOTEL CATERING ENTERPRISES OF KHARKIV REGION****СТРАТЕГІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПОСЛУГ У ПІДПРИЄМСТВАХ
ХАРЧУВАННЯ ГОТЕЛІВ ХАРКІВЩИНИ****Свідло К.В.***д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-0175-7756

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002***Мамченко Л.Є.***к.т.н., доцент.*

ORCID: 0000-0003-2519-043X

*Національний університет харчових технологій, м. Київ, вул. Володимирська, 68, 01601***Загоруйко Д.В.***магістр***Попович Т.А.***магістр**Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002*

Анотація. У статті розглянуто стратегію управління підприємствами ГРГ на прикладі міні-готелю «Рилєєв» (м. Харків). Надано приклади різнорівневих інноваційних циклів за основними типами підприємств, які надають послуги харчування в ППРГ. Наведені результати PEST- та SWOT-аналізу дали можливість розглянути всі позитивні та негативні фактори всередині та за межами підприємства, які впливають на успіх. Вивчення середовища, в якому працює кафе «Рилєєв», дає змогу зпрогнозувати тенденції, що змінюються, та допомогти включити їх у процес прийняття рішень для впровадження інноваційних послуг у кафе.

Ключові слова: стратегія управління підприємством, інноваційні послуги, підприємства харчування

Вступ. Сучасна економічна ситуація в Україні докорінно змінює характер, принципи та процес управління підприємствами готельно-ресторанного господарства (ГРГ). Перехід від директивно керованої економіки поставив питання управління підприємствами ГРГ як суб'єктами ринкових відносин. Розосередженість підприємств ГРГ між 14 державними і недержавними структурами, які досі об'єднують 2/3 усіх підприємств даного господарства, і відсутність єдиного координуючого органу в справі розробки основних напрямків розвитку залишається негативним явищем у реформуванні управлінської структури і створення основних важелів підтримки функціонування різних типів і форм власності підприємств.

Ефективна діяльність підприємством значно залежить від розробки стратегії управління підприємствами ГРГ, діючих у сучасних умовах (виживання й забезпечення безперервності їх розвитку). Стратегія управління підприємствами ГРГ повинна представляти комплексну систему управлінських рішень, що визначають перспективні напрямки розвитку підприємств, форми і способи їх діяльності в умовах сучасного навколишнього середовища та



порядок розподілу ресурсів для досягнення поставлених цілей. Питання високоефективної діяльності вирішується підприємствами індивідуально залежно від умов і обставин, що склалися, але в основі всього є клопітка праця щодо створення конкурентних переваг. Характер діяльності підприємств повинен відповідати умовам ринку, що забезпечується якісним та своєчасним виконанням усіх виробничих і управлінських функцій: прогнозування, планування, організації, мотивації, координації та контролю, а також відповідним рівнем складових ресурсного потенціалу: кваліфікації працівників, матеріально-технічної бази тощо. У разі порушення такої відповідності очікуваного результату не буде досягнуто, отже підприємства ГРГ зазнаватимуть збитків.

Готельно-ресторанний ринок та робота в сфері сервісу має ряд особливостей, готельно-ресторанна послуга – товар неординарний. Для того, щоб всі виникаючі у клієнта проблеми вирішувалися оперативно і без втручання вищого керівництва підприємств ГРГ (ПГРГ) потрібна кооперація декількох служб готелю і, відповідно, координація дій працівників різних спеціальностей. Без налагодженої взаємодії різних служб проблему швидко вирішити не вдасться, хоча більшість масових професій в ПГРГ не вимагають високої кваліфікації від працівників. Саме тому робота персоналу готелю, хто безпосередньо контактує з клієнтами, вимагає уміння і бажання знаходити спільну мову з самими різними людьми. Аналізуючи рівень сервісно-виробничих процесів служби ресторанного сервісу, налагоджених у міні-готелю «Рилєєв» (м. Харків) необхідно відмітити роботу менеджерів, які постійно вивчають вимоги і потреби клієнтів та здійснюють керування готелем відповідно до них. Робота кафе готелю – це свого роду безперервне виробництво: готель працює 24 години в доби, 365 днів в році. У менеджерів робочий день не нормований і практично завжди більше 8 годин в день (часто до 70 годин в тиждень). Робота менеджерів відрізняється необхідністю уміння приймати швидкі рішення і постійно бути готовими до будь-яких несподіванок, а тому високими нервовими навантаженнями.

Менеджери, що організують готельні послуги, повинні управляти не тільки своїми службовцями, але і клієнтами, ця специфіка послуг індустрії гостинності виражається в невіддільності від джерела і об'єкта послуги. Послуги сфери гостинності відрізняються мінливістю, зміст послуги залежить від того, хто їх надає і при яких умовах. Мінливість і коливання послуг – головна причина невдоволення, що висловлюється клієнтами на адресу індустрії гостинності. Крім того, менеджерам підприємств ГРГ потрібно чітко усвідомлювати, що процес впровадження новацій є певною мірою конфліктним та ризиковим, оскільки у ході управління, як правило, проявляється фактор невизначеності результату. Сучасні світові тренди розвитку ГРГ сприяють збільшенню доходів бюджету країни, створенню нових робочих місць, розвитку інфраструктури та збільшенню туристичних потоків. Ці підприємства виконують багатоаспектні функції в обслуговуванні гостей (рисунки 1).

Сьогодні в Україні для ефективного впровадження інновацій на підприємствах ГРГ є і певні перешкоди. Підприємства можуть мати низький



рівень інноваційного потенціалу, слабкі фінансові можливості, недостатню ресурсну базу та незначний попит на інноваційну продукцію та послуги. Також відсутність та нестача кваліфікованого персоналу або опір інноваційним змінам з боку колективу підприємства не сприятимуть впровадженню інновацій [1, 2]. Реалії сьогодення вимагають від українських підприємств готельно-ресторанного господарства значної інноваційної активності в умовах загострення конкурентної боротьби. Цьому сприятиме застосування прогресивних форм і методів обслуговування, проведення модернізації екстер'єру та інтер'єру закладів, використання високотехнологічного обладнання, добору професійного персоналу, використання інтернет-технологій тощо. В таблиці 1 наводяться приклади різнорівневих інноваційних циклів за основними типами підприємств, які надають послуги харчування в ППРГ. Все це приваблює споживачів, створює імідж серед туристів, а також загострює конкуренцію в галузі, яка, у свою чергу, змушує підприємців постійно знаходитись в пошуку нових інноваційних переваг [1]. Для ефективного впровадження та застосування інновацій суб'єктам ресторанного господарства необхідно проводити ефективне планування діяльності загалом та планування інноваційної діяльності. Приділення уваги атмосфері і дизайну приміщення закладу є іншим прикладом інновацій у ресторанному бізнесі. На сьогодні тенденції у дизайні інтер'єрів закладів ресторанного господарства свідчать про рух до спрощення стилю, відмови від надмірного декорування, габаритних меблів [3, 4].

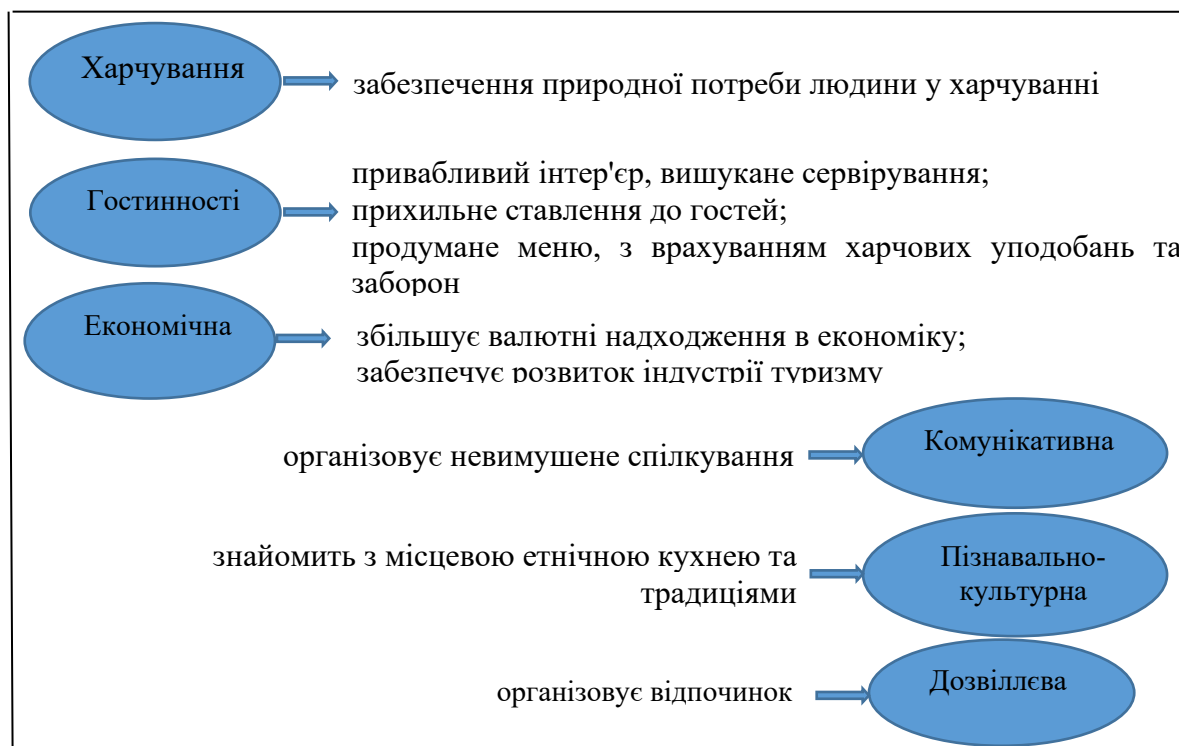


Рисунок 1 – Функції готельно-ресторанного господарства в організації обслуговування споживачів


Таблиця 1– Приклади різнорівневих інноваційних циклів

Рівні інновац. Тип цикл закладу РГ	Продуктові інновації	Технологічні інновації	Маркетингові інновації	Організаційні інновації	Управлінські інновації
Ресторани	Молекулярна (авторська) кухня (м. Київ – «ДК» («DK Restaurant»); Нові продукти лікувально-профілактичного харчування; Послуга «Cork Fee»; Тихоокеанська кухня Pacific Rim (м.Харків «Pacific Spoon»)	Встановлення пароконвектоматів (смаження продуктів під тиском); Індукційні плити; Вакуумне устаткування; Інтенсивне охолодження та шокове замороження трав та напівфабрикатів	Винахід QR-коду – двомірного штрих-коду; Приготування страв відомими кухарями «на відкритих площах»; Випуск дисконтних або бонусних карток	Поява кейтерингу; Особливі види обслуговування (фламбування, траншування)	Запровадження (АСУ)-українська розробка "B52 Ресторан"; Створення мережі ресторанів («Будинок смаку», Пузата хата»)
Кафе	Використання пробіотичних продуктів (йогуртів);	Вакуумний пакувальник	Організація вечірок, гастрономічні шоу	eMenu (електронне меню); Проведення дегустації страв, чайної церемонії;	Проведення заходів «таємний покупець» з метою виявлення недоліків в обслуговуванні споживачів
Бари	Послуги фумел'є (фахівець по сигарах)	Нові технології виготовлення напоїв	Бар-шоу; Розробка нових рецептур	Темперована шафа	Мережа сэндвич-барів «Фрешлайн»

Найбільш популярним у дизайні стає скандинавський стиль, що передбачає білі чи світло-сірі стіни, невелику кількість декору у природних кольорах, мінімалістичні меблі у поєднанні із металом та натуральним деревом. Необхідно відзначити скорочення закладів із еклектичним барвистим стилем, у східній стилістиці. Заклади національної кухні – китайської, української, грузинської – все частіше віддають перевагу мінімалізму із додаванням кількох яскравих національних елементів та відмовляються від традиційних народних елементів дизайну. На сьогодні в світі простежуються тенденції до демократизації управлінських рішень і автоматизації виробничих процесів у ресторанному господарстві [5].

Ф'южн і молекулярна кухня є сучасними кулінарними напрямками у світі. Напрямок ф'южн (від англ. fusion – злиття) у кулінарії гармонійно поєднує смаки, стилі та традиції всього світу. Професор фізики Оксфордського університету



Ерве Тіса став винахідником молекулярної кухні наприкінці ХХ ст. Суть винаходу полягає у використанні сучасних хімічних технологій при приготуванні їжі. Завдяки прийомам молекулярної кухні вдається готувати страви незвичної консистенції та унікальних смакових якостей. Головними засобами молекулярної кулінарії є сферифікація (створення рідких сфер), емульсифікація (змішування нерозчинних речовин), желювання, карбонізація або збагачення вуглекислотою, застосування рідкого азоту для обробки продуктів, вакуумна дистиляція. Однак молекулярна кухня, незважаючи на сенсаційну появу на гастрономічному ринку України, поки що не знайшла достатньої кількості прихильників для поширення відповідних закладів. Запровадження інновацій у ресторанному господарстві відбувається в різних секторах з різною інтенсивністю, та задля досягнення реальної ефективності інноваційна діяльність повинна впроваджуватися рівномірно і повсюди. Зокрема, доцільно активно осучаснювати методи управління персоналом ресторану.

Кафе міні-готелю «Рилєєв» позиціонує себе як заклад сімейного типу, пропонує страви авторської, європейської, кавказької та української кухні, та надає послуги харчування і організації культурного дозвілля. Клієнтів обслуговують офіціанти та бармен на барній стійці. Кафе міні-готелю «Рилєєв» представлено сторінками в Instagram та Facebook, має два зали, що сукупно дозволяють розмістити до 40-ка осіб, та паркінг. Інтер'єр кафе витримано у класичному італійському стилі, що й сьогодні виглядає привабливим. Кафе міні-готелю «Рилєєв» розташовано біля Південного залізничного вокзалу містана першому поверсі споруди міні-готелю. На першому поверсі розташовано кафе, на другому поверсі, з окремим входом, знаходиться банкетний зал, на третьому поверсі, також з окремим входом, знаходиться більярдний клуб. Екстер'єр ресторану виконаний з яскравої італійської плитки. На фасаді будівлі висять дві вивіски «Рилєєв» і «Кафе» оформлені з дотриманням єдиного стилю, великими літерами у стилі будівлі. Високо кваліфіковані кухарі та кондитери кафе пропонують споживачам широкий асортимент страв всіх основних груп, в тому числі виробів складного приготування. Меню кафе «Рилєєв» представлено великим асортиментом страв української, кавказької та європейської кухонь. Салати розташовані після холодних закусок та виділені у самостійну групу. Розташування назв супів знаходиться у загально прийнятій послідовності: спочатку бульйони (прозорі), потім заправні і пюре-образні. У розділі гарячих основних страв меню переважають м'ясні позиції основних страв, і послідовність їх також дотримана: м'ясні, рибні, але немає вегетаріанського меню. Наприкінці меню запропоновані різноманітні десерти з морозивом, кекси та млинці, окреме меню, присвячене гарячим напоям: чаю та каві.

Заклад організовує обслуговування культурно-масових заходів, конференцій, семінарів, зустрічей, святкових, обрядових подій тощо, доставку кулінарних та кондитерських виробів на замовлення споживачів в готельні номери, на дім або робочі місця, та до пасажирського транспорту. Клієнти міні-готелю можуть приємно провести час прослуховуючи приємну музику або за грою у більярд.



Матеріально-технічна база кафе «Рилєєв» дозволяє повною мірою дотримуватись всіх вимог що зазвичай пред'являються для закладів харчування як-то наявність складських приміщень (охолодильної та не охолоджувальних), мийки, загально-заготівельного цеху, гарячого та холодного цехів оснащених сучасним обладнанням, якісним посудом та інструментами. Підсумовуючи наведене, можна сказати що: заклад знаходиться біля залізничного вокзала міста та має гарне розташування; страви які подають у кафе є якісними та апетитними; меню кафе – це набір страв без певної концепції; інтер'єр та екстер'єр закладу відповідають сучасним тенденціям на ринку готельно–ресторанного бізнесу; яскраві та масивні вивіски не відповідають єдиній концепції. Для подальшої оцінки кафе «Рилєєв» потрібно провести PEST (табл. 2) та SWOT (табл. 3) – аналізи (оцінити основні зовнішні фактори та внутрішній потенціал і обмеження).

Таблиця 2 – PEST-аналіз для кафе «Рилєєв»

Політичні чинники	Економічні чинники
1	2
1. Законодавство в галузі регулювання діяльності закладів харчування при пандемії COVID 19 понесли значні втрати та додаткові витрати. 2. Політична нестабільність у воєнні часи не забезпечує процвітання бізнесу. Військові дії на сході країни, негативно впливають на відвідування міста у зв'язку із близьким розташуванням від кордону країни. Кафе міні-готелю має бути гнучким, щоб адаптуватися до цих змін та планувати бізнес-стратегії відповідним чином. 3. Військові дії та політична нестабільність посилення втручання військової адміністрації у роботу підприємства, введення нових вимог до ведення готельно – ресторанного підприємництва. 4. Політика в галузі охорони здоров'я та безпеки найбільше торкається ресторанного бізнесу. Підприємства повинні піклуватися про чистоту та гігієну при виконанні операцій з приготування, упаковки та доставки їжі, щоб дотримуватися правил, пов'язаних з охороною здоров'я та безпекою.	1. Поява нових конкурентів у готельно – ресторанній справі з боку волонтерських організацій, що надають безкоштовний прихисток та повністю блокують отримання споживачів з середнім рівнем доходів. 2. Підвищення цін у постачальників, що може призвести до зростання ціни на страви; 3. Динаміка курсу гривні; бо рівень інфляції економіки збільшується, це впливає на вартість інгредієнтів. В результаті ціни на меню виростуть, і найчастіше люди уникають замовляти їжу в кафе або виходять за покупками на вулицю. 4. Продовження військових дій приводить до втрати цільової аудиторії.
Соціально-культурні фактори	Технологічні фактори
1. Зміна у базових цінностях населення; 2. Ставлення споживачів до якості товарів та послуг; 3. Зменшена кількість працюючих людей; 4. Кількість постраждалих у зв'язку із війною зростатиме;	1. Розвиток конкурентних технологій (використання сью вид для приготування гарячих страв, або варію що прискорює час приготування). 2. Впровадження нового програмного забезпечення (введення планшетної системи) та енергозберігаючого обладнання (електропаливні батареї).



Продовження табл.2

1	2
5. Зміна смакових уподобань та способу життя /підвищення попиту на здорове харчування; 6. Цей соціальний чинник може вплинути на меню кафе. Зазвичай, кафе обслуговують клієнтів обох типів, тобто. любителів гострої чи нездорової їжі та любителів органічної їжі, щоб збільшити свою клієнтську базу; 7. Зростаючий попит населення, чутливість до трансгендерних співробітників чи інші соціальні чинники, прямо чи опосередковано які впливають на ресторанну індустрію, інші соціальні фактори, включаючи вегетаріанців, любителів домашніх тварин та трансгендерів. Важко задовольнити усі типи клієнтів.	3. Інформація та комунікації, вплив Інтернету (інформування у ЗМІ про заклад, публікації «таємних покупців»). 4. Збільшення податку на замовлення в доставках їжі таких як Glovo, Koketa тощо.

Соціальний аспект PEST-аналізу є найважливішим, тому що люди ходять до кафе за соціальним середовищем, і саме це середовище відрізняє успішні заклади один від одного. Умови в яких сьогодні вимушені працювати підприємства готельно-ресторанної галузі, в тому числі і кафе «Рилєєв», характеризуються зменшенням платоспроможного населення, через зменшення кількості працюючих людей в зв'язку із розв'язаною РФ війною, зростання вимог клієнтів до якості товарів та послуг, зміною смакових уподобань та способу життя, підвищенням попиту на здорове харчування, що може вплинути на меню кафе. Крім того, щоб збільшити свою клієнтську базу, кафе «Рилєєв» повинен враховувати такі соціальні чинники як зростаюча кількість вегетаріанців, любителів домашніх тварин та трансгендерів.

Таблиця 3 – SWOT-аналіз кафе «Рилєєв»

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
1	2
1. Низькі ціни для цільової аудиторії (порівняно з конкурентами) 2. Найменша кількість негативних відгуків. 3. Наявність розважальних програм (з участю аніматорів, музикантів) 4. Надання додаткових послуг (більярд, банкетні зали) 5. Зручне місце розташування кафе. 6. Наявність власного паркінгу; 7. Розташування біля залізничного вокзалу міста 8. Різноманітне меню на будь який смак.	1. Низька прохідність цільової аудиторії; 2. Недостатньо уваги приділяють розвитку кафе міні-готелю; 3. Нестача власних ресурсів та повна залежність діяльності від особистого капіталу власника та оборотних коштів (рівня продажів); 4. Сайт кафе не є окремим від діючого сайту міні-готелю (на нього можливо увійти тільки через сайт міні-готелю), а соцмережі не оновлювалися більше року; 5. Висока плинність основного персоналу та його недостатня кваліфікація; 6. Немає рекламних кампаній і відсутній Інтернет маркетинг; 7. Немає чіткої мети та маркетингового плану. Немає бюджету для маркетингу, відсутність маркетингової стратегії.



Можливості (О)	Загрози (Т)
1. Збільшення частки ринку за рахунок додавання нових страв (наприклад, страви для вегетаріанців та ін.); 2. Залучення новаторських Шеф-поварів; 3. Нові види послуг (проведення виїзних банкетів та дитячих свят, створення караоке, проведення званих вечерь та винних дегустацій); 4. Створення святкових інтерактивів (таємний санта серед відвідувачів, конкурс у мережі на найкращу пару до дня закоханих) Зростання пізнаваності закладу; 5. Впровадження системи якості НАССР, цифрових технологій та цифрового маркетингу; 6. Співпраця з блогерами, інфлюенсерами.	1. Втрата цільової аудиторії; 2. Понесення збитків через військові дії; 3. Наявність у безпосередній близькості закладів-притулків, що надаються волонтерами та їх постійний розвиток; 4. Поява сильних конкурентів із агресивною політикою залучення та утримання відвідувачів; 5. Зростання цін на продукти та використовувані ресурси. Зниження купівельної спроможності населення. 6. Зростання податкового навантаження на бізнес.

Серед політичних чинників, що мають значний вплив на готельно-ресторанну сферу слід перш за все відзначити військові дії ворожої армії у Харківській області, які спричинили величезні втрати та додаткові витрати підприємствам галузі. Негативні наслідки для галузі має також посилення з боку держави регулювання цієї сфери, що також часто призводить до невиправданих додаткових витрат. У своїй діяльності кафе «Рилєєв» повинно постійно враховувати такі економічні чинники як зростання ціни на страви у постачальників, курс гривні до основних валют, рівень інфляції, продовження термінів військових дій, появу нових конкурентів.

Щоб не втратити свої позиції на ринку, та здобути значні конкурентні переваги, кафе «Рилєєв» повинен постійно впроваджувати інновації (нові технології) як-то: впровадження нового програмного забезпечення, енергозберігаючого обладнання і конкурентних технологій. («Sous Vide», «Cook & Serve» тощо для приготування гарячих страв або для прискорення час приготування); збільшення реалізації з використанням засобів доставки їжі на дом; збільшення обсягів інформування та комунікації з клієнтами через Інтернет (інформування через Інтернет ЗМІ про заклад, публікації «таємних покупців»). SWOT-аналіз – це основа для оцінки ймовірних можливостей та загроз з боку зовнішнього середовища, а також внутрішнього потенціалу та обмежень. Він розглядає всі позитивні та негативні фактори всередині та за межами підприємства, які впливають на успіх. Вивчення середовища, в якому працює кафе «Рилєєв», допоможе спрогнозувати тенденції, що змінюються, а також допомагає включити їх у процес прийняття рішень.

SWOT - аналіз показує, що кафе «Рилєєв» повинен інвестувати у цифрове просування, тобто на мережевих сайтах, онлайн-маркетинг, та через схвалення впливових осіб. Покращити сприйняття закладу, стимулювати галас в Інтернеті для збільшення відвідування кафе, відвідуваність сайту та он-лайн продажів може впровадження у кафе «Рилєєв» високоякісних страв із здорових,



екологічних інгредієнтів без жиру і цукру та просування через Інтернет нової продукції з відпусканням та доставкою на дім. Кафе «Рилєєв» може зробити те, що вже роблять майже усі інші заклади – гарантувати, що їхня страва буде такою, як очікує споживач, що вона сподобається, або вони не платитимуть за неї, якщо вона їм не сподобалася. Такий підхід допоможе кафе «Рилєєв» зосередитися на сильних сторонах та цілях закладу, та донести до своїх клієнтів, чому вони мають відвідати кафе «Рилєєв», а не заклад конкурента. Надзвичайно корисну інформацію, для розуміння можливого напрямку подальшого розвитку закладу, надає цільової аудиторії кафе «Рилєєв». На даний момент заклад позиціонує себе як кафе сімейного типу. Аналіз цільової аудиторії закладу через соціальні мережі Instagram та Facebook показує, що більша частина цільової аудиторії, це чоловіки та жінки віком від 30 років, з яких майже у 60 % – це сім'ї з дітьми. Разом з цим, аналогічні дослідження в межах всього м. Харків показують [6], що серед опитаних респондентів 79,5 % жінок та 20,5 % чоловіків. З яких молоді люди віком від 18-25 р. – 67,5 %, від 25-35 р. – 12,2 %, від 35-45р. – 6,8 %, від 45-55 р. – 9,5 %.

Історично склалося що Харків є містом студентів, так як у ньому сконцентровано багато закладів вищого навчання. Отже, як бачимо з опитування, найбільша частина опитаних люди віком від 18 до 25 років. Встановлено, що серед опитаних 15 % одружені та мають дітей та 6 % одружені, але не мають дітей, 50 % самотніх людей, 28 % знаходяться у стосунках. Здебільшого найчастіше у ресторани ходять молоді люди віком від 18 до 35 р. в цій же категорії найбільша кількість самотніх. Проте найбільша частина опитаних наразі ходять у ЗРГ тільки на свята, це опитані віком від 35 і більше. У 77 % опитаних немає дітей, 5,5 % опитаних ніколи не ходять у ЗРГ із дітьми, 11 % з опитаних постійно ходять у ЗРГ із дітьми та 5,5 % ходять раз на місяць із дітьми у заклади харчування. На питання «За яким критерієм ви обирають заклад» були отримані наступні відповіді: майже 60 % опитаних зробили свій вибір на користь якості харчування, ще 21 % респондентів роблять свій вибір на користь навколишньої атмосфери закладу. Встановлено, що ціна послуг важлива для 8 % опитаних, а концепція закладу важлива для 6,5 % опитаних. Для 5 % з 8 %, котрі відповіли, що ціна послуг важлива для них є прийнятним чек до 2000 грн., для 27 % респондентів прийнятним є чек у 700-900 грн., 61 % опитаних найбільш прийнятним є середній чек у 300-600 грн. Це респонденти віком від 18 до 45 р. Визначено, що серед впливових факторів вибору місця відпочинку є жива музика доброзичлива, розслаблююча атмосфера та близькість від дому. Найчастіше респонденти відвідують з метою по-перше, зустрітися з друзями, по-друге, в зв'язку із видатною подією, по-третє, смачно поїсти. Основними джерелами інформації про нові заклади харчування є здебільшого знайомі, соціальні мережі та зовнішня реклама. Підсумовуючи аналіз цільової аудиторії можна рекомендувати кафе «Рилєєв» звернути увагу на більш молодшу аудиторію, слід більшу увагу приділити сторінкам у соціальних мережах та звернути увагу на навігаційні додатки (Google карти, 2GIS та інші), реклама на цих платформах допоможе з підвищенням впізнаності кафе «Рилєєв» у місті, що в свою чергу приверне



увагу гостей міста, так як кафе «Рилєєв» знаходиться в 2 км-близькості до історичного центру міста й поряд із залізничним вокзалом. Визначивши цільову аудиторію досліджуваного підприємства, необхідно також провести аналіз конкурентного середовища. Для дослідження обираємо заклади із приблизно такою ж кількістю місць та розташуванням у центральній частині міста, тобто такі що є прямими конкурентами розташованими поблизу, а саме: «Шашличний дворик», «МасДоналдс» на Південному вокзалі та «Chicago-Grill». Першим із конкурентів кафе «Рилєєв» розглянемо ресторан «Шашличний дворик» – ресторан грузинської кухні, з витриманим сучасним стилізованим грузинським інтер'єром. На відміну від «Рилєєв» у «Шашличний дворик» сконцентрувалися на одній грузинській концепції: меню, інтер'єр, музика та атмосфера відповідають концепції кавказької кухні. Інтер'єр затишний та теплий, грає грузинська музика. «Шашличний дворик» має сучасний Інстаграм, який є досить інформативним. У соціальній мережі вони виставляють розклад майстер-класів, та різних акцій. У меню представлені різнокольорові хінкалі та власний хліб, велика винна карта. Середній чек 600-900 грн. входить у категорію найбільш прийнятних цін серед опитаних респондентів, цей рівень трохи вищий за рівень кафе «Рилєєв». У торговій залі одночасно можуть відпочивати до 100 відвідувачів. На запит респондентам «який з чотирьох ресторанів вони би заходили частіше» – «Шашличний дворик» отримала лише 27% голосів. «Шашличний дворик» є сильним гравцем на ринку м. Харкова серед грузинських ресторанів.

Другим прямим конкурентом є «МасДоналдс» на Південному вокзалі – це ресторан, який позиціонує себе як ресторан швидкого харчування сімейного типу. На території ресторану розташовано дитячий майданчик з гірками. Також на території ресторану є місце для літнього майданчику. Сам ресторан виконано у коричнево-жовтих кольорах із додаванням дерева та зелені. Колір – це є фішка цього ресторану, панорамні вікна та високі стелі у поєднанні роблять приміщення повітряним. У ресторані можуть вільно розташуватися до 50 відвідувачів. «МасДоналдс» на Південному вокзалі активно проводить різноманітні акції, веде свої сторінки у соц. мережах, викладаючи цікаві пости, сторіз з місця подій та завжди репостять сторізи своїх відвідувачів. Також на своїй сторінці вони викладають усі акції що діють у ресторані. Серед опитаних «МасДоналдс» на Південному вокзалі займає перше місце та має 48% голосів серед місць куди хочеться повертатися. У меню американська, європейська та українська кухні, що повністю задовольняє смаки цільової аудиторії. Середній чек 300-400 грн., що також входить у сегмент доступних цін для аудиторії. Наступним вагомим прямим конкурентом є «Chicago-Grill». Ресторан позиціонує себе як гастробістро. У меню присутні різноманітні страви від вуличної їжі до здорової їжі, від соковитих стейків до веганського меню. Їхньою фішкою є крафтова піч та електричний гриль, у якій вони випікають власний хліб та роблять страви-гриль. У ресторану «Chicago-Grill» є власні сторінки у соціальних мережах та добре опрацьований власний сайт. «Chicago-Grill» також має найінформативніший Інстаграм, у своєму Інстаграмі вони знайомлять аудиторію із своєю концепцією. Страви у «Chicago-Grill» мають



знайому та смачну основу грильє. Кожна страва повинна віддаватися гостю протягом 15 хвилин (як стверджує сам «Chicago-Grill»). Гостинна зала ресторану виконана у темних тонах з великою кількістю рослин. Меню ресторану переглядається кожного сезону, підстроюється під сезонні інгредієнти. Встановлено, що 25% опитаних респондентів обрали саме цей заклад для постійних відвідувань. Зала «Chicago-Grill» може вмістити до 50 відпочиваючих.

Висновки та рекомендації. Таким чином, можна зробити висновок, що кафе «Рилєєв» має уютний, але застарілий інтер'єр порівняно з конкурентами. Лише 5 % споживачів виявили бажання постійно приходити у заклад з таким інтер'єром. На даний момент маркетингова діяльність кафе «Рилєєв» у соціальних мережах повністю припинена. У той час коли конкуренти активно та успішно користуються соціальними мережами для привернення нової цільової аудиторії.

Література:

1. Найдюк В.С. Інновації в системі управління підприємствами ресторанного господарства / В.С. Найдюк // Сталий розвиток економіки. – 2012. – №2. – С.228-233. – Режим доступу: https://tourlib.net/statti_ukr/najdjuk.htm.
2. Новаківський І. І. Економіко-математичні моделі оптимального розвитку структури управлінського потенціалу підприємства/ І. І. Новаківський, Л. М. Прокопишин-Рашкевич // Інвестиції: практика та досвід. – 2011. – № 6. – С. 33-37. – Режим доступу: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=1122&i=6>.
3. Управління сучасним готельним комплексом: навч. посіб. / за ред. чл. – кор. НАН України, д-р екон. наук, проф. С. І. Дорогунцова. – К.: Ліра – К, 2005с.
4. П'ятницька Г.Т. Управління підприємством в епоху глобалізму: [монографія] / Г.Т. П'ятницька. – К.: «Логос», 2006. – 568 с.
5. Портер М. Стратегія конкуренції: Методика аналізу галузей і діяльності конкурентів / Пер. з англ. -К: Основи, 1997. - 390 с.
6. Чорна М.В. Методичний підхід до оцінки структури попиту на продукцію підприємств ресторанного господарства / М.В. Чорна, О. Є. Чатченко // Бізнес Інформ. – 2013. – № 11. – С. 212–216.

Abstract. The article discusses the management strategy of catering enterprises using the example of the Ryleev mini-hotel (Kharkov). Examples of different-level innovation cycles are provided for the main types of enterprises that provide catering services in the PGRG. The given results of the PEST and SWOT analysis made it possible to consider all positive and negative factors inside and outside the enterprise that affect success. Studying the environment in which Rileev Cafe operates makes it possible to predict changing trends and help incorporate them into the decision-making process for introducing innovative services in the cafe.

Keywords: enterprise management strategy, innovative services, catering enterprises

Scientific adviser: Doctor of Technical Sciences, prof. Svidlo K.V.

Article sent: 19.11.2022

© Svidlo K.V., Mamchenko L.Ye., Zahoruiko D.V., Popovych T.A.



UDC 517.929

MODELING THE DYNAMICS OF HEPATITIS C WITH COMBINED TREATMENT**МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ГЕПАТИТУ С ІЗ КОМБІНОВАНИМ ЛІКУВАННЯМ****Zelensky K. Kh. / Зеленський К.Х.***Doctor of technical sciences, prof. / д.т.н., доц.**ORCID: 0000-0003-1501-8214***Rahulin V. M. / Рагулін В. М.***Master's student**National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,**37 Peremohy Ave., Kyiv**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут**ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 37*

Abstract. *The problem of mathematical modeling of the immune response to hepatitis C viral infection is considered. The mathematical model of the process is described by a system of nonlinear differential equations. The solution of this system of equations is carried out by an iterative numerical-analytical method using the integral Laplace transform. The obtained results of mathematical modeling provide an opportunity to solve the problems of research and forecasting the development of infectious diseases and to determine the modes of effective treatment of the disease.*

Key words: *hepatitis C, infectious diseases, immune system, iterative schemes, nonlinear differential equations.*

Introduction

Viral infections are a serious problem for human health and prosperity. This is true not only for acute outbreaks, such as Ebola, with high public awareness, but also for chronic infections that have a major impact on health care management.

Hepatitis C virus (HCV) is a relatively common blood-borne disease. It is one of the leading causes of chronic liver disease worldwide and is the fastest growing cause of liver transplantation in developed countries [2]. If liver disease is left untreated, HCV progresses in approximately 7–18% of patients over 20 years, leading to liver failure, cirrhosis, hepatocellular carcinoma, and death [3].

Hepatitis C virus infection [1] causes chronic liver diseases such as liver cirrhosis and liver carcinoma. As chronic HCV infection affects 2–3% of the world's population, HCV is the leading cause of liver transplantation in the West.

There is no vaccine against hepatitis C, but significant progress has been made in the development of direct-acting antiviral agents (DAAs) [5] that specifically target specific genetic proteins encoded by the virus (eg, HCV protease and polymerase). However, there is still considerable room for a deeper "mechanism" understanding of the HCV replication cycle. This includes spatiotemporal analysis of HCV RNA translation, replication and assembly. A deeper understanding of these processes may also have implications for understanding fundamental virus-host interactions of related viruses. The main way of transmission of viruses is among active users of injection drugs (IDU), which is easily transmitted through the sharing of needles and syringes. In the UK, most developed countries and many other developing countries, the iatrogenic risk of HCV is high (eg in South Asia), with



more than 80% of new cases associated with injection drug use, with 15–90% of IDUs testing positive for antibodies to HCV.

Antiviral treatment of hepatitis C (peginterferon-alpha and ribavirin) is recognized as effective and leads to clearance of the virus in approximately 45–80% of cases, depending on the genotype [9].

Mathematical modeling has shown that antiviral treatment can be an effective preventive measure among IDUs, with modest and achievable treatment rates leading to a significant reduction in the prevalence of infection.

Mathematical modeling of the dynamics of hepatitis C serves as the basis for determining the parameters of the model for the purpose of building a system of optimal management of this process and determining optimal modes of antiviral treatment.

In contrast to the existing and widespread approaches to modeling the dynamics of immune processes, which are based on the application of numerical methods of the Runge-Kutta type [4-9] to linearized systems, a numerical analytical approach based on an iterative scheme for solving a system of nonlinear differential equations is proposed.

Mathematical model

A mathematical model for the combined treatment of IFN and ribavirin is considered, consisting of four related equations:

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dt} &= s + rT \left(1 - \frac{T+I}{T_{\max}}\right) - dT - \beta TV_I, \\ \frac{dI}{dt} &= \beta TV_I + rI \left(1 - \frac{T+I}{T_{\max}}\right) - \delta I, \\ \frac{dV_I}{dt} &= (1-\rho)(1-\varepsilon_p)pI - cV_I, \\ \frac{dV_{NI}}{dt} &= \rho(1-\varepsilon_p)pI - cV_{NI}.\end{aligned}\tag{1}$$

The initial conditions are chosen as $[4, 4 \cdot 10^6; 1, 4 \cdot 10^6; 1, 3 \cdot 10^6; 0]^T$. (2)

These are the levels of the state variables (approximately) after 25 weeks of infection, starting with $(T^{(0)} I^{(0)} 10^2)^T$ (Value refers to virion level for HCV patients).

The assumption in the model is that hepatocytes are produced at a constant rate and have a natural death rate d , while proliferating at a rate, which $T_{\max}$ is the maximum possible level of the hepatocyte population (both uninfected and infected). It is assumed that hepatocytes are infected with virions at a rate of β . It is assumed that the proliferation of infected hepatocytes also occurs at a level r with the level of natural mortality δ . In the absence of any treatment, infected hepatocytes produce infectious virions at a rate of q . The introduction of IFN reduces this production by the factor $(1-\varepsilon)$, where ε is the efficiency of IFN. Finally, the model includes ribavirin efficacy ρ , which reflects the proportion of infectious non-infectious virions with mortality c for both of these populations.

Ribavirin works by converting some ρ of the newly formed virions into non-infectious ones, which divides the virion population into two distinct populations,



namely infectious (V_I) and non-infectious (V_{NI}).

Solving problem

Let's write the system of equations (1) in the following form:

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dt} + (d-r)T &= s - rT \frac{T+I}{T_{\max}} - \beta TV_I = s - T \left(\frac{r}{T_{\max}}(T+I) + \beta V_I \right), \\ \frac{dI}{dt} + (\delta-r)I &= \beta TV_I - \frac{r}{T_{\max}} I(T+I), \\ \frac{dV_I}{dt} + cV_I &= (1-\rho)(1-\varepsilon_p) pI, \\ \frac{dV_{NI}}{dt} + cV_{NI} &= \rho(1-\varepsilon_p) pI.\end{aligned}\tag{3}$$

The initial conditions are given as (2).

The parameters of the model (3) are given in table 1.

Tabl. 1. Model Parameters(g/cm^3)

Par.	Value	Dimensionality
s	$2,005 \cdot 10^3$	cl./(ml.day)
d	$4,7 \cdot 10^{-3}$	1/day
p	5,4	virion/(cl. day)
β	$0,6 \cdot 10^{-7}$	ml/(virion day)
c	5,9	1/day
δ	0,3	1/day
r	0,45	1/day
$T_{\max}$	$0,7 \cdot 10^7$	cl/ml

Given the nonlinearity of the system of equations (3), we will look for its solution using the iterative algorithm [], which is based on the application of the integral Laplace transform to this system.

According to the iterative method [14], we first obtain the solution of the linear part of the system of equations (3). Let's apply the integral Laplace transform to the system of equations (3).

$$(p + (d-r))\bar{T}^{(0)}(p) = T^0 + \frac{s}{p} + \mathcal{L}[N_T(t)];$$

$$(p + (\delta-r))\bar{I}^{(0)}(p) = I_0 + \mathcal{L}[N_I(t)];$$

$$(p + c)\bar{V}_I^{(0)}(p) = V_I^0 + \mathcal{L}[N_{V_I}(t)];$$

$$(p + c)\bar{V}_{NI}^{(0)}(p) = V_{NI}^0 + \mathcal{L}[N_{V_{NI}}(t)].$$

Or:

$$\bar{T}^{(1)}(p) = \frac{s}{d-r} \frac{1}{p} + \left(T^0 - \frac{s}{d-r} \right) \frac{1}{p + (d-r)} + \frac{1}{p + (d-r)} \mathcal{L}[N_T^{(0)}(t)];$$

$$\bar{I}^{(1)}(p) = \frac{I^0}{p + (\delta-r)} + \frac{1}{p + (\delta-r)} \mathcal{L}[N_{V_I}^{(0)}(t)];$$

We denote:

$$\alpha_1 = d-r, \alpha_2 = \delta-r, \alpha_3 = c, \alpha_4 = \alpha_1 + \alpha_2;$$



$$t0_0 = \frac{s}{\alpha_1}, t0_1 = T^0 - \frac{s}{\alpha_1}, r_1 = \frac{r}{T_{\max}}.$$

Then, for the linear parts of the system of equations, the solutions take the form:

$$T^{(0)}(t) = \frac{s}{\alpha_1} + \left(T^0 - \frac{s}{\alpha_1} \right) e^{-\alpha_1 t} = t0_0 + t0_1 e^{-\alpha_1 t};$$

$$I^{(0)}(t) = I^0 e^{-\alpha_2 t}; V_I^{(0)}(t) = V_I^0 e^{-\alpha t}; V_{NI}^{(0)}(t) = V_{NI}^0(t) e^{-\alpha t}.$$

Let's substitute these solutions into the nonlinear parts of the system of equations.

$$\begin{aligned} N_T^{(0)}(t) &= T^{(0)}(t) \left(r_1 [T^{(0)}(t) + I^{(0)}(t)] - \beta V_I^{(0)}(t) \right) \\ &= \left(t0_0 + t0_1 e^{-\alpha_1 t} \right) \left(r_1 [t0_0 + t0_1 e^{-\alpha_1 t} + I^0 e^{-\alpha_2 t}(t)] - \beta V_I^0 e^{-\alpha t} \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Let's apply the Laplace transform and the equivalent simplification algorithm to this expression [15]. The values of the coefficients in this cloud are calculated using the corresponding C program.

$$\mathcal{L}[N_T^{(0)}(t)] \approx \frac{b_2^T}{p} + \frac{b_0^T + b_1^T(p + \alpha^T)}{(p + \alpha^T)^2 \pm (\omega^T)^2}.$$

The general scheme of application of the iterative algorithm [14] (write it down for the first equation of the system):

$$\bar{T}^{(k+1)}(p) = \bar{T}^{(0)}(p) + \frac{1}{p + \alpha_1} \mathcal{L}[N_T^{(k)}(t)];$$

or in the space of the originals:

$$N_T^{(k)}(t) = T^{(k)}(t) \left(r_1 [T^{(k)}(t) + I^{(k)}(t)] + \beta V_I^{(k)}(t) \right). \quad (5)$$

Substitution of the expressions for the linear parts of the sought functions in (5) with the subsequent application of the Laplace transform and the application of the equivalent simplification algorithm of the obtained expression gives:

$$\bar{T}^{(k+1)}(p) = \bar{T}^{(0)}(p) + \frac{1}{p + \alpha_1} \left[\frac{c_0^T + c_1^T p}{(p + \alpha^T)^2 \pm (\omega^T)^2} + \frac{c_2^T}{p} \right] \quad (6)$$

To obtain the original from this expression, we apply the convolution integral

$$\begin{aligned} G_1(p)G_2(p) &\rightarrow \int_0^t g_1(t-\tau)g_2(\tau)s\tau \\ &= e^{\alpha^T t} \left[b_1 f_1(\omega^T t) + b_2 f_2(\omega^T t) \right] - b_2 e^{\gamma t} \end{aligned}$$

In the space of originals, this expression corresponds

$$T^{(1)}(t) = c_0^T + e^{-\alpha^T t} \left[c_1^T f_1(\omega^T t) + c_2^T f_2(\omega^T t) \right] + c_6^T e^{\alpha_1 t}. \quad (7)$$

$$f_1(\omega^T t) = \begin{cases} \sin(\omega^T t), & (\omega^T)^2 > 0, \\ (\omega^T t), & (\omega^T)^2 < 0, \end{cases}; \quad f_2(\omega^T t) = \begin{cases} \cos(\omega^T t), & (\omega^T)^2 > 0, \\ (\omega^T t), & (\omega^T)^2 < 0, \end{cases}. \quad (8)$$

Using a similar algorithm, an expression for .

$$\bar{I}^{(1)}(p) = \bar{I}^{(0)}(p) + \frac{1}{p + \alpha_2} \frac{c_0^I + c_1^I p}{(p + \alpha^I)^2 \pm (d^I)^2}$$

$$I^{(1)}(t) = c_0^I + e^{-\alpha^I t} \left[c_1^I f_1(\omega^I t) + c_2^I f_2(\omega^I t) \right] + c^I 6e^{\alpha_2 t}.$$

$$V_I^{(1)}(t) = c_0^{V_I} + e^{-\alpha^{V_I} t} \left[c_1^{V_I} f_1(\omega^{V_I} t) + c_2^{V_I} f_2(\omega^{V_I} t) \right] + c_6^{V_I} e^{\alpha_3 2t}.$$



$$V_{NI}^{(1)}(t) = c_0^{V_{NI}} + e^{-\alpha^{V_{NI}} t} \left[c_1^{V_{NI}} f_1(\omega^{V_{NI}} t) + c_2^{V_{NI}} f_2(\omega^{V_{NI}} t) \right] + c_6^{V_{NI}} e^{\alpha_4 t}.$$

The following iterations lead, thanks to the application of the algorithm of equivalent simplification of fractional-rational expressions with the use of continued fractions, to the solutions of the system of nonlinear equations (3), similar in form to the given solutions. At subsequent iterations, expressions of the form (4) instead of exponents contain expressions of the form (8). The above algorithms are implemented in an algorithmic language

Simulation results

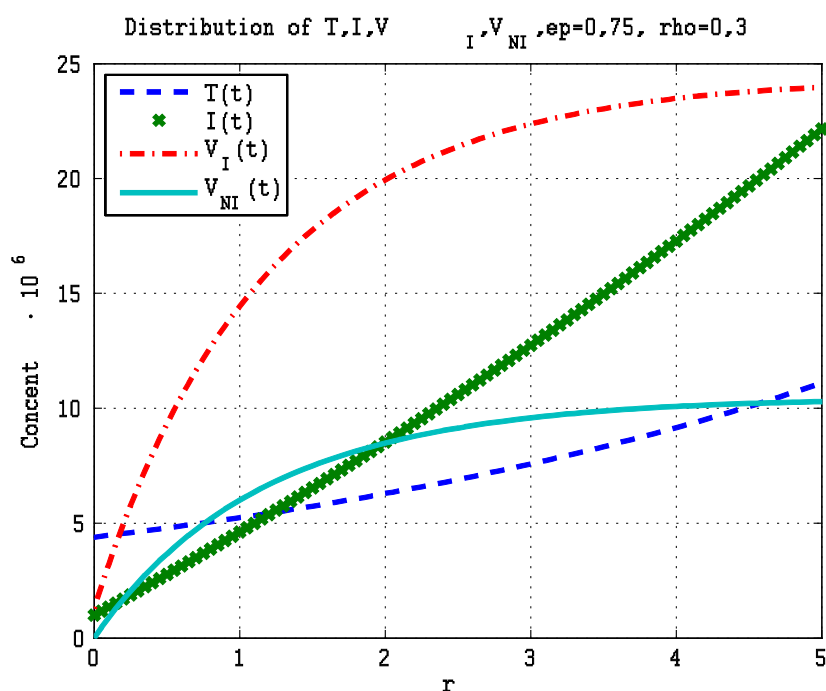


Рис.1 Розподіл концентрації компонентів за $ep=0,75$, $\rho=0,3$.

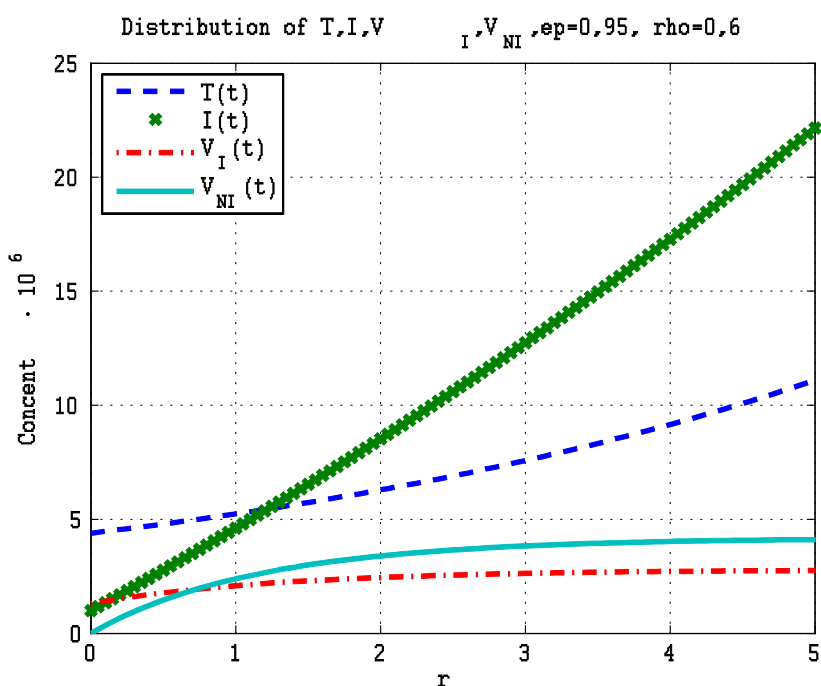


Рис.2 Розподіл концентрації компонентів за $ep=0,95$, $\rho=0,3$.

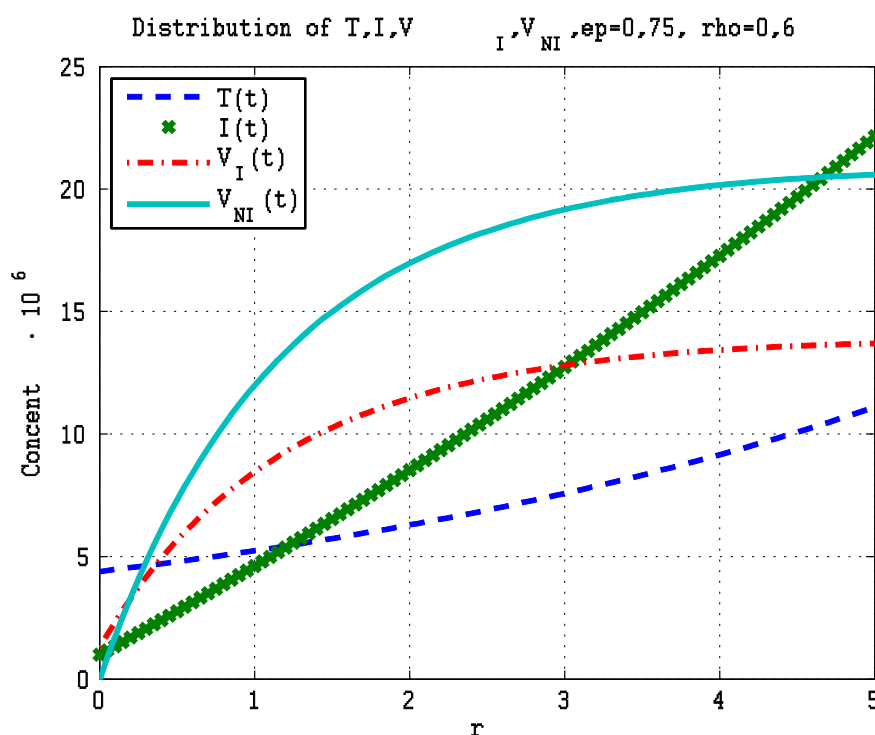


Рис.3 Розподіл концентрації компонентів за $\epsilon=0,75, \rho=0,6$.

In fig. 1-3 the results of modeling the problem for different values of parameters and efficiency of ribavirin use are presented.

Conclusions

Mathematical modeling of the system of nonlinear differential equations describing the dynamics of a common infectious disease, hepatitis C, was performed. The use of a numerical-analytical method of solving a system of nonlinear differential equations to obtain the solution of this system of equations made it possible to determine the ranges of changes in the parameters of the model, which provide the possibility of effective use of combined means of treatment of viral hepatitis C.

The conducted research provides an opportunity to build a system of optimal regulation of the process of combined treatment and is the goal of further research by the authors.

References

- [1] Pachpute G., Chakrabarty S. Dynamics of hepatitis C under optimal therapy and sampling based analysis. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 18, 2013, pp. 2202–2212.
- [2] Martin N., Pitcher A., Vickerman P. Optimal Control of Hepatitis C Antiviral Treatment. Programme Delivery for Prevention amongst a Population of Injecting Drug Users. *PLoS One*, 2011, V.6, No 8, e23309, 17 p.
- [3] Knodel M., Targett-Adams P., Grillo A. Advanced Hepatitis C Virus Replication PDE Models within a Realistic Intracellular Geometric Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16, 53 p.
- [4] Knodel M., Reiter S., Targett-Adams P. 3D Spatially Resolved Models of



the Intracellular Dynamics of the Hepatitis C Genome Replication Cycle. *Viruses*, 2017, 9, 282.

[5] Knodel M., Nagel A., Reiter S., Rupp M. Quantitative analysis of Hepatitis C NS5A viral protein dynamics on the ER surface. *Viruses*, 2018, 10, 28.

[6] Kohli A., Shaffer, A., Sherman, A. Treatment of hepatitis C: A systematic review. *JAMA*, 2014, 312, p. 631–640.

[7] Dahari H., Ribeiro R., Rice C., Perelson A. Mathematical Modeling of Subgenomic Hepatitis C Virus Replication in Huh-7 Cells. *J. Virol.*, 2007, 81, p. 750–760.

[8] Dahari H., Guedj J., Perelson A. Hepatitis C Viral Kinetics in the Era of Direct Acting Antiviral Agents and IL28B. *Curr. Hepat. Rep.*, 2011, 10, p. 214–227.

[9] Rong L., Guedj J., Dahari H. Analysis of hepatitis C virus decline during treatment with the protease inhibitor danoprevir using a multiscale model. *PLoS Comput. Biol.*, 2013, 9, e1002959.

[10] Chukkapalli V., Berger, K., Kelly S. Daclatasvir inhibits hepatitis C virus NS5A motility and hyper-accumulation of phosphoinositides. *Virology*, 2015, 476, p. 168–179.

[11] Lindenbach, B., Rice C. The ins and outs of hepatitis C virus entry and assembly. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2013, 11, p. 688–700.

[12] Asselah T., Boyer N., Saadoun D. Direct-acting antivirals for the treatment of hepatitis C virus infection: optimizing current IFN-free treatment and future perspectives. *Liver Int.* 36, 2016, pp. 47–57.

[13] Braciale T., Hahn Y., Burton D. (2013). Adaptive immune response to viral infections, in Fields Virology, eds B. N. Fields, D. M. Knipe, and P. M. Howley (Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health; Lippincott Williams, Wilkins), 214–285.

[14] Zelenskaya N., Zelensky K.. Approximation of Bessel functions by rational functions. *Electronics and control systems*, N 2 (44). p. 123--129. 2015.

[15] Zelensky K. Iterative method for solving nonlinear boundary value problems. *Scientific Notes of Lutsk National University*, vol. 26, t, 2, P. 49—55, 2010.

[16] Zelensky K. Mathemanical modeling of polimer media in extruders. Thesis of Doctor of technical sciences, 2021, Kyiv, 45 p.

Анотація. Розглядається задача математичного моделювання імунної відповіді на вірусні інфекцію гепатиту С. Математична модель процесу описується системою нелінійних диференціальних рівнянь. Розв'язання цієї системи рівнянь здійснюється ітераційним числово -аналітичним методом із застосуванням інтегрального перетворення Лапласа. Отримані результати математичного моделювання надають можливість вирішувати задачі дослідження і прогнозування розвитку інфекційних захворювань та визначити режими ефективного лікування хвороби.

Ключові слова: гепатит С, інфекційні захворювання, імунна система, ітераційні схеми, нелінійні диференціальні рівняння.



УДК 004.056.53:[004.7:004.032.26]

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING THE RBF NETWORK TO DETECT U2R CATEGORY NETWORK ATTACKS

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ RBF МЕРЕЖІ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК КАТЕГОРІЇ U2R

Victoria Pakhomova / Вікторія Пахомова

с.т.с., ас.проф. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-0022-099X

Victoria Kulyk / Вікторія Кулик

second degree holder / здобувач другого ступеня

Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Lazaryan St., 2, 49010

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010

Abstract. The "RBF U2R" program based on the implementation of the RBF network, the configuration of which is N-M-K (where N is the number of input neurons; M is the number of basic functions; K is the number of resulting neurons) was created in Python for detecting the following classes of attacks: Buffer_overflow; Loadmodule; Perl; Rootkit; Normal and using network traffic parameters from the open KDDCup database. Studies of the accuracy parameter were carried out during the training epochs of the neural network on the created program.

Keywords: attack, class, traffic, Gaussian function, training, testing, accuracy.

Introduction

Formulation of the problem. The creation of an effective network attack detection system requires the use of qualitatively new approaches to information processing, which should be based on adaptive algorithms capable of self-learning. The most promising direction in the creation of similar network attack detection systems is the use of neural network technology.

Analysis of the latest research. At the current stage, there are various methods of detecting network attacks: the method of support vectors; clustering algorithm; genetic algorithms; neural networks. Previously, we have already considered the use of some neural networks (NN): Multi Layer Perceptron (Multi Layer Perceptron, MLP) [5] to detect DoS, U2R, R2L, Probe network attacks. Kohonen network or self-organizing map (Self Organizing Map, SOM) [1]; neural fuzzy network (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System, ANFIS) [2]. But there are also other NNs, in particular the radial basis function network (RBF) [6]. In addition, none of the methods provides a complete guarantee of detection of attacks, while different neural networks detect different network classes of attacks in different ways.

The purpose of the article is to investigate the possibility of using the RBF network to identify network attacks of the U2R category.

1. Statement of the problem and mathematical apparatus

The rapid development of computer networks and information technology causes a number of problems related to the security of network resources, which require effective approaches. The use of neural network technology is the most rational, because neural networks have the following advantages: solving problems with unknown patterns; resistance to input data noise; adaptation to changes in the environment; potential ultra-high speed. In this paper, it is necessary to identify



network attack classes of the U2R category. U2R network attacks are system attacks in which a hacker starts a system with a normal user account and tries to abuse vulnerabilities in the system to gain superuser privileges. This type of attack is divided into the following classes: Buffer_overflow, Loadmodule, Perl, Rootkit.

As a mathematical apparatus, the RBF network, the structure of which is shown in Figure 1 [6]. The RBF network by its structure refers to a two-layer network, which uses a hidden layer with a fixed nonlinear transformation of the input vector with constant weighting coefficients.

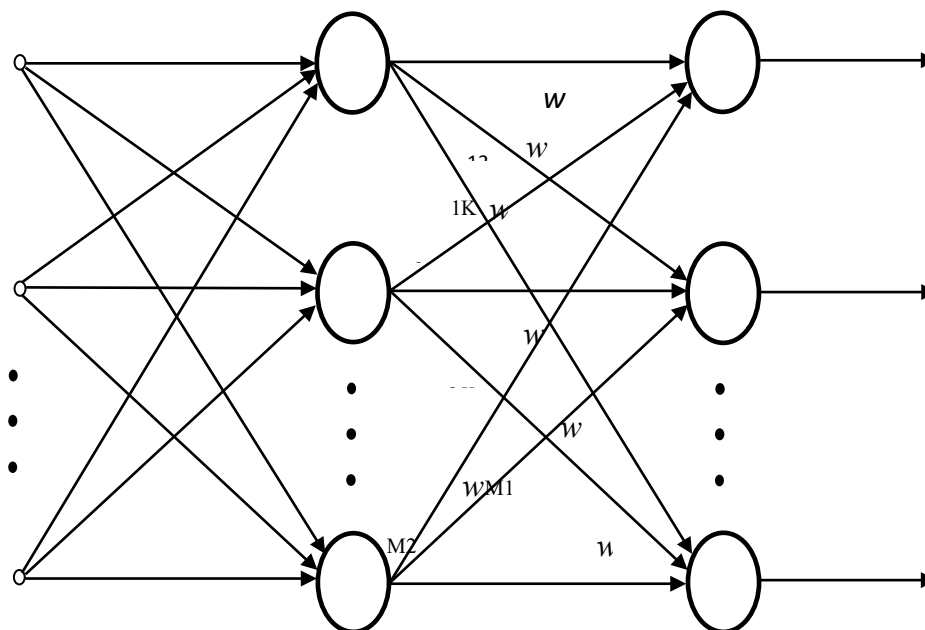


Figure 1 – RBF structure

The specificity of the RBF network is that only the weight coefficients of the linear output layer are adjusted in them, which, in turn, contributes to the rapid learning process of the network. But the problem of the RBF network is the selection of the number of radial basis functions. In [3] it is stated that the number of necessary radial basis functions grows exponentially with the increase in the number of input variables.

Network traffic parameters from the KDDCup database [4] were used as input neurons of NN $x_1...x_n$ ($n=3$), in particular: duration – length of the connection (number of seconds); dst_host_count – sum of connections to the same destination IP address; dst_host_srv_count – sum of connections to the same destination port number. As the resulting neurons $y_1...y_k$ ($k=5$), where y_1 corresponds to Buffer_overflow; y_2 – Loadmodule; y_3 – Perl; y_4 – Rootkit; y_5 – Normal (there was no attack).

The output of NN is a linear combination of a certain set of basic functions [6]:

$$y_k(x) = \sum_{j=1}^M w_{jk} \cdot \Phi_j(x),$$

where w_{jk} – weighting factors; $\Phi_j(x)$ – basis functions defined as:



$$\Phi_j(x) = e^{-\frac{|x - \mu_j|^2}{\sigma_j^2}},$$

where μ_j – coordinate of the center of the j th RBF function; σ_j – the radius of the j th RBF function.

2. Training and testing the neural network

To identify network attacks of the U2R category using the Python language, the program "RBF_U2R" was created, which is based on the RBF network. State-of-the-art libraries were used, thanks to which training of the RBF network is carried out quickly based on Tensorflow and Keras.

A sample of 83 examples is provided for RBF training: Normal – 56; Buffer_overflow – 10; Rootkit – 9; Loadmodule – 5; Perl – 3. In Figure 2 we can see the process of training NN. As shown, we have chosen 5000 epochs for training. We can also see the accuracy of NN on each step (epoch) of training. The average accuracy during the beginning of training is 27.27 %.

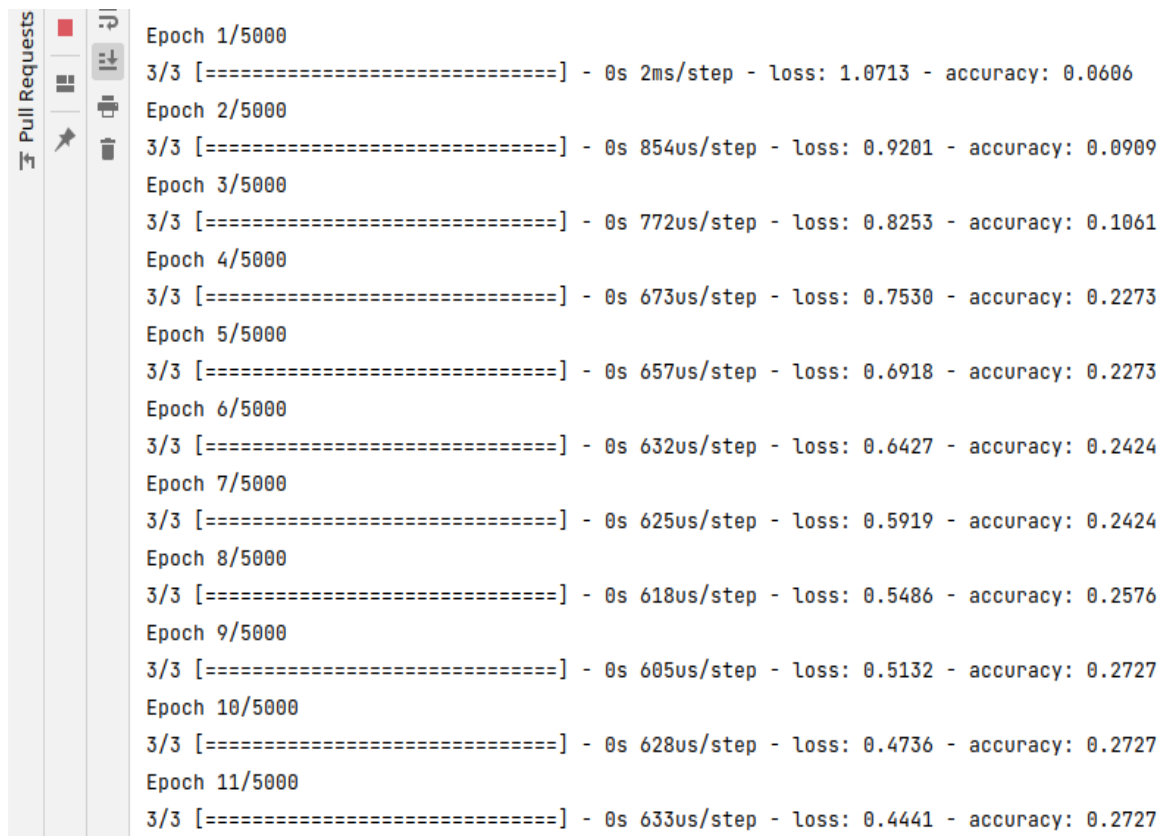


Figure 2 – Training of NN: at the beginning

In Figure 3 we see the improvement of accuracy of NN. In the ending epochs the average accuracy is 87.88 %.



	Epoch 2249/5000
	3/3 [=====] - 0s 544us/step - loss: 0.0400 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2250/5000
	3/3 [=====] - 0s 554us/step - loss: 0.0395 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2251/5000
	3/3 [=====] - 0s 559us/step - loss: 0.0395 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2252/5000
	3/3 [=====] - 0s 563us/step - loss: 0.0399 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2253/5000
	3/3 [=====] - 0s 558us/step - loss: 0.0396 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2254/5000
	3/3 [=====] - 0s 566us/step - loss: 0.0396 - accuracy: 0.8636
	Epoch 2255/5000
	3/3 [=====] - 0s 554us/step - loss: 0.0395 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2256/5000
	3/3 [=====] - 0s 550us/step - loss: 0.0397 - accuracy: 0.8788
	Epoch 2257/5000

Figure 3 – Training of NN: at the end

In Figure 4 we can see the results of training. The average accuracy during training is 87.88 %, the average accuracy during testing of NN is 76.47 %.

	Layer (type) Output Shape Param #

	module_wrapper (ModuleWrapper) (None, 34) 102
	module_wrapper_1 (ModuleWrapper) (None, 34) 0
	dense (Dense) (None, 5) 175
	activation (Activation) (None, 5) 0

	Total params: 277
	Trainable params: 277
	Non-trainable params: 0

	None
	Evaluate on test data
	1/1 [=====] - 0s 65ms/step - loss: 0.0792 - accuracy: 0.7647
	test loss: 0.07924439758062363
	test accuracy: 76.47058963775635 %

	Process finished with exit code 0

Figure 4 – Testing of NN

3. Research

The created program "RBF_U2R" was used to study the accuracy parameter of the neural network during training for 5000 epochs (Figure 5).



Figure 5 – Accuracy_Loss diagram during training of NN

Conclusions

To identify network attacks of the U2R category by means of the RBF network, the "RBF_U2R" program was created in Python using the KDDCup database. The average accuracy during training is 87.88 %, the average accuracy during testing of NN is 76.47 %. In addition, a study of the accuracy parameter by epochs of RBF network training based on the use of the created program was carried out.

Literature:

1. Пахомова В. М., Павленко І. І. Дослідження параметрів якості визначення мережових атак категорії PROBE з використанням самоорганізуючої карти. SworldJournal. 2022. Issue 11. Part 1. pp. 100-104. DOI: 10.30888/2663-5712.2022-11-01-022.
2. Пахомова В. М., Маслак А. В. Визначення атак категорії Probe з використанням бази даних KDDCup99 та нейронечіткої технології. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72). № 5. 2022. С. 135-140.
3. Bajer D., Zorić B., Martinović G. Automatic design of radial basis function networks through enhanced different evolution. Hybrid artificial intelligent systems: Springer. 2015. pp. 244-256.
4. KDDCup1999Data.URL: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html>
5. Pakhomova V. M., Bikovska D. G. Investigation of multilayer neural network parameters for determination of R2L category network attacks. Modern engineering and innovative technologies. Germany, Karlsruhe: Sergeieva&Co, «ISE&E». 2021. No 18-02. pp. 39-43. DOI: 10.30890/2567-5273.2021-18-02-059.
6. Wu Y., Wang H., Zhang B., Du K.-L. Using radial basis function networks for function approximation and classification. ISRN Applied Mathematics. Vol. 2012. pp. 1-34. DOI:10.5402/2012/324194.



Анотація. Створена в Python програма «RBF U2R» на основі реалізації мережі RBF, конфігурація якої N - M - K (де N – кількість вхідних нейронів; M – кількість базисних функцій; K – кількість результуючих нейронів) для виявлення наступних мережних класів атак: *Buffer overflow*; *Loadmodule*; *Perl*; *Rootkit*; *Normal* та з використанням параметрів мережного трафіку із відкритої бази KDDCup. Проведено дослідження параметру Accuracy за епохами навчання нейронної мережі на створеній програмі.

Ключові слова: атака, клас, трафік, функція Гауса, навчання, тестування, точність.



УДК 338.1

**EVOLUTIONARY CHARACTERISTICS OF THE INFRASTRUCTURE
TRANSPORT SYSTEMS****ЕВОЛЮЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФРАСТРУКТУРИ
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ****Lyamzin A. / Лямзін А.О.***d.t.s., as.prof. / д.т.н., доц.***Ukrainskyi Y. / Український Є.О***k.t.s., as.prof. / д.т.н., доц.***Chaika N. / Чайка Н.Г.***s.h.s., as.prof. / к.істор.н., доц.**National Aviation University,**Kyiv, ave. Liubomyra Huzara, 1, 03058**Національний авіаційний університет,**м. Київ, пр-т. Любомира Гузара, 1, 03058***Ukrainska T. / Українська Т.А.***asp. / асп.**Приазовський державний технічний університет,**м. Дніпро, вул. Дмитра Яворивського, 19, 49005**Pryazovskyi State Technical University,**Dnipro, ave. Dmytro Yavornytskyi, 19, 49005*

Анотація. В роботі розглядається особливості еволюційного процесу транспортної інфраструктури в умовах середовища, яке характеризується своїм метастабільним станом в сучасних умовах.

Ключові слова: транспортна інфраструктура, стійкість процесів, еволюція середовища.

Вступ.

Формування нової ідеології регулювання у тріаді «транспортна система – географічний/годинний простір – ресурси» в процесі еволюції транспортної інфраструктури передбачає вдосконалення діючих інструментів оцінки проектів управлінських рішень, що розробляються. Ефективність та стійкість даного процесу можлива виключно в умовах тісної співпраці та обміну досвідом. Реалізація принципів "SMART" регулювання може виступити як місток між інтересами і цінностями складових транспортних систем. Джерело: [1].

Основний текст.

Ефективність та стійкість інфраструктури взаємодії складових транспортних систем багато в чому залежить від рівня розвитку та її надійності. Тому інфраструктурне облаштування складових транспортних систем є першорядним завданням поряд із такими процесами, як адаптація, вдосконалення, оптимізація, діджиталізація тощо. Процес створення інфраструктури є досить тривалим. Він щільно пов'язаний із певними ресурсами, жорстко прив'язаний до географічного та тимчасового простору. У період глобальних криз (соціальна, військова, екологічна, економічна) змінюється роль і місце інфраструктури в середовищі забезпечення ефективності процесу взаємодії складових транспортних систем. На жаль,



сьогодні інфраструктурі транспортних систем приділяється недостатньо уваги, тому її розвиток відбувається у багатьох випадках стихійно і лише частково відображає потреби суб'єктів ринкових відносин, що формуються. Спочатку поняття «інфраструктура» було сформовано у військовій термінології для позначення допоміжних служб та систем.

У науковій літературі цей термін був запроваджений у 1955 р. американським ученим П. Розенштейн-Родан, який розкривав поняття інфраструктури, як комплексу загальних умов, що забезпечують ефективний та сталий розвиток складних технічних та технологічних систем у базових галузях, що забезпечують військову промисловість та задовольняють потреби вузького сегменту споживачів. Він виділив два основні види інфраструктури: виробничу та соціальну.

У зарубіжній літературі проблемам розвитку інфраструктури зокрема і транспортної стали приділяти особливу увагу початку 60-х гг. Більшість авторів трактували інфраструктуру як сукупність галузей зв'язку, транспорту, матеріально-технічного постачання, сфери послуг та інституційну сферу.

У вітчизняній науковій літературі першими почали розглядати цей термін фахівці регіонального спрямування та географії, а вже потім вчені інших спеціальностей. Інфраструктура багато в чому зумовлює темпи розвитку транспортних систем та їх складових. Для нашої країни з її досить великою територією порівняно з територіями Євросоюзу, на якій нерівномірно розміщені природні, промислові, фінансові та матеріальні ресурси, це має винятково важливе значення [1].

Інфраструктура - це насамперед характеристика загальних умов ефективної взаємодії різних видів транспорту та соціального середовища, а не просто сукупність певних галузей [2].

Саме створення найкращих умов для формування транспортних послуг, їх вільним наданням та рівнем споживання у певних географічних локаціях і є те головне, що відрізняє інфраструктуру від інших видів діяльності, є основною ознакою виділення її галузей із національної транспортної системи. В умовах комерціалізації транспортної діяльності вимагає іншої інфраструктури. Неминуче змінюються кількісні та якісні характеристики інфраструктурного транспортного комплексу, а також склад інфраструктури конкретної географічної локації [3,4].

Таким чином, ґрунтуючись на вищенаведеному, можна дати таке визначення. Інфраструктура транспортної системи – це комплекс споруд та видів діяльності, що забезпечує створення необхідних умов для ефективного їх функціонування, вільного надання транспортних послуг та ресурсів, що формуються в даному процесі, а також нормальної життєдіяльності населення на досліджуваному географічному просторі.

Основними засадами функціонування транспортної інфраструктури є еквівалентність, надійність, сполученість.

Надійність транспортної інфраструктури досягається сукупністю заходів технічного, технологічного, економічного, соціального, правового, політичного характеру. За інших рівних умов надійність функціонування транспортної



інфраструктури тим вища, що більше самостійних суб'єктів (видів транспорту) досліджуваних систем.

Сполученість має на увазі чітку відповідність елементів транспортної інфраструктури ринкам, що нею обслуговуються, а також збалансованість між основними елементами самої інфраструктури.

Еволюція транспортної інфраструктури можлива при реалізації «SMART» регулювання, що передбачає побудову комплексної системи прийняття рішень, виходячи з інтересів усього суспільства, зняття бар'єрів та прийняття простих законів. У сучасному інформаційному суспільстві особливої актуальності набуває проблема гармонізації розвитку тріади «транспортна система – географічний/часовий простір – ресурси». Вважаємо, що регулювання розвитку структурних елементів цієї тріади з урахуванням критерію гармонійності можливе лише на основі сучасних «SMART» технологій.

Базовим елементом "розумного" регулювання є оцінка регулюючого впливу (ОРВ) на всіх етапах управлінського циклу. ОРВ вже впроваджена та ефективно діє у багатьох країнах. Ряд країн, у тому числі Україна, знаходяться на початковому етапі побудови цілісної системи ОРВ. Наприклад, зараз в Україні всі державні органи проводять оцінку наслідків законопроектів, що приймаються. З 2019 року було впроваджено наукову експертизу законопроектів України. Вона провадиться науковою організацією, незалежною від діяльності державних органів. Таким чином, в Україні створено основу системи ГРВ. При цьому формується спеціальний паспорт з оцінки соціально-економічних наслідків дії законопроекту, що приймається, який складається з наступних структурних елементів: загальна інформація; відповідність законопроекту стратегічним цілям держави; технологічні наслідки; аналіз вигод та витрат; джерело фінансування; висновки.

Розширення механізму ОРВ має також відбуватися не лише за етапами прийняття та реалізації рішень, а й за рівнями управління. Тобто, починаючи від законів, що приймаються парламентом і підписуються президентом, і закінчуючи рішеннями місцевих державних органів на рівні регіонів, районів, міст. Ці рішення також потребують оцінки позитивних та негативних ефектів впливу, оскільки в них може бути закладений механізм, який відрізняється від ідеї, закладеної в законі, що може негативно позначитися на певних соціальних групах населення. Тільки комплексна система ОРВ, що охоплює всі етапи управлінського циклу та всі рівні державного управління, буде найрезультативнішою.

Сьогодні ОРВ більшою мірою концентрується на рівні готового проекту нормативно-правового акта. Це ускладнює внесення концептуальних змін у проект, оскільки зміщує акценти на обраний варіант вирішення проблеми. Як показує практика, ОРВ ефективно проводити вже на стадії оцінки проблеми, коли регулятори мають можливість об'єктивно оцінити безліч інструментів регулювання.

Для відповідності принципам "SMART" регулювання необхідно продовжити роботу з її вдосконалення. По-перше, потрібно забезпечити її централізацію. По-друге, "SMART" регулювання вимагає проведення оцінки



регулюючого впливу всіх етапах прийняття рішень: від аналізу проблеми до оцінки діючих механізмів регулювання стійкості та ефективності. Таким чином, оцінка регулюючого впливу покликана стати саме тим елементом системи "SMART" регулювання, який допоможе домогтися перевороту в порядку керування транспортними системами, що діє, повністю оптимізувавши прийняття рішень. Ключовим напрямом такого регулювання може бути комплексна підтримка експортної діяльності транспортних систем.

Висновки.

Були розглянуто питання розкриття особливостей просу еволюційного розвитку інфраструктури транспортних систем в умовах середовища, яке характеризується своїм метастабільним станом в сучасних умовах. Для подальшого розвитку інфраструктури запропоновано механізм "SMART" регулювання.

Література:

1. Cantos P., Gumbau A., Maudos J. Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: evidence of the Spanish case // Transport Reviews.– 2005. – №1
2. Інфраструктурне забезпечення розвитку транспортної системи регіону: колект. монографія / І.В. Заблудська, І.Р. Бузько, О.О. Зеленко, І.О. Хорошилова. – Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. 193 с.
3. Конкурентоспособность экономики Украины: состояние и перспективы повышения [монография] /под ред. И.В. Крючковой. – К.: Основа, 2007. – 488 с.
4. Экономика Украины: стратегия и политика долгосрочного развития / под ред. акад. НАНУ В. М. Гееца. — К.: НАНУ, 2003. — 1008 с.

Abstract. *The work examines the peculiarities of the evolutionary process of transport infrastructure in the environment, which is characterized by its metastable state in modern conditions.*

Key words: *transport infrastructure, sustainability of processes, evolution of the environment.*

Статья отправлена: 06.11.2022 г.

© Лямзін А.О., Український Є.О., Чайка Н.Г., Українська Т.А.



UDC 656.213.073.235

STUDY OF METHODS FOR PREDICTING THE RECEIPT OF CONTAINER FLOWS FROM SHIPPERS TO THE RAILWAY TERMINAL STATION

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ ВІД ВАНТАЖОВІДПРАВНИКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНУ ТЕРМІНАЛЬНУ СТАНЦІЮ

Berestov I.V. / Берестов І.В.¹

с. т. с., ас. проф. / к. т. н., доц.

ORCID: 0000-0002-1209-6885

Rakivnenko V.P. / Раківненко В.П.²

с. т. с., ас. проф. / к. т. н., доц.

ORCID: 0000-0002-6136-6191

Kirichenko O.M. / Кириченко О.М.²

с. т. с., проф. / к. т. н., доц.

Kolishnyk A.V. / Колісник А.В.^{1,2}

с. т. с., ас. проф. / к. т. н., доц.

ORCID: 0000-0001-5038-0230

Shcheblykina O.V. / Щебликіна О.В.¹

PhD, ас. проф. / доктор філософії, доц.

ORCID: 0000-0002-8304-2921

¹Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Feuerbach sq. 7, 61050,

Український державний університет залізничного транспорту

Харків, площа Фейєрбаха, 7, 61050

²National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv,

Харків, м-н Defenders of Ukraine, 3, 61000

Національна академія Національної гвардії України,

Харків, м-н Захисників України, 3, 61000

Abstract. The paper considers a tool, a neural network of the LTSM architecture, which is quite appropriate to use for forecasting the intensity of random flows, which represent the processes of the arrival of containers at railway terminal stations in the system of intermodal transportation.

Keywords: railway terminal stations, road transport, container flows.

Introduction.

The arrival of container flows at the terminal railway station from shippers is a complex stochastic process that has many uncertainties. A part of the transportation way of containers can take place both by road transport, for example, from the shippers to the railway terminal station, and by rail - transportation from the railway terminal station to the port or border station. There is a need for a thorough study of container flows in order to build a management model with the interaction of several types of transport for the timely delivery of goods in containers according to the principles of logistics, with minimal costs [1].

To ensure the possibility of making high-quality management decisions, the use of only statistical data of container arrival processes, such as, for example, mathematical expectation and variance of the interval between container arrivals, is insufficient.



Thus, in order to be able to use the container flow management model, first of all, the dynamics of container flow parameters is required.

Main part.

The main characteristic of container flows is the intensity function. But considering the arrival of containers at the station as non-stationary random flows, the intensity of the flow can represent a time dependence.

On the basis of the above mentioned, representation of such data can be in the form of so-called time series. Time series represent statistical material collected at certain periods of time which have the values of one or more parameters.

Figure 1 shows a scheme for representing the intensity of a random flow as a function of time using a numerical sequence.

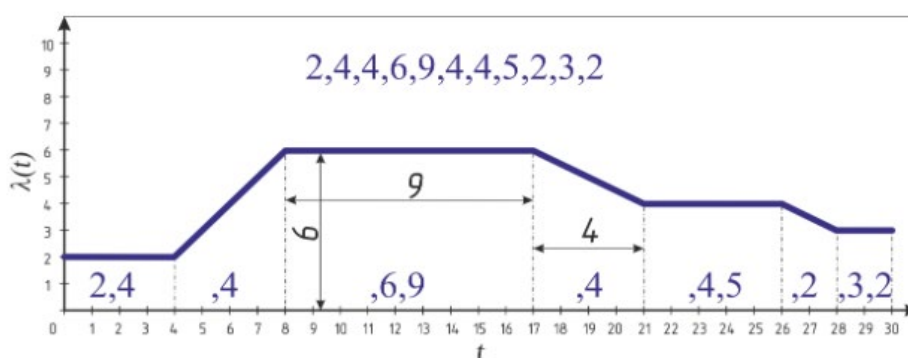


Figure 1 - Encoding scheme of the random flow intensity function in the form of a numerical sequence

According to this scheme, the intensity function can be represented by a numerical sequence. The dependence curve is approximated by a broken line, which has horizontal sections corresponding to constant levels of intensity, and sloping sections corresponding to transitional levels when moving from one constant level to another. Thus, the function is coded by a set of data in which numbers are sequentially placed that determine the constant level of intensity, its duration and the duration of the transition period that follows it. Such triples of numbers can be repeated indefinitely, as shown on the figure. In addition, this method of coding is compact, because to represent, for example, a section corresponding to a constant level of intensity or a time interval in which there are no events at all, it allows spending only one number of the sequence, regardless of the duration of this interval.

Analyzing various forecasting models of time series, it was found out that there is a fairly significant number of them, which are listed in Table 1.

Recurrent neural networks based on modules of long short-term memory (long short-term memory; LSTM) are considered the most successful modern neural architecture for forecasting time series models [2].

Neural networks of the LSTM architecture are considered universal because, given a sufficient number of neurons, they can approximate any function with a given level of accuracy, that is, simulate computational processes of any complexity. Such calculations are possible after taking the learning process and forming a matrix of weights of connections between neurons, which can be interpreted as a knowledge



base and as a computer program. Neural networks of the LSTM architecture can be considered the least versatile of the entire class of recurrent neural networks.

Table 1- Classification of the main types of models for forecasting time series

Models based on classical methods	Models based on trust networks	Models based on neural networks
1. Exponential smoothing	1. Models based on Bayesian networks	1. Autoregressive models based on neural networks
2. Decomposition, seasonal decomposition	2. Deep trust networks with restricted Boltzmann machines	
3. Integrated model of autoregression and fluctuating average (ARIMA) seasonal version of SARIMA		3. Models based on neural network architecture using long-short-term memory cells
4. Dynamic linear models		
5. Trigonometric model based on Box-Cox transformations, errors based on autoregression, fluctuating average, trends and seasonality (TBATS)		

However, these neural networks are capable of implementing deep learning technology [3] and are most suitable for the tasks of data processing, classification, and prediction of time series, in particular irregular time series that do not have clear parameters and a constant step size, time series, the key events of which are distant by significant aperiodic distances, the forecasting of which using neural networks of any other architecture is ineffective or practically impossible.

The task of forecasting time series using neural networks is solved due to their properties such as the ability to generalize and find hidden dependencies [3]. This statement applies to models based on “deep learning” networks. Neural networks of the “deep learning” direction, are much more complex than neural networks of the traditional “machine learning” direction. In the process of learning, they do not need to indicate certain features of the data directly, they are able to highlight them themselves. In fact, they themselves create functional structures that are able to draw logical conclusions. However, to do it, they may require significantly larger amounts of data, computing power, and training time for networks created using machine learning technologies [4].

The neural network of the LTSM architecture is a tool that is quite reasonable to use for forecasting the intensity of random flows, which represent the processes of container arrivals at railway stations, which are terminal points in intermodal container transportation systems. As it was shown above, networks of this type can effectively solve the problems of forecasting time series. Time series refers to sequences of data that are put in order on the time axis. Thus, time series are sequences of data with discrete time. However, it is usually also implied that these data correspond to points on the time axis that are equidistant from each other.



LSTM networks have a rather complex structure. The main component of neural networks of long-short-term memory is not a single neuron or a layer of neurons, but memory cells that include various components, including neurons of different types. An important component of the LSTM architecture network is the pipeline of the main flow 1 (Fig. 2), which can also be called the memory pipeline. It is a memory cell, any element of which can be deleted or changed at any iterative step of learning or network operation, and can retain its value for a long time. At the same time, this memory pipeline is one of two channels for the passage of signals that are translated from one cell to another or from one iteration step to another, experiencing a minimum level of interaction with the structures of the cell. The signal stored and transmitted by this memory pipeline is called “cell state”. It allows the network to store for an almost unlimited period of time information about previous elements of the numerical sequence of data and network states.

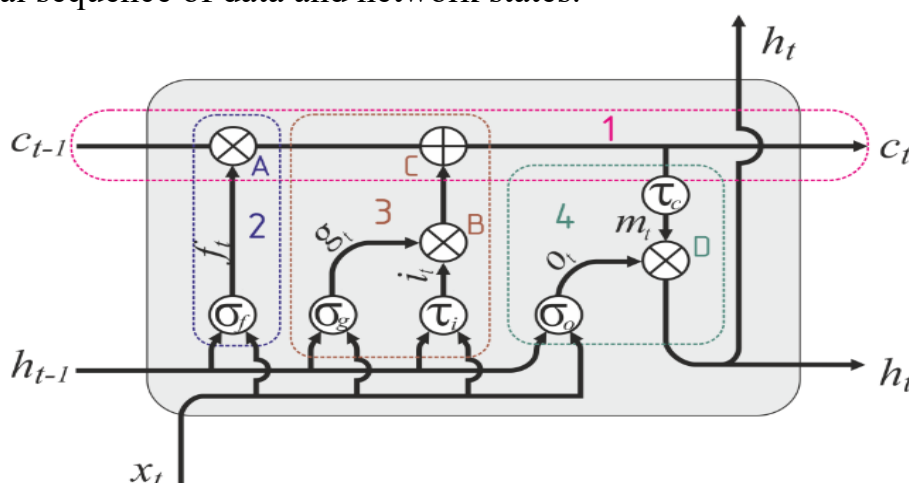


Figure 2 - Scheme of the functioning of a neural network cell of LSTM architecture

A forecast model based on a recurrent neural network was implemented to predict the function of the intensity of container flows in the Matlab environment. The architecture of the model is shown on Figure 3.

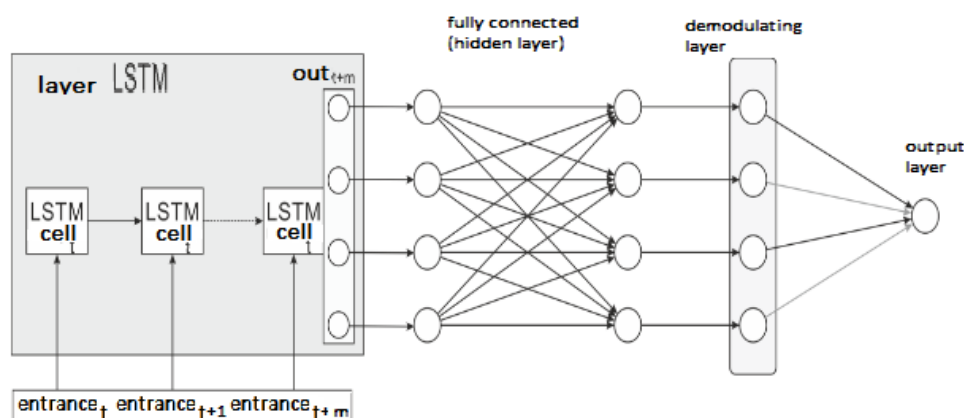


Figure 3 - Architecture of a model based on a recurrent neural network for forecasting the flow intensity of container arrivals



The neural network consists of 40 cells in the LSTM layer, 80 neurons in the fully connected layer, and 20 neurons in the demodulating layer. Figure 3.5 shows the dynamics of the learning speed of the constructed neural network. The network is configured in such a way that during the learning process this parameter is adjusted to the level of 0.0005, which corresponds to a high level of accuracy of the model. But at the same time, this parameter value significantly slows down the learning process.

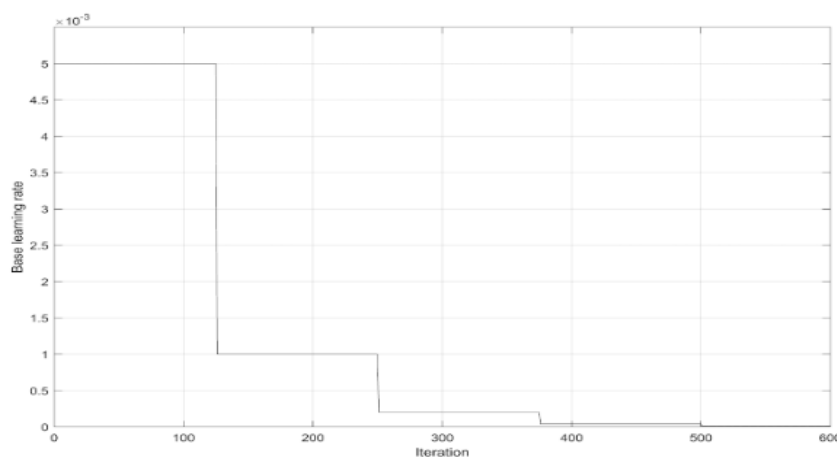


Figure 4 - Learning speed dynamics of the constructed neural network

The method of reproducing the intensity function proposed above, which was used to encode and interpret data of actual intensity and predictive dependence, is convenient in the conditions of the necessity to encode parameters of rarefied flows and search for dependencies of events remote in time. To solve the problem of managing the process of accumulation of containers, the primary interest is not the direct form of the dependence of the flow intensity function, but the integral function from it. Under such conditions, the comparison of area elements under the graphs of predicted and actual intensities, which correspond to equal intervals on the time axis, will be more accurate. Graphs of the actual and predicted intensities with the specified values of the segment areas are shown on Figures 5a and 5b, respectively.

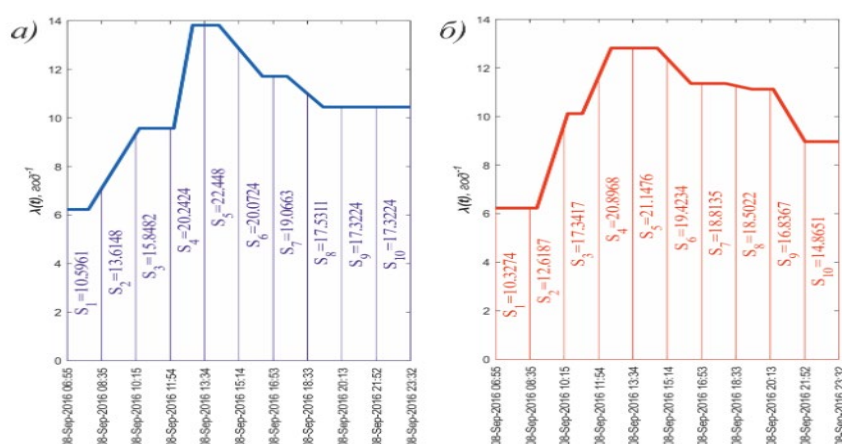


Figure 5 - Graphs of the actual - a) and predicted - b) flow intensity with the indicated values of the areas, which correspond to the number of flow events at equal time intervals



Conclusions.

The developed model for forecasting the intensity of the flow of container arrivals based on recurrent neural networks of deep learning was implemented as a software product in the Matlab environment. As a result of the simulation conducted on real data, it was found out that the forecast error is within 6%, which allows the developed forecast model to be attributed to class of high-precision models. This result is due to the application of the developed model of a layer of long-short-term memory elements as part of the architecture, which provides the possibility of finding hidden dependencies and connections between data substructures even if they are separated by long time intervals.

References:

1. Butko T., Prokhorov V., Kolisnyk A., Parkhomenko L. Devising an automated technology to organize the railroad transportation of containers for intermodal deliveries based on the theory of point. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 1, № 3 (103). P.6–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098
2. Hochreiter S., Schmidhuber, J. Long short-term memory. *Neural Computation*. 1997. № 9 (8). P. 1735–1780.
3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015. № 521 (7553). P. 436–444.
4. Pokrovskaya M. A. A method for predicting traffic changes using a neural network model. *Telecommunications and Transport*. 2012. №6. С. 27–30.

Анотація. В статті були досліджені методи прогнозування надходження контейнеропотоків на залізничну термінальну станцію. Виявлено, що для прогнозування моделей часових рядів найбільш успішною сучасною нейронною архітектурою вважаються рекурентні нейронні мережі на основі модулів довгої короткострокової пам'яті. Для прогнозування функції інтенсивності контейнеропотоків в середовищі Matlab була реалізована прогнозна модель на основі рекурентної нейронної мережі. У результаті проведеного на реальних даних моделювання було встановлено, що похибка прогнозу знаходиться у межах 6%, що дозволяє віднести розроблену прогнозну модель до класу високоточних моделей. Даний результат обумовлений застосуванням у складі архітектури розробленої моделі шару з елементів довгої короткострокової пам'яті, які забезпечують можливість знаходження прихованих залежностей та зв'язків між субструктурами даних навіть якщо вони віддалені часовими інтервалами значної тривалості.

Ключові слова: залізничні термінальні станції, автомобільний транспорт, контейнеропотоки.

Article submitted :29.11.2022 г.

© Berestov I.V. Rakivnenko V.P.

Kirichenko O.M. Kolisnyk A.V. Shcheblykina O.V.



УДК 617-089.844

**TREATMENT OF BLASTOMATOUS JAUNDICE WITH MINIINVASI
METHODS OF BILE DRAINAGE****ЛЕЧЕНИЕ БЛАСТОМАТОЗНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ
МИНИИНВАЗИВНЫМИ МЕТОДИКАМИ ЖЕЛЧЕОТВЕДЕНИЯ****Kosulin S./Косулин С.В.**

ORCID 0000-0003-0791-0034

Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education,

Khaarkov, Amosova str. 58, 61176

Харьковская Медицинская Академия Последипломного Образования,

Харьков, ул Амосова 58, 61176

Анотация. В работе рассматривается оптимизация хирургического лечения у хирургически incurable пациентов с бластоматозной механической желтухой с использованием ретроспективной оценки результатов антеградных и ретроградных миниинвазивных вмешательств период.

Антеградные методы дренирования достоверно чаще применялись у больных с критическим уровнем гипербилирубинемии (более 300 мкмоль/л), Ретроградная декомпрессия статистически значимо преобладала в группах с относительно невыраженной желтухой – до 100 мкмоль/л.

Разработанный алгоритм желчеотведения у incurable пациентов с бластоматозной МЖ позволяет минимизировать число послеоперационных осложнений до 4,0%, избежать развития транзиторной гиперамилаземии и постманипуляционного панкреатита. Эндоскопические ретроградные методы протезирования ЖВП в качестве окончательного этапа хирургического лечения у этой категории пациентов имеют определенные преимущества перед антеградными методиками наружного дренирования, в первую очередь, связанные с сохранением естественного пассажа желчи в ДПК и лучшей адаптацией и переносимостью со стороны больных.

Ключевые слова: бластоматозная механическая желтуха, миниинвазивное лечение.

Введение.

Опухоли билиопанкреатодуоденальной зоны (БПДЗ) составляют около 15% от всех злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта или примерно 5–6% от всех злокачественных опухолей, выявляемых в Украине. Опухолевые заболевания БПДЗ занимают одно из ведущих мест среди причин нетрудоспособности и смертности населения как по данным общемировой, так и отечественной статистики, при этом в 85-90 % случаев из них выявляются больные с дистальной опухолевой билиарной обструкцией [1].

Все эти опухоли объединяет близкое анатомическое расположение, частое возникновение синдрома механической желтухи (МЖ), общность клинической картины и схожесть лечебной тактики [2, 4]. Однако, в связи с трудностями ранней диагностики резектабельность новообразований остается крайне низкой: рак головки ПЖ - 10-15%, рак внепеченочных желчных протоков – 15-30 %, рак БСДК – 40-70 % [3]. При наличии отдаленных метастазов и обширной местной инвазии способ оперативного лечения, частота осложнений и продолжительность жизни достоверно не различаются [5].

В зависимости от локализации первичной опухоли меняется частота развития МЖ, выявляемая при первичном обращении: рак головки ПЖ - 37,4 %



рак дистального отдела ОЖП - 90%, рак БСДК - 64 % [6].

Тактические подходы и решения при лечении больных со злокачественными новообразованиями БПДЗ, осложненными МЖ, в последние несколько десятилетий претерпели определенные изменения. Хирургические вмешательства у больных с желтухой опухолевого генеза сопровождаются большим числом осложнений, а летальность может достигать 15-60 % [7,8]. Неудовлетворительные результаты общехирургических вмешательств, проведенных на фоне МЖ, диктуют необходимость выполнения двухэтапного лечения, первым этапом которого является декомпрессия ЖВП с целью купирования явлений холестаза.

В связи с тем, что операбельность опухолей данной локализации не превышает 15-17 % а применение паллиативных общехирургических методов билиарной декомпрессии сопровождается высокой частотой осложнений и летальности, значительный интерес представляет определение алгоритма выполнения миниинвазивных методов желчеотведения у данной категории больных [9].

Цель. Оптимизация хирургического лечения у хирургически инкурабельных пациентов с бластоматозной механической желтухой.

Материалы и методы.

Исследование носило клинический характер, было выполнено на базе 17-й гор. больницы г. Харьков, Украина) и ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В.Т.Зайцева НАМН Украины») и состояло из двух этапов. Основной задачей первого этапа была ретроспективная оценка результатов антеградных и ретроградных миниинвазивных вмешательств, выполненных за период с 2006 по 2011 гг., у 122 пациентов. Основной задачей второго этапа исследования была оценка результатов хирургического лечения 75 пациентов с бластоматозной МЖ, проходивших лечение с 2012 по 2019 гг. с применением разработанного алгоритма лечения.

Перед включением больных в исследование была сформирована система критериев включения и исключения, которые позволили отобрать однородную группу пациентов.

В соответствии с задачами в работе проведена сравнительная оценка результатов лечения двух групп пациентов со стенозами терминального отдела холедоха (ТОХ) опухолевого генеза, сопровождавшимися острой МЖ.

Основным скрининговым методом инструментальной диагностики являлось трансабдоминальное ультразвуковое исследование (ТАУЗИ), которое позволяло подтвердить факт наличия МЖ, определить степень желчной гипертензии, уровень билиарной обструкции, выявить очаговые поражения паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Результаты.

На первом этапе исследования проведено сравнение эффективности эндоскопических чреспапиллярных и чрескожных чреспеченочных методов желчеотведения у пациентов с дистальной обструкцией ЖВП, вызванной злокачественными новообразованиями БПДЗ, для чего пациенты были разделены на две подгруппы: группу А (63 наблюдения) которым выполнялись



различные эндоскопические ретроградные методы желчеотведения, а в группе В (59 наблюдений) - антеградные чрескожно-чреспеченочные методы дренирования желчных путей.

В качестве первичного эндоскопического метода желчеотведения у 27 пациентов (42,9 %) группы А было выполнено назобилиарное дренирование (НБД), а у 36 больных (57,1 %) – эндобилиарное стентирование. В 12 наблюдениях первичное выполнение назобилиарного дренирования было определено необходимостью дозированной декомпрессии у больных с клиникой острого холангита или санацией ЖВП в целях профилактики ранней обтурации стентов микролитами у хирургически инкурабельных пациентов. После купирования явлений холангита и полной санации билиарных протоков им проводилось эндобилиарное протезирование в качестве окончательного паллиативного метода лечения.

Наружное дренирование гепатикохоледоха осуществлено 59 (46,5%) пациентов, при этом у 21 (35,6%) пациентов этой группы с МЖ класса С, этот метод был окончательным этапом лечения. Чрескожная чреспеченочная холангиостомия (ЧЧХС) выполнялась у 34 пациентов, чрескожная чреспеченочная холецистостомия (ЧЧХЦС) – 9, наружно-внутреннее дренирование – 18, протезирование – 18 больным. С целью контроля эффективности манипуляции проводилась прямая фистулохолангиография, при которой уточнялся уровень и характер блока желчеотведения.

В целом в группе В стабильным положение холангиостомы было у 32 (54,2%), относительно стабильным – у 24 (39,0%), нестабильным – в 4 (6,8%) пациентов. В 2 (3,4%) случаях после ЧЧХС и при нестабильном положении дренажа отмечена дислокация холангиостомы. Внутривентриальных осложнений при этом не отмечено.

Следует отметить, что при крайне тяжелом состоянии больного и наличии определенных условий для выполнения вмешательства (выраженная дилатация внутрипеченочных протоков, отсутствие в большом количестве асцитической жидкости в брюшной полости, «удобная ультразвуковая трасса») методом выбора желчной декомпрессии являлась наружная ЧЧХСт в условиях местной анестезии.

Антеградные методы дренирования достоверно чаще применялись у больных с критическим уровнем гипербилирубинемии (более 300 мкмоль/л), выявленным при поступлении в стационар ($p = 0,0078$). Ретроградная декомпрессия статистически значимо преобладала в группах с относительно невыраженной желтухой – до 100 мкмоль/л ($p < 0,0001$).

Обе группы были статистически однородны по количеству выявленных случаев рака ПЖ и ДООЖР.

Эффективной декомпрессия в подгруппе А была у 57 пациентов (90,5 %), антеградные методы дренирования ЖВП были эффективны у 55 больных (93,2%).

После ретроградных вмешательств в раннем послеоперационном периоде осложнения отмечались в 3 наблюдениях (5,3 %), после антеградных – в 4 клинических случаях (7,2 %).



Ранние осложнения и летальные исходы: острый послеоперационный панкреатит в 2 случаях, один случай летального исхода на фоне молниеносной формы острого деструктивного панкреатита, что составило 1,6% наблюдений. Желчеистечение из паренхимы печени с последующим формированием биломы брюшной полости – 1 случай (1,8%). Гемобилия с развитием тампонады билиарного дерева или желчного пузыря 2 случая (3,6 %). Формирования холангиогенных абсцессов в печени на фоне острого обтурационного холангита выявлены у одного больного (1,8 %).

Два летальных исхода (3,4%), не связанных с возникновением осложнений после выполнения антеградной декомпрессии: прогрессирование основного заболевания на фоне успешно выполненного наружного желчеотведения и тромбоэмболия легочной артерии.

Анализ данных показывает, что по эффективности декомпрессии, а также долей осложнений и летальности антеградные и ретроградные методы миниинвазивной декомпрессии у больных с дистальной обструкцией ЖВП злокачественной этиологии не имеют статистически значимых отличий ($p > 0,05$).

Транзиторная гиперамилаземия после антеградных вмешательств возникала только у 6 больных (10,9 %), после чрессосочковых вмешательств – 28,1%, что было статистически значимо выше ($p < 0,0001$). Острые постманипуляционные панкреатиты после выполнения чреспапиллярных ретроградных вмешательств осложняли течение послеоперационного периода в 4,8% наблюдений.

Поздние осложнения после антеградных вмешательств в виде миграций или обтураций дренажей с рецидивом возникновения МЖ и нарастания явлений холангита были выявлены у 10 пациентов (15,9 %). Другими осложнениями постгоспитального периода после, как правило, наружного дренирования ЖВП являлись острая патология почек, водно-электролитные нарушения, коагулопатия на фоне печеночной дисфункции. Все это приводило к тому, что в группе больных с антеградным дренированием срок подготовки к следующему этапу лечения в среднем был выше на 10-14 дней, чем в группе с ретроградной декомпрессией.

Нами разработан алгоритм хирургического лечения инкурабельных больных с бластоматозной МЖ (рис. 1).

Обсуждение. В настоящее время эндоскопическая чреспапиллярная хирургия при наличии дистальной обструкции ЖВП злокачественного генеза представляет собой не просто альтернативу хирургическим вмешательствам, а является в комбинации с антеградной декомпрессией методами выбора в этой группе тяжелых онкологических больных. Миниинвазивные методы, не уступая в эффективности желчной декомпрессии, имеют целый ряд преимуществ, таких как малотравматичность, относительная безопасность, низкая частота осложнений и летальности.

Выбор способа миниинвазивной желчной декомпрессии должен быть определен на основании дальнейшей тактики ведения больного. В качестве окончательного паллиативного метода лечения злокачественных стриктур



дистального отдела общего желчного протока эндоскопические ретроградные методы протезирования ЖВП имеют определенные преимущества перед антеградными методиками наружного дренирования, в первую очередь, связанные с сохранением естественного пассажа желчи в ДПК и лучшей адаптацией и переносимостью со стороны больных.

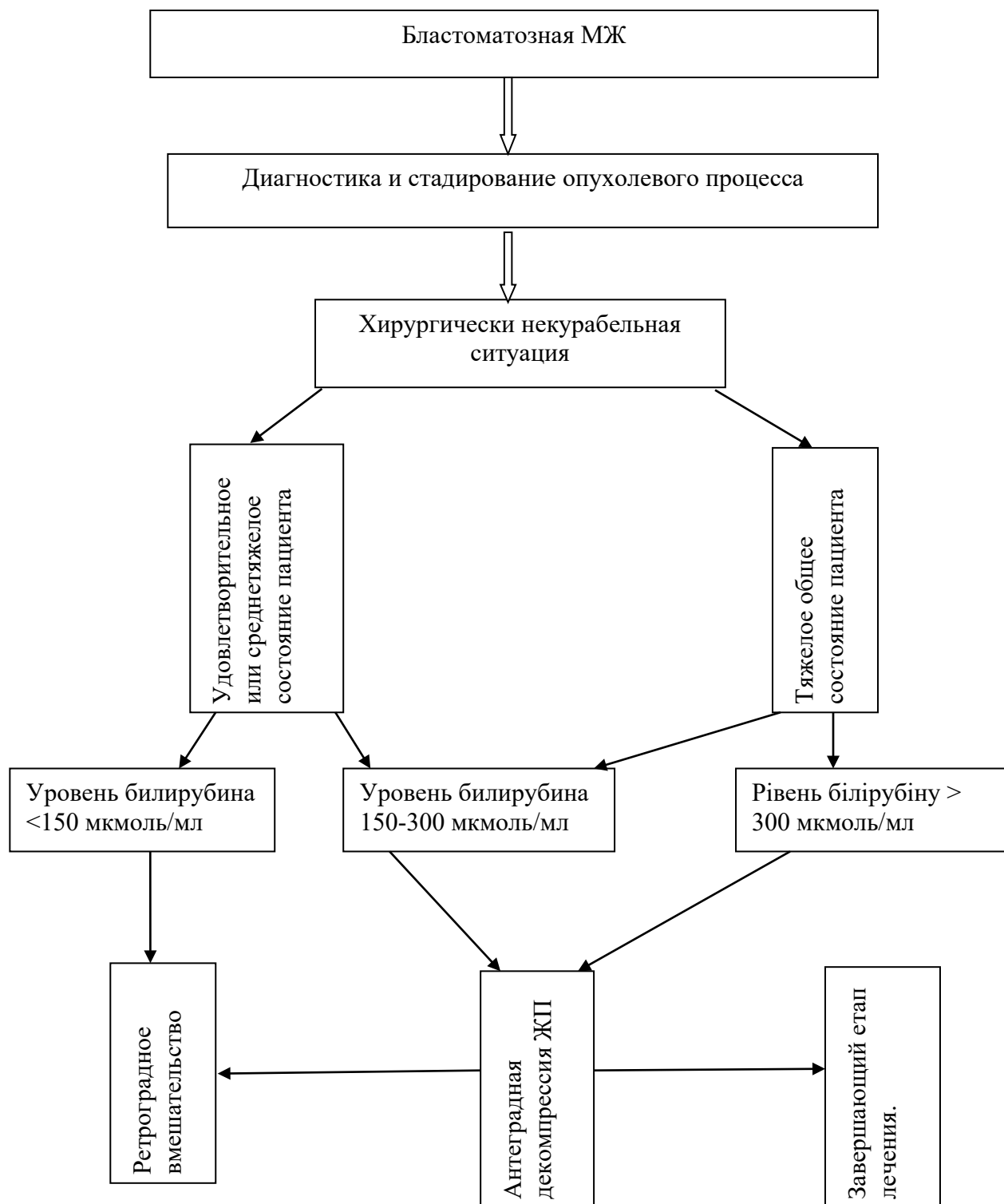


Рис. 1. Алгоритм миниинвазивного лечения у инкурабельных больных с бластоматозной МЖ



В тоже время пациенты с установленными билиарными стентами нуждаются в активном наблюдении с целью своевременного выявления нарушений желчеоттока, выполнения санации и рестентирования ЖВП в плане профилактики развития холангиогенных гнойных осложнений.

Выводы.

Разработанный алгоритм желчеотведения у инкурабельных пациентов с бластоматозной МЖ позволил минимизировать число послеоперационных осложнений до 4,0%, избежать развития транзиторной гиперамилаземии и постманипуляционного панкреатита. Эндоскопические ретроградные методы протезирования ЖВП в качестве окончательного этапа хирургического лечения у этой категории пациентов имеют определенные преимущества перед антеградными методиками наружного дренирования, в первую очередь, связанные с сохранением естественного пассажа желчи в ДПК и лучшей адаптацией и переносимостью со стороны больных.

Литература.

1. Лупальцов В.И. Современное состояние и перспективы отечественной панкреатологии / В. И. Лупальцов // Науковий Журнал МОЗ України. – 2013. – № 1(2). – С. 37-46.
2. Giovannini M. Endoscopic ultrasound-guided needle-based confocal laser endomicroscopy in solid pancreatic masses / M. Giovannini, F. Caillol, G. Monges [et al.] // Endoscopy. – 2016. – Vol.48(10). – P.892-898.
3. Singh S. Palliative surgical bypass for unresectable periampullary carcinoma / S. Singh, A.K. Sachdev, A. Chaudhary // Hepatobiliary Pancreat Dis Int. – 2008 Jun. – 7(3). – P.308-312.
4. Кубышкин В.А. Периапулярные опухоли / В.А. Кубышкин // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – №2. – С. 53-56.
5. Современные возможности эндоскопического ретроградного протезирования желчных протоков в разрешении механической желтухи при злокачественных опухолях органов панкреатобилиарной зоны / С. А. Будзинский [и др.] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2014. – Том 24, N 5. – С. 11-21
6. Алгоритм диференційної і топічної діагностики обтураційної жовтяниці та мініінвазивної корекції прохідності магістральних жовчовивідних шляхів / М. Ю. Ничитайло, П. В. Огородник, А. Г. Дейниченко [та ін.] // Клінічна хірургія. – 2012. – № 2. – С. 5-10.
7. Al-Taan O.S. Laparoscopic pancreatic surgery: a review of present results and future prospects / O.S. Al-Taan, J.A. Stephenson, C. Briggs, C. Pollard // HPB (Oxford). – 2010. – Vol. 12(4). – P. 239-243.
8. Елисеев С. М. Обоснование хирургической тактики при обтурационной желтухе / С. М. Елисеев, Н. Г. Корнилов, С. П. Чикотеев, Р. Р. Гумеров // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 5(75). – С. 233-239.
9. Shahrokni A. Metastatic pancreatic cancer: the dilemma of quality vs. quantity of life / A. Shahrokni, M.W. Saif // Journal of the pancreas. – 2013. – Vol. 14, N 4. – P. 391-394.



Abstract. *Introduction.* Tumor diseases of Bilio-pancreatoduodenal region (BPDR) occupy one of the leading places among the causes of disability and mortality of the population, both according to global and domestic statistics, while in 85-90% of cases, patients with distal tumor biliary obstruction are detected. The most common symptom of malignant tumors of periampullary localization is breast cancer, which is found in 86-95% of patients and in 65-70% of cases becomes the first manifestation of the disease. The problem of restoring an adequate passage of bile in various malignant neoplasms of the BPDR organs remains quite relevant to the present.

Target. Optimization of surgical treatment in surgically incurable patients with blastomatous obstructive jaundice. *Materials and methods.* The study was clinical in nature and consisted of two stages. The main objective of the first stage was a retrospective evaluation of the results of antegrade and retrograde minimally invasive interventions performed during the period from 2006 to 2011 in 122 patients. The main objective of the second stage of the study was to evaluate the results of surgical treatment of 75 patients with blastomatous breast who were treated from 2012 to 2019. using the developed treatment algorithm.

Results. At the first stage of the study, a comparison was made of the effectiveness of endoscopic transpapillary and percutaneous transhepatic methods of biliary excretion in patients with distal malignant obstruction of the bile duct, for which patients who underwent minimally invasive interventions were divided into two subgroups: group A (63 observations) consisted of patients who underwent endoscopic retrograde methods biliary decompression, and in group B (59 cases), antegrade percutaneous-transhepatic methods of biliary tract drainage were used as biliary decompression. In total, group A underwent 78 endoscopic transpapillary interventions. One-stage endoscopic treatment was performed in 49 patients (77.8%), two-stage intervention - in 13 patients (20.6%), a three-stage approach was required in 1 person (1.6%).

Antegrade drainage methods were significantly more often used in patients with a critical level of hyperbilirubinemia (more than 300 $\mu\text{mol/l}$) detected upon admission to the hospital ($p = 0.0078$). Retrograde decompression statistically significantly prevailed in groups with relatively mild jaundice - up to 100 $\mu\text{mol/l}$ ($p < 0.0001$). Effective decompression in subgroup A was in 57 patients (90.5%), antegrade methods of drainage of the biliary tract were effective in 55 patients (93.2%). After retrograde interventions in the early postoperative period, complications were noted in 3 cases (5.3%), after antegrade - in 4 clinical cases (7.2%). Late complications after antegrade interventions in the form of migration or obturation of drains with a recurrence of the occurrence of breast cancer and an increase in cholangitis were detected in 10 patients (15.9%). According to the developed algorithm for minimally invasive treatment of incurable patients with blastomatous breast in the most severe patients with high (more than 150 $\mu\text{mol/l}$) bilirubin levels, antegrade techniques are performed as the first stage of bile excretion as the first stage of biliary evacuation, after stabilization of the condition and preoperative preparation in a planned order - retrograde methods.

Discussion. Currently, endoscopic transpapillary surgery in the presence of distal obstruction of the biliary tract of malignant origin is not just an alternative to surgical interventions, but, in combination with antegrade decompression, is the method of choice in this group of severe cancer patients. Minimally invasive methods, not inferior in efficiency to biliary decompression, have a number of advantages, such as low trauma, relative safety, low morbidity and mortality rates.

Conclusions. The developed algorithm of bile excretion in incurable patients with blastomatous breast made it possible to minimize the number of postoperative complications to 4.0%, to avoid the development of transient hyperamylasemia and post-manipulation pancreatitis. Endoscopic retrograde methods of bile duct replacement as the final stage of surgical treatment in this category of patients have certain advantages over antegrade methods of external drainage, primarily associated with the preservation of the natural passage of bile in the duodenum as well as patients' better adaptation.

Key words: blastomatous obstructive jaundice, minimally invasive treatment.

Научный руководитель: д.м.н., проф. Винник Ю.А.

© Косулин С. В.



УДК 616.33/.342-02-092:616.72-007.24]-036.1-085.276

**THE MAIN ASPECTS OF THE PATHOGENESIS OF
GASTRODUODENOPATHY ASSOCIATED WITH NON-STEROIDAL
ANTI-INFLAMMATORY DRUGS IN PATIENTS WITH OSTEOARTHRITIS
ОСНОВНІ АСПЕКТИ ПАТОГЕНЕЗУ ГАСТРОДУОДЕНОПАТІЙ, АСОЦІЙОВАНИХ
ІЗ НЕСТЕРОЇДНИМИ ПРОТИЗАПАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ, У ХВОРИХ НА
ОСТЕОАРТРОЗ**

Honcharuk L./Гончарук Л.М.*PhD in Medical Sciences, Associate Professor/К.мед.н., доцент
Bukovinian State Medical University;***Piddubna A./Піддубна А.А.***PhD in Medical Sciences, Associate Professor/К.мед.н., доцент
Bukovinian State Medical University;***Andrushchak M./Андрущак М.О.***PhD in Medical Sciences, assistant /К.мед.н., асистент
Bukovinian State Medical University;***Semko H./Семко Г.***4th year student of 10 group
Bukovinian State Medical University;***Kochurka L./Кочурка Л.***4th year student of 10 group
Bukovinian State Medical University;*

Abstract. The largest group of users of non-steroidal anti-inflammatory drugs are patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. Nonsteroidal gastropathies are diagnosed in approximately 70% of patients who systematically use these drugs. The article provides modern literary data and results of long-term research on the mechanisms of pathogenesis of gastroduodenopathy induced by non-steroidal anti-inflammatory drugs in patients with osteoarthritis.

Key words: nonsteroidal anti-inflammatory drugs, osteoarthritis, gastroduodenopathy.

Introduction.

Osteoarthritis (OA) is an important medico-social problem that leads to temporary incapacity, disability and a significant decrease in the quality of life of patients. According to official statistics, the prevalence of OA in Ukraine is 2,515.7 cases per 100,000 population, the incidence is 527.0 cases per 100,000 population. The rate of primary disability of the adult population due to OA is 0.6 per 10,000 people, and 0.7 per 10,000 people of the able-bodied population [1].

The main text.

Today, the mainstay of OA treatment is non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). This group of drugs has a wide range of therapeutic effects, uniquely combining anti-inflammatory, analgesic, antipyretic and antithrombotic effects, affecting the processes of neogenesis, cell adhesion and apoptosis. That is why NSAIDs are the most widely used drugs in medicine. Every year, 500 million prescriptions for these drugs are written in the world, about 30 million people take them every day, 2/3 of patients - without a prescription and medical supervision [2]. In Great Britain, more than 24 million prescriptions of these drugs are registered annually, the largest number of which is for the treatment of arthritis (in more than



60% of cases) and much less often (up to 20%) - for the relief of pain of other origin [3]. According to world statistics [4], almost 5-7% of the world's population, among whom the share of elderly people reaches 40-60%, constantly take NSAIDs, the use of which is associated with a number of side effects and risks, among which the leader is damage mucosa of the gastrointestinal tract (GI) from the esophagus to the rectum. However, the frequency of damage to the gastroduodenal zone develops approximately 6 times more often, which justifies the relevance of the problem of gastrosafety when using non-selective NSAIDs, the use of which is associated with the development of NSAIDs-gastropathy and an increased risk of bleeding and perforations of the gastrointestinal tract [5-9].

Two mechanisms of direct and indirect action of NSAIDs are distinguished in the pathogenesis of the damaging effect on the gastric mucosa (GM) and GM of the gastric mucosa. NSAIDs cause direct damage to GM of the GI tract as weak organic acids that are in non-ionized form in the acidic environment of the stomach, therefore they directly act on the surface epithelium, destroy it, increase the permeability of hydrogen ions and contribute to their excessive retrodiffusion. A few hours after taking NSAIDs, acute damage to the stomach occurs in the form of submucosal bleeding and erosions. Further use of NSAIDs in most cases leads to the healing of surface erosions, which is explained in the literature by the phenomenon of adaptation to the action of drugs. The mediated effect of NSAIDs on GM is provided by a sharp inhibition of the activity of cyclooxygenase-1, as a result of which the activity of prostaglandins (PGs), which provide cytoprotection of GM, decreases. Deficiency of PG I₂ leads to the deterioration of blood flow in the stomach wall, disruption of the stabilization of mast cell membranes by lysosomes, increased production of oxygen radicals and enzymes by neutrophils, and disruption of vascular endothelium regulation. A decrease in PG E₂ contributes to a decrease in the secretion of bicarbonates and gastric mucus, as a result of which there is an increase in gastric secretion. NSAIDs are also able to switch the metabolism of arachidonic acid from the prostaglandin to the lipoxygenase pathway and promote the synthesis of leukotrienes, which have a toxic effect on the gastrointestinal tract and induce the development of local inflammation due to the adhesion of neutrophils to the endothelium [10-12]. Inhibition of cyclooxygenase-1 also disrupts platelet aggregation, which explains the increased risk of gastrointestinal bleeding [13].

Endothelium-derived relaxing factor (EDFR), discovered in 1980 by R. Furchgott and J. Zawadzki, later named nitrogen monoxide (NO), plays an important role in the pathogenesis of NSAID gastropathy. PG I₂ (prostacyclin) and nitric oxide are the most powerful vasodilators known today, produced by a multifunctional endocrine organ - the vascular endothelium. A normally functioning endothelium is both an endocrine and a paracrine cell monolayer, which ensures the maintenance of a balance between the processes of vasodilation and vasoconstriction, anti- and prothrombosis, growth inhibitors and promoters, pro- and anti-inflammatory factors, anti- and pro-oxidants [14]. One of the main antagonists of NO is endothelin. In 1988, M. Yanagisawa et al. discovered a vasoconstrictor of endothelial origin and called it endothelin. It is one of the most studied bioactive mediators and is a powerful vasoconstrictor substance synthesized in the endothelium. The main



manifestations of endothelial dysfunction are a decrease in the secretion of NO, prostacyclin, an increase in the level of endoperoxides and the production of reactive oxygen species, an increase in the synthesis of endothelin-1, as well as cytokines and tumor necrosis factor- α , which inhibit the production of nitric oxide [14-17]. NO participates in the functioning of the central and autonomic nervous system, cardiovascular, respiratory and genitourinary systems, affects the processes of initiation and progression of apoptosis. Nitric oxide can be considered as a signal molecule of the digestive system, since NO stimulates the relaxation of smooth muscles of the esophagus, stomach, small and large intestines, and gall bladder. NO, contained in GM, is one of the mediators of duodenal bicarbonate secretion in response to acid irritation of GM. NO is classified as a mediator of non-specific protection of GM (as PG) against chemical and mechanical factors that damage GM [18]. It supports gastrointestinal blood circulation, suppressing the adhesion and activation of neutrophils, captures free radicals, prevents the adhesion of leukocytes to the vascular wall and damage to the stomach during hemorrhagic shock. Suppression of its production leads to a deterioration of the state of SOS and SO of the DPC, stimulates the adhesion of leukocytes to the epithelium of vessels and disruption of blood flow in the gastrointestinal tract. It directly affects the secretory properties of the stomach, the properties of its GM to prevent the action of factors of aggression, the occurrence and healing of erosions and ulcers [11]. It should be noted that the increase in NO production, which has a very large adaptive value, can turn from a link of adaptation into a link of pathogenesis and be no less dangerous a damaging factor than a deficiency of nitrogen monoxide. Hyperproduction of NO is caused by the expression of inducible NO-synthase under the influence of cytokines (γ -interferon, interleukin-1, tumor necrosis factor- α , transforming growth factor β , platelet activation factor, etc.). Inducible NO-synthase and NO play an important role in the intensification of the processes of lipid peroxidation (POL) and oxidation of sulfhydryl groups, development and progression of pathological processes. In the presence of peroxynitrite or its decomposition products, glutathione radicals are formed, as a result of which the last antioxidant turns into a pro-oxidant, which initiates the processes of POL. A number of researchers also note the possibility of NSAIDs to stimulate inducible NO-synthase, which leads to hemorrhagic damage to the mucous membrane [19,20]. In addition, NO combines with oxygen radicals to form peroxynitrite, which in high concentrations is very toxic and causes apoptosis [21]. In the mechanism of the ulcerogenic effect of NSAIDs, a certain role is played by a change in LOP. The products formed as a result of the toxic effect of NSAIDs are involved in the damage of the SOS, as well as in the destruction of mucopolysaccharides [22]. It is known that LPO reactions are decisive among the processes of free radical oxidation in a living cell. On the one hand, this is a normal metabolic process that regulates the transport of substances through the membrane, the transfer of electrons in the chain of respiratory enzymes. The synthesis of PG and leukotrienes, the metabolism of catecholamines and steroid hormones, the transmission of genetic information, the regulation of the speed of cell division and their differentiation, and the formation of the body's immune-protective reactions take place with the participation of POL. On the other hand, excessive activation of POL



has a universal cytotoxic effect, and this leads to a decrease in GM resistance of the gastrointestinal tract and depletion of the bioantioxidant system. The loss of protein coating membranes by lipid molecules leads to increased penetration of oxygen and pro-oxidants, which contributes to the back diffusion of hydrogen ions through GM of the GI tract. Reactive oxygen species, interacting with the membrane of cells of the GI tract, start an autocatalytic chain reaction of lipid peroxidation with the formation of primary and secondary products. As a result, oxidative stress occurs, which is an important link in the development of the pathological process. POL activation is considered by many researchers to be the leading mechanism for the development of erosive-ulcerative lesions of the stomach and gastrointestinal tract, as a side effect of NSAID treatment.

Conclusion and findings

Increasing the effectiveness of NSAIDs treatment, availability and acceptability for the patient, safety of use is of significant practical importance. The problem of safe use of NSAIDs remains relevant and will require further research and research.

References

1. Rekalov D.H., Ter-Vartanian S.Kh. Osteoartroz: optymizatsiia likuvannia Za materialamy naukovo-praktychnoi konferentsii «Revmatologichni khvorooby – suchasni problemy likuvannia ta zabezpechennia monitorynhu», 31 zhovtnia – 1 lystopada, m. Kyiv // Medychna hazeta «Zdorovia Ukrainy 21 storichchia». – 2019. - № 21 (466). - S.34-35.
2. Dobosh I.M., Chopei I.V., Harchar V.P. Osoblyvosti perebihu hastropatii, indukovanykh nesteroidnymy protyzapalnymy preparatamy, v osib pokhyloho viku // Medytsyna transportu Ukrainy. – 2006. - №1. – S.96-98.
3. Hawkey C.I. NSAIDs and gastrointestinal complications / C.I. Hawkey, N.J. Wight / LSC Life Science Communications. – London, 2001. – P. 1-56.
4. Svintsitskyi AS. NPZP-hastropatii: suchasnyi stan problemy // KTZh. -2010. - №2(2). – S.280-6.
5. Maev IV, Andreev DN, Dicheva DT, Zhilyaev EV. Novy'e predstavleniya o gastropatii, associaziirovannoj s primeneniem nesteroidny'kh protivovospalitel'ny'kh preparatov. // Consilium Medicum. – 2017. – №19 (8). -S.110–5.
6. Lanas A, Chan F. Peptic ulcer disease // Lancet. – 2017 - №390(10094). – P.613-24. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32404-7 3.
7. Sostres C, Marcén B, Laredo V, Alfaro E, Ruiz L, Camo P, et al. Risk of rebleeding, vascular events and death after gastrointestinal bleeding in anticoagulant and/or antiplatelet users // Aliment Pharmacol Ther. – 2019. -№50(8). – P.919-29.
8. Holovach Iiu. Kardiovaskuliarna bezpeka yak vazhlyvyi kryterii vyboru nesteroidnykh protyzapalnykh preparative // Mizhnarodnyi nevrolohichni zhurnal. – 2017. - №6(92). – S.68-74.
9. Parkhomenko V.V., Hopko O.F., Skrypnyk I.M. Pidvyshchennia efektyvnosti antyoksydantnoi ta tsytoprotektoinoi terapii u khvorykh na npzp-hastropatiiu z suputnoiu ishemichnoiu khvoroboiu sertsia. - Aktualni problemy suchasnoi medytsyny. – 2020. - Tom 20, Vypusk 1 (69). – c.111-114.
10. Puzanova O.H., Svintsitskyi A.S. Hastropatiia, vyklykana vzhyvanniam



nesteroidnykh protyzapalnykh preparativ: diahnostyka, profilaktyka, likuvannia // Nova medytsyna. – 2003. - №6. – S.27-30.

11. . Dziak H.V., Stepanov Yu.M., Hrytsenko V.I. ta in. Suchasnyi pohliad na hastropatii vyklykani nesteroidnymy protyzapalnymy preparatamy, tselekoksyb i stan sekretornoï funktsii shlunka // Suchasna hastroenterolohiia. – 2003. - №1 (11).– S.4-11.

12. Tkach S.M., Sereda M.P. Sovremennye podkhody k profylaktyky u lecheniui NPVP-hastropaty // Suchasna hastroenterolohiia. – 2005. - №3. – S.66-71.

13. Drozdov V.N. Hastropaty, vyzvannye nesteroydnyymi protyvovospalytelnyimi preparatamy: patohenez, profylaktyka y lechenye // Consilium medicum. – 2005. – T7, №1. – S.3-6.

14. Zviahyntseva T.D., Hrydneva S.V. Sovremennye predstavleniya o sosudystom endotelii v norme y pry patolohy zheludochno-kyshechnoho trakta // Eksperimentalnaia y klynicheskaiia hastroenterolohiia. – 2005. - №4. – S.6-12.

15. Angiotensin II Stimulates Endothelial Vascular Cell Adhesion Molecule-1 via Nuclear Factor B Activation Induced by Intracellular Oxidative Stress / M.E. Pueyo, W. Gonzalez, A. Nicoletti [et al.] // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. - 2000. – Vol. 20. – P.645.

16. Cai H. Endothelial Dysfunction in Cardiovascular Diseases: The Role of Oxidant Stress. /H. Cai, D.G. Harrison // Circ. Res. – 2000. – Vol.87. – P.840.

17. Dzau V.J. Tissue Angiotensin and Pathobiology of Vascular Disease Hypertension / V.J. Dzau // Hypertension. - 2001. – Vol. 37.- P.1047.

18. Pokrovskiy V.Y., Vynohradov N.A. Oksyd azota, eho fyzyolohycheskye y patofyzyolohycheskye svoistva // Terapevtycheskyi arkhiv. – 2005. - №1. – S.82-87.

19. In vivo study on cross talk between inducible nitric-oxide synthase and cyclooxygenase in rat gastric mucosa: effect of cyclooxygenase activity on nitric oxide production / K. Uno, Y. Luchi, J. Fuji [et al.] // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 2004. – Vol. 309, №3 – P. 995–1002.

20. Khattab M.M. Protective role of nitric oxide in indomethacin-induced gastric ulceration by mechanism independent of gastric acid secretion / M.M. Khattab, M.Z. Gad, D. Abdallah // Pharmacol. Res. – 2001. – Vol. 43, №5, – P. 463–467.

21. Cosentino F. Endothelial dysfunction in hypertension / F. Cosentino, Th. Luscher. - Milano: Grafiche Serenissima, 2003. – 52p.

22. Svintsytskyi A.S. Aktualni pytannia diahnostyky ta likuvannia hastropatii, zumovlenykh nesteroidnymy protyzapalnymy preparatamy // Zhurnal Zdorovia Ukrainy. – 2007. - №20/1. – S.76-77.

Анотація. Найбільшу групу споживачів нестероїдних протизапальних препаратів становлять хворі на ревматоїдний артрит та остеоартроз. Нестероїдні гастропатії діагностують приблизно у 70% хворих, які систематично вживають ці засоби. У статті наведено сучасні літературні дані та результати багаторічних досліджень щодо вивчення механізмів патогенезу гастродуоденопатій, індукованих нестероїдними протизапальними препаратами у хворих на остеоартроз.

Ключові слова: нестероїдні протизапальні препарати, остеоартроз, гастродуоденопатії.



CASE REPORT OF A 2-YEAR-OLD PATIENT WITH MARSHALL SYNDROME

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ПАЦІЄНТА 2 РОКІВ З СИНДРОМОМ МАРШАЛА

Гаріян Т.В./Hariyan T.V.

канд.мед.наук, доцент

Кафедра дитячих хвороб з дитячою хірургією

Бондарук Б.О./Bondaruk B.O.

Студентка 6 курсу

Трохимчук А.В./Trokhymchuk A.V.

Студентка 6 курсу

Тернопільський національний медичний університет

імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

м. Тернопіль, Україна

Анотація. На сьогодні синдром Маршала або PFAPA- синдром вважається поширеним серед дітей раннього віку та відноситься до аутозапальних захворювань. Частіше синдром зустрічається у дітей чоловічої статі та не має залежності від сезонності або місця проживання. Внаслідок складності діагностики та недостатнього вивчення даного захворювання часто синдром Маршала маскується іншими хворобами. В даній статті наведений клінічний випадок, що пояснює складність діагностики синдрому Маршала, який маскується різними інфекційними захворюваннями. Нераціональне антибактеріальне та противірусне медикаментозне лікування не тільки не дає ефекту, а й ще погіршує загальний стан пацієнта. Тому лікарям багатьох спеціальностей необхідно пам'ятати про докладний збір анамнезу пацієнтів та їх батьків, а також звертати увагу на періодичність виникнення описаних вище симптомів та їх комбінації[1]. При підозрі на синдром Маршала необхідно призначати з лікувальною та профілактичною метою глюкокортикостероїди, адже вони є основою патогенетичного лікування даного синдрому.

Ключові слова: синдром Маршала (PFAPA-синдром), аутозапальні захворювання, патогенетичне лікування, глюкокортикостероїди, періодична лихоманка, афтозний стоматит, фарингіт, шийний лімфаденіт, анамнез захворювання, дитячий вік.

Вступ.

Вперше даний синдром був описаний у 1987 році G.S. Marshall et al в 12 дослідженнях [4]. Назва синдрому розшифровується як чотири основні клінічні симптоми: periodic fever (періодична лихоманка), aphthous stomatitis (афтозний стоматит), pharyngitis (фарингіт) і cervical adenitis (шийний лімфаденіт).

Напади лихоманки найчастіше виникають у віці від двох до п'яти років. Часто в клініці діти з синдромом Маршала можуть багато років спостерігатися в групі з різними запальними захворюваннями та отримувати невідповідну терапію. До теперішнього часу причина синдрому Маршала залишається невідомою. Патогенез синдрому Маршала недостатньо вивчений, проте швидка відповідь на терапію глюкокортикостероїдами пояснює порушення в імунній ланці. Механізм розвитку PFAPA-синдрому пов'язаний з високим цитокіновим профілем, зумовленим дисрегуляцією вродженого та набутого імунітетів. А саме відіграють роль генетично детерміновані реакції імунітету та нейтрофільного запалення. Було проведено дослідження Y. Berkun et al, в якому представлені результати мутацій MEFV гена у 124 дітей, переважно єврейської національності, що страждають на синдром Маршала [1].



Діагноз РFAPA - синдрому встановлений на клінічних критеріях, сформульованих Маршаллом: періодичні епізоди лихоманки, що розпочинаються у віці до 5 років і повторюються з регулярними інтервалами від 26 до 30 днів, мають раптовий початок та характеризуються швидким підвищенням температури до високих цифр ($>39^{\circ}\text{C}$); загальні симптоми порушення стану за відсутності ознак гострої респіраторної вірусної інфекції в поєднанні із нижче наведеними симптомами: шийний лімфаденіт, афтозний стоматит, тонзиліт (фарингіт); позитивні лабораторні маркери гострого запалення (лейкоцитоз; збільшена швидкість осідання еритроцитів, високий рівень С-реактивного білка); швидка реакція на глюкокортикостероїдне лікування; повна відсутність симптомів захворювання між епізодами лихоманки. Діти із синдромом Маршала мають нормальний фізичний і нервово-психічний розвиток. Крім цього, у пацієнтів із даною патологією можуть бути присутні наступні симптоми: головний біль, діарея, біль у животі та суглобах, висипання. Особливістю такої лихоманки є те, що навіть при температурі 40°C діти жваві та активні. На сьогоднішній день специфічних діагностичних обстежень для синдрому Маршала немає, діагноз можна встановити лише на основі скарг та клінічних проявів захворювання [5].

Диференційну діагностику РFAPA-синдрому необхідно проводити з синдромом гіперімуноглобулінемії D, при якому, окрім періодичної лихоманки, присутня висипка, диспептичні симптоми, підвищення рівня сироваткового IgD та A та відсутність стоматиту. А також необхідно диференціювати з циклічною нейтропенією, що характеризується наявністю, окрім атак лихоманки та афтозного стоматиту, гнійних інфекцій, відсутністю ефекту від лікування глюкокортикостероїдами та нейтропенією [1].

На сьогоднішній день найефективнішою терапією вважається використання кортикостероїдів при загостренні захворювання, які призначаються в дозі 1–2 мг/кг (за преднізолоном). Ефект від терапії характеризується перериванням епізодів лихоманки та симптомів захворювання, а також скороченням інтервалів між приступами. Зазвичай РFAPA-синдром проходить без етіотропного лікування до підліткового віку [1].

Клінічний випадок Хлопчик 2 роки 3 місяці європейської національності. Батьки дитини звернулися до педіатра (06.07. 2022 р) зі скаргами на високу температуру тіла до $39,3$, в'ялість, знижений апетит та нежить, фебрильні судоми. Контакт із інфекційними хворими виключають. З анамнезу життя відомо, що дитина народилася від першої вагітності, від перших нормальних пологів, з масою тіла $3250,0$ г, довжиною при народженні 53 см, із оцінкою за шкалою Апгар 8–9 балів. Знаходився на грудному вигодовуванні до 9 місяців. Прикорм було введено в 6 місяців. Основну імунізацію отримав відповідно до Календаря профілактичних щеплень в Україні. Алергологічний та спадковий анамнез не обтяжений. Об'єктивно: загальний стан – середньої важкості, положення активне, свідомість ясна, поведінка активна. Шкірні покриви бліді, чисті, «тіні» під очима. На нижній губі велика афта, зів гіперемований, язик обкладений білою осугою. Підщелепні, передньо та задньошийні лімфатичні



вузли збільшені, неболючі та не злучені з навколишніми тканинами. Межі серця в межах вікової норми, аускультативно діяльність серця ритмічна, тони звучні, систолічний шум в усіх точках вислуховування. ЧСС 128 уд/хв. Перкуторно над легенями ясний легеневий звук, аускультативно - жорстке дихання, ЧД 26-30/хв. Живіт при пальпації м'який, неболючий. Печінка + 0,5см, неболюча, поверхня гладка. Сечопуск вільний, симптом Пастернацького негативний. Селезінка не збільшена. Випороження калу щоденно.

В загальному аналізі крові було виявлено нейтрофільний лейкоцитоз, підвищення ШОЕ (31 мм/год), тромбоцитоз (488 x 109/л), переконливих МРТ-даних об'ємно-вогнищевого ураження головного мозку не виявлено, гіпертрофія задньоглоткового мигдалика, латеральні заглотові лімфатичні вузли. Через 7 днів в біохімічному аналізі крові було виявлено підвищення рівня: АсТ(43 од/л), ЛФ (211 од/л) і ЛДГ(568 од/л) та значне збільшення С-реактивного білка (123,5 мг/л). В той же час на ЕЕГ реєструються помірні дифузні зміни біоелектричної активності, а також виявлено позитивні антитіла IgM + IgA до SARS-CoV-2 (43,98), IgG (10,87). ПЛР доSARS-CoV-2 негативний. В загальному аналізі сечі виявлено позитивну реакцію на ацетон (++)). На УЗД органів черевної порожнини діагностовано гепатомегалію. Враховуючи вищезгадані дані було виставлено наступний діагноз, який включав основне захворювання: Гострий назофарингіт з гіпертермічним та інтоксикаційним синдромами; та супутні захворювання: Епілепсія, неуточнена, без згадки про фармакорезистентну епілепсію. Функціональна диспепсія. Афтозний стоматит. Гострий лімфаденіт лівого підщелепного лімфатичного вузла. Лейкемоїдна реакція за нейтрофільним типом.

Було проведено лікування: розчин Анальгіну 0,2% при температурі вище 39 градусів, Но-шпа 0,2 та Нурофен 20,0, Кверцитинова мазь змащувати афту 4 рази на день, Ксиліт 200,0 + Глюкоза 150,0. Діацеф 600 мг 2 рази на день, Фуцис 50 мг 1/3 таблетки 1 раз на день, Фенобарбітал 0,01 1 раз на день, Преднізолон 25 мг внутрішньовенно крапельно на 50 мл фіз. розчину, Левофлоксацин 125 мг 1 раз на день внутрішньовенно крапельно, соляний розчин в ніс 4 рази на день. Пентоксифілін 60 мг 3 мл на 100 мл фіз. розчину внутрішньовенно, Еметон 1,0 мл внутрішньовенно струйно, Сметта 2 пакетики на добу 3 рази на день, Бетаргін 1 флакон на добу, Сибазон 0,5% 2,0 мл, Натрій оксibuтират 20% 10,0 мл. Стан дитини покращився і хлопчик був виписаний додому після перебування в стаціонарі протягом 13 днів.

У період між атаками стан дитини був задовільний, скарг і порушень самопочуття батьки не відмічали. Через 30 днів пацієнт повторно поступив зі скаргами на судоми генералізованого характеру на фоні високої температури тіла. Об'єктивно було виявлено, що загальний стан – близький до середньої важкості, положення активне, свідомість ясна, поведінка активна. Шкірні покриви бліді, чисті, «тіні» під очима. Задня стінка глотки рожева, мигдалики без особливостей, язик вологий. На другу добу повторного стаціонарного лікування з'явився афтозний стоматит з екзантемою. Підщелепні, передньо та задньошийні лімфатичні вузли не пальпуються, неболючі та незлучені з навколишніми тканинами. Межі серця в межах вікової норми, аускультативно



діяльність серця ритмічна, тони звучні, систолічний шум в усіх точках вислуховування. АТ- 85/50 мм.рт.ст, ЧСС 123 уд/хв. Перкуторно над легенями ясний легеневий звук, аускультативно - везикулярне дихання, ЧД 28/хв. Сатурація - 96%. Живіт при пальпації м'який, неболючий. Печінка по краю реберної дуги, неболюча, поверхня гладка. Сечопуск вільний, симптом Пастернацького негативний. Селезінка не збільшена. Випороження калу 1 раз на добу без патологічних домішок.

В загальному аналізі крові було виявлено знижений гематокрит (0,335 л/л), зниження P-LCR (16,2 %), нейтрофільний лейкоцитоз, лімфоцитоз (3,9), моноцитоз (1,27). На другий день перебування в стаціонарі в біохімічному аналізі крові було виявлено підвищення рівня: ЛФ (168 Од/л), ЛДГ (585 Од/л), зниження концентрації креатиніну (27 мкмоль/л).

Було взято мазок із зіву та виділено *S. Haemolyticus*- ріст масивний; *N. Flava* - ріст масивний; *C. Albicans* - ріст масивний. При взятті мазку із носа виділено *S. Saprophyticus*, поодинокі колонії. Результат ІФА до вірусу Епштейн-Барра негативний. При дослідженні Т-клітинної ланки жодних патологічних відхилень від референтних значень виявлено не було. В загальному аналізі сечі патологічних змін не виявлено. Було проведено Ехо-КГ, яка не показала патологічних змін. На ЕКГ електрична вісь відхилена вправо. На УЗД лімфатичних вузлів візуалізуються верхньо-шийні лімфатичні вузли з обох сторін розмір 9 x 18,5 мм, всі інші групи розміром 6,5 x 10,5 мм. При даній госпіталізації було діагностовано, як основне захворювання: Гостра інфекція верхніх дихальних шляхів з множинними локалізаціями. Ентеровірусний везикулярний стоматит з екзантемою. Супутні захворювання: Епілепсія, неуточнена, Гострий шийний лімфаденіт. Було проведено лікування, що включало жарознижуючу, протівірусну (загальну та топічну), протигрибкову, протисудомну та антибактеріальну терапію двома курсами антибактеріальних середників (Амоксициліном та Цефтазидимом). Гіпертермію вдалось купірувати за допомогою внутрішньовенного введення 25 мг преднізолону.

Стан дитини покращився і вона була виписана додому після перебування в стаціонарі протягом 14 днів. За допомогою додаткових лабораторних та інструментальних методів обстеження системна патологія сполучної тканини та ревматичні захворювання були виключені.

Проте через 28 днів епізод гіпертермії повторився та був стабілізований внутрішньовенним введенням преднізолону.

Обговорення та висновки.

На основі даної клінічної картини: періодичні епізоди лихоманки, що розпочинаються у віці до 5 років і повторюються з регулярними інтервалами від 26 до 30 днів, мають раптовий початок та характеризуються швидким підвищенням температури до високих цифр ($>39^{\circ}\text{C}$); загальні симптоми порушення стану в поєднанні із нижче наведеними симптомами: шийний лімфаденіт, афтозний стоматит, тонзиліт (фарингіт); позитивні лабораторні маркери гострого запалення (лейкоцитоз; збільшена швидкість осідання еритроцитів, високий рівень С-реактивного білка); швидка реакція на глюкокортикостероїдне лікування; повна відсутність симптомів захворювання



між епізодами лихоманки вказують на підтвердження у даного пацієнта синдрому Маршала [1]. Наведений клінічний випадок пояснює складність діагностики синдрому Маршала, який маскується різними інфекційними захворюваннями. Нераціональне антибактеріальне та протівірусне медикаментозне лікування не тільки не дає ефекту, а й ще погіршує загальний стан пацієнта. Тому лікарям багатьох спеціальностей необхідно пам'ятати про докладний збір анамнезу пацієнтів та їх батьків, а також звертати увагу на періодичність виникнення описаних вище симптомів та їх комбінації [1]. При підозрі на синдром Маршала необхідно призначати з діагностичною, лікувальною та профілактичною метою глюкокортикостероїди, адже вони є основою патогенетичного лікування даного синдрому.

Література:

1. Д.С. Хапченкова, С.О. Дубина PFAPA-синдром: літературний огляд та власне клінічне спостереження, Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна.
2. Синдром Маршала або PFAPA синдром: огляд Progress.
3. The First International Conference on Periodic Fever, Aphthous Stomatitis, Pharyngitis, Adenitis Syndrome Liora Harel, MD^{1,2}, Philip J. Hashkes, MD, MSc^{3,4}, Sivia Lapidus, MD^{5,6}, Kathryn M. Edwards, MD^{7,8}, Shai Padeh, MD^{2,9}, Marco Gattorno, MD^{10,11}, and Gary S. Marshall, MD¹ THE JOURNAL OF PEDIATRICS.
4. Синдром Періодичної Лихоманки, Афтозного стоматиту, Фарингіту та шийного лімфаденіту (PFAPA) <https://extempore.info/uk/>.
5. A comparative study for the clinical features in children with PFAPA syndrome who were diagnosed before and after the age of five, Ali Kanık^aKayıElişik^bEsraToprakKanık^cYavuzDemirçelik^bBeldeKasapDemir^d). International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.

Abstract. Nowadays, Marshall's syndrome or PFAPA syndrome is considered to be common among young children and refers to auto-inflammatory diseases. The syndrome occurs more often in male children and does not depend on seasonality or place of residence. Due to the complexity of diagnosis and insufficient study of this disease, Marshall syndrome is often masked by other diseases. This article presents a clinical case that explains the complexity of diagnosing Marshall's syndrome, which is masked by various infectious diseases. Irrational antibacterial and antiviral drug treatment not only has no effect, but also worsens the patient's general condition. Therefore, doctors of many specialties must remember to collect a detailed history of patients and their parents, as well as pay attention to the frequency of occurrence of the symptoms described above and their combination [1]. When Marshall's syndrome is suspected, it is necessary to prescribe glucocorticosteroids for therapeutic and prophylactic purposes, because they are the basis of the pathogenetic treatment of this syndrome.

Key words: Marshall's syndrome (PFAPA syndrome), autoinflammatory diseases, pathogenetic treatment, glucocorticosteroids, periodic fever, aphthous stomatitis, pharyngitis, cervical lymphadenitis, disease history, childhood.

Науковий керівник: канд.мед.наук, доцент Гаріян Т.В.
© Бондарук Б.О., Трохимчук А.В.



MODERN VIEW OF PHYSICAL THERAPY IN PEOPLE WITH INTRACRANIAL BRAIN TUMORS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ФІЗИЧНУ ТЕРАПІЮ У ЛЮДЕЙ З ВНУТРІШНЬОЧЕРЕПНИМИ ПУХЛИНАМИ МОЗКУ В ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ

Hunts V.D/ Гунц В.Д.
asp./асп.

National University of Ukraine on Physical Education and Sports,
St. Physical Education, 1, Kyiv-150, Ukraine, 03150
Національний університет фізичного виховання і спорту,
вул. Фізичного виховання, 1, Київ-150, Україна, 03150

Bannikova R.M/ Баннікова Р.О.
с.с., as.prof. / к.н., доц

National University of Ukraine on Physical Education and Sports
St. Physical Education, 1, Kyiv-150, Ukraine, 03150
Національний університет фізичного виховання і спорту,
вул. Фізичного виховання, 1, Київ-150, Україна, 03150

Abstract. Background: Combating malignant brain neoplasms is among the major health care challenges in Ukraine, with high relevance of this issue stemming from its constantly increasing incidence rate, difficulties with timely diagnosis, high costs and complexity of treatment, and increased rates of patient disability and mortality. Introduction of up-to-date surgical intervention methods contributes to a significantly improved prognosis of treatment and encourages the development of comprehensive rehabilitation methods for patients with this nosology, among which a certain role is to be played by physical therapy measures.

Objective: To identify the challenging issues of physical therapy in persons with brain tumors in the postoperative period.

Sample: Online information resources, specialized periodicals of Ukraine and foreign specialized publications, Medline, PubMed, Medscape, Cochrane Library databases were analyzed.

Methods: theoretical analysis, synthesis and generalization of data from research and methodological literature on the use of physical therapy measures in patients after brain neoplasm removal.

Results: The analysis of available literature found no specific methodological recommendations for programming of physical therapy measures in persons with intracranial brain tumors in the postoperative period.

Conclusions: Research and methodological literature addresses the use of physical therapy measures in the postoperative rehabilitation of brain tumor patients in a highly restricted manner, and this highlights the need for further scientific research in this area.

Key words: Brain Tumor, Physical Therapy, Postoperative Period

INTRODUCTION

The world is experiencing an increase in the incidence of brain tumors. Neuroepithelial tumors - gliomas diagnosed in 55% of patients (Polishchuk, 2019) account for a significant proportion of tumors which are commonly known as primary brain tumors. According to the Central Brain Tumor Registry of the United States (CBTRUS), the incidence rate of primary central nervous system tumors in the U.S. ranges from 2.3 to 23.41 (age-specific) cases per 100,000 inhabitants, and the mortality rate - from 0.5% to 20.2% cases per 100,000 inhabitants (Ostrom et al., 2019). Epidemiological study data available from the Western European countries



regarding the glial brain tumor incidence rates show about 12.8 cases per 100,000 inhabitants in males and 5.8 - 9.3 cases in females with an annual increase of 0.6 - 0.9% (Hansen et al., 2020). According to data for 2019 available from the Public Health Center of the Healthcare Ministry of Ukraine, the rates of primary brain tumors ranged from 4.8 to 6.1 cases per 100,000 inhabitants. At the same time, the incidence rate of metastatic (secondary) brain tumors is significantly higher and, according to various estimates, exceeds the incidence rate of primary brain tumors by 4-5 times (Pedachenko, 2019). Surgery is the basic method of treating brain tumors. Over the past decade, competencies and skills with which neurosurgical interventions are performed have been significantly enhanced and now under modern conditions it is possible to remove brain tumors which were earlier regarded as inoperable (Pedachenko, 2019). And owing to the current advancements in neuroresuscitation, early postoperative rehabilitation of patients can be started as soon as possible and thus patients may recover their motor functions and quality of life at a faster pace. However, it should be taken into account that surgical removal of tumors, in its turn, is associated with the risk that neurological deficits may occur or further develop (Berger et al., 2019). Incomplete reversibility of motor, speech and cognitive disorders lead to a long-term and often manifested disability of patients.

OBJECTIVE

Based on the data obtained through an analysis of reference literature, to identify challenging issues of physical therapy in persons with brain tumors in the postoperative period.

SAMPLE

Online information resources, specialized periodicals of Ukraine and foreign specialized publications, and Medline, PubMed, Medscape, Cochrane Library databases were analyzed. In addition to electronic search, reference lists of all retrieved review articles and primary studies were manually checked to identify other studies which were not found by electronic keyword search.

METHODS

The data from research and methodological literature on the use of physical therapy measures in patients after brain neoplasm removal were subjected to a theoretical analysis, synthesis and generalization.

RESULTS

Risk factors

A considerably increased incidence rate of brain tumors which has occurred over the past decades is associated, on the one part, with an enhanced availability of methods for early tumor process diagnosis and, on the other part, with an unfavorable demographic situation, high pollution rates and other negative socio-economic factors. Brain tumors grow because of exogenous and endogenous factors, namely: heredity, effects of carcinogens, dysembryogenesis, unfavorable environmental situation, neuropsychological disorders, penetration of viruses, injuries, harmful effects of ultraviolet and gamma rays, population aging, consequences of the Chernobyl disaster, as well as other negative factors (Polishchuk, 2019; Dereka, 2020; Kolesnyk et al., 2020).



Symptoms

The clinical picture of a primary or metastatic brain lesion is characterized by general brain and focal symptoms, and also by meningeal syndrome which is less common (Hansen, 2020). All brain tumors, including non-malignant ones, lead to long-term disabling consequences both because of the tumor itself and because of the effect of its treatment. They can cause fatigue, pain, lymphedema, neuropathies, balance and mobility disorders, ataxia, convulsions, sensitivity disorders, spasticity, speech disorders, dysphagia, aphasia, impaired muscle strength, impaired attention and memory, visual perception deficit, impaired cardiopulmonary function, bladder and bowel disorders, sexual dysfunction, and cognitive and psychosocial problems. The most common manifestation of brain tumors is progressive neurological deficit (68%) in the form of movement disorders (45%). Headache occurs as a primary symptom in 54% of cases, epileptic seizures - in 26% (Polishchuk, 2019).

Treatment

Brain tumor treatment methods include surgical removal, radiotherapy, and antitumor medicinal treatment (Barzilai et al., 2019). Modern neurosurgical technologies that significantly improve surgery efficacy and reduce brain trauma include neurosurgical navigation systems, laser and endoscopic technologies, operating microscopes, and ultrasonic aspirators (Pedachenko, 2019). Considerable advancements in technology and continuous improvement of surgical and conservative treatment methods ensure a significant decrease in the fatal case rate and a reduction in the overall proportion of postoperative persistent motor function disorders (about 30%), and create a reserve of time for further radiotherapy and chemotherapy (Yu et al., 2019).

Physical therapy

It has long been believed that the use of physical factors in patients with brain disorders is absolutely contraindicated, and physical therapy was generally incompatible with treatment of such patients. In recent years, there has been an upsurge of interest in the potential of using physical therapy measures in patients who had their brain tumors removed (Stucki, Bickenbach, 2017).

However, today functional movement disorders, training in movement skills and self-care, adaptation to environmental conditions in patients of this category remain an incompletely explored issue, although relevant literature shows that persons who had brain tumors removed were willing to do physical exercises (Hansen et al., 2020).

The analysis of the findings of a number of recent scientific studies confirms that using therapeutic exercises in patients of this category is safe, and this affords ground for talking about the potential benefit of introducing physical therapy into the neuro-oncology practice. Thus, Marciniak et al. (2001) also demonstrated the efficacy of inpatient rehabilitation in persons with brain tumors. The data provided by these authors show higher FIM-scale scores of the functional independence level not only in persons after removal of low-grade gliomas, but also in persons who had more histologically aggressive types of tumors. Fu et al. (2010) found that patients with high-grade anaplastic astrocytoma demonstrated a higher increase in general functional independence figures but spent a longer time at an inpatient rehabilitation



facility as compared to patients with low-grade anaplastic astrocytoma. However, the authors emphasize the need for further research. Bartolo et al. (2012) proved the efficacy of rehabilitation in persons who had a brain tumor removed, which efficacy was evidenced by an improved functional status of patients regardless of the tumor type. Khoroshun (2013) describes improved quality of life of persons with brain tumors in the postoperative period which was achieved owing to comprehensive rehabilitation treatment with the use of physiotherapeutic procedures (electrical stimulation and laser therapy), kinesitherapy and massage. A retrospective study by Mix et al. (2017) showed that brain tumor patients who underwent rehabilitation in inpatient medical facilities in the USA improved their motor function; however, the findings of this statistical analysis underline the need for further research in this area. Granata et al. (2018) proved that regular physical exercise can increase the serotonin level thereby raising a person's spirits, alleviating depression and anxiety symptoms in patients with malignant brain tumors, and also helping alleviate chronic pain manifestations. Khosravi et al. (2019) demonstrated the efficacy of strength and combined exercises in patients with cancer diseases. Hansen et al. (2020) noted a slight improvement in social household skills and quality of life which was achieved exclusively through occupational therapy classes in persons with glial brain tumors at the stage of anticancer treatment. Systematic reviews by Morales et al. (2022) performed to summarize the data on the impact of physical therapy on the health of children with malignant brain neoplasms proved that using therapeutic exercises after brain tumor treatment is efficient and safe.

The cognitive disorder progression rate is an essential element in controlling the efficacy of rehabilitation measures (Richard et al., 2019). Studies assessing results of cognitive rehabilitation of persons with brain tumors appeared only recently in research literature (Richard et al., 2019). Improvement of cognitive functions and quality of life in brain tumor patients was noted by Locke et al. (2008) using the Functional Assessment of Cancer Treatment–Brain (FACT-BR) version. Gehring et al. (2009) in their studies evaluated the impact of a multi-domain cognitive rehabilitation program on the objective and subjective assessment of cognitive functions in glioma patients. Improvements in attention, memory and executive functions were noted. Zucchella et al. (2013) found cognitive function improvements in patients with mixed primary brain tumors after early inpatient cognitive rehabilitation. Khan et al. (2015) noted that the use of the multidisciplinary approach resulted in a positive effect of rehabilitation interventions which was manifested in the improved functional abilities and cognitive functions of brain tumor patients. Yu et al. (2019), through Fugl-Meyer functional assessment (FMA), Berg Balance Scale (BBS), the Korean version of the Modified Barthel Index (K-MBI), the Korean version of the Mini-Mental State Examination (K-MMSE) proved the efficacy of physical therapy based on strength training by active-passive exercises, training of balance and general endurance, learning to walk, ergotherapeutic exercises aimed at improving the body's cognitive functions, proprioceptive neuromuscular stimuli of the upper limbs, and daily life training. A study by Dick et al. (2019) emphasized a positive impact of physical therapy measures on cognitive functions (memory, attention, visual-spatial orientation) without medicinal treatment.



DISCUSSIONS

Data available from literature show that persons who had brain tumors removed are willing to do physical exercises (Hansen et al., 2020). However, the possibility of applying complex rehabilitation care in the context of disability and daily functioning of patients of this category has not been sufficiently explored (Hojan, Gerreth, 2020). There is a lack of reliable information about the structure and organization of rehabilitation care for brain tumor patients in the postoperative period. A certification system with clearly defined criteria for rehabilitation care efficacy has not so far been established. All of the above-mentioned neurological complications and disabilities highlight the need for the use of modern physical therapy approaches based on the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) (Bornbaum et al., 2013). With certain areas where biopsychosocial care for oncology patients is limited in terms of such aspects as: quality of life, co-morbidities and health status, today ICF remains a universal system and a practical tool for efficient classification and description of patient functioning (Stucki, Bickenbach, 2017). Based on a systematic analysis and assessment of all functioning levels, ICF makes it possible to use the relevant schemes for evaluating changes in the planned therapy results at a specific stage of rehabilitation treatment.

CONCLUSIONS

1. The analysis of available literature found no specific methodological recommendations for programming of physical therapy measures for the thematic contingent of patients. The sources in place offer nothing more than general mentions of the benefit and safety of therapeutic exercises in patients of this category, and this highlights the need for further scientific research in this area.

2. It is considered appropriate to create and approve differentiated programs of physical therapy for patients who had brain neoplasms removed in the postoperative period based on a modern approach according to the International Classification of Functioning which has a focus on the level of structure and functions of the body.

References

1. Bartolo M., Zucchella C., Pace A. et al. Early rehabilitation after surgery improves functional outcome in inpatients with brain tumours. *J. Neurooncol.* 2012; 107:537–544.
2. Barzilai O., Ben Moshe S., Sitt R. et al. Improvement in cognitive function after surgery for low-grade glioma. *J Neurosurg.* 2019;130(2):426-434.
3. Berger A., Tzarfati G, Costa M. et al. P04.06 The incidence and impact of post-operative stroke in surgery for LGG. *Neuro Oncol.* 2019; 21:29 -30.
4. Bornbaum C.C., Doyle P.C., Skarakis-Doyle E. et al. A critical exploration of the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) framework from the perspective of oncology: recommendations for revision. *Multidiscip Healthc.* 2013; 6:75-86.
5. Dereka T. Dependence of public health on country's economic indicators. *Zdravotnicke Listy.* 2020; 8(2):82-90.
6. Dick K.W., Crespi C.M., Petersen L. et al. Pennsylvania Identification of cancer-related cognitive impairment using FACT-Cog-perceived cognitive



impairment. *The spectrum of JNCI cancer*. 2019; 4:46-52.

7. Fu J.B., Parsons H.A., Shin K.Y. et al. Comparison of functional outcomes in low- and high-grade astrocytoma rehabilitation inpatients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2010;89:205–212.

8. Gehring K., Sitskoorn M.M., Gundy C.M. et al. Cognitive rehabilitation in patients with gliomas: a randomized, controlled trial. *Journal of Clinical Oncology*. 2009; 27(22):3712–3722.

9. Granata C., Jamnick N.A., Bishop D.J. Training-induced changes in mitochondrial content and respiratory function in human skeletal muscle. *Sports Medicine*. 2018;48(8):1809-1828.

10. Hansen A., Pedersen C.B., Jarden J.O. et al. Effectiveness of Physical Therapy– and Occupational Therapy–Based Rehabilitation in People Who Have Glioma and Are Undergoing Active Anticancer Treatment: Single-Blind, Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2020; 100(3):564–574.

11. Hojan K., Gerreth K. Can Multidisciplinary Inpatient and Outpatient Rehabilitation Provide Sufficient Prevention of Disability in Patients with a Brain Tumor. A Case-Series Report of Two Programs and A Prospective, Observational Clinical Trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020; 17(18): 64-88.

12. Khan F., Amatya B., Ng L. et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary treatment of brain tumor. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015(8): CD009509.

13. Khosravi N., Stone L., Farajivafa V. et al. Exercise training, circulating cytokine levels and immune function in cancer survivors: a meta-analysis. *Brain, behavior, and immunity*. 2019; 81:92-104.

14. Khoroshun A.P. Postoperative rehabilitation and quality of life of patients with glial brain tumors. *Collection of scientific works of staff member of P.L. Shupyk NMAPE*. Kyiv. 2013; 22:238-243.

15. Kolesnyk Y., Sheiko V., Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. *Zdravotnicke Listy*. 2020; (8)4: 36-42.

16. Locke D.E., Cerhan J.H., Wu W. et al. Cognitive rehabilitation and problem-solving to improve quality of life of patients with primary brain tumors: A pilot study. *J. Support. Oncol.* 2008;6:383–391.

17. Marciniak C.M., Sliwa J.A., Heinemann A.W. et al. Functional outcomes of persons with brain tumors after inpatient rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:457–463.

18. Mix J.M., Granger C.V., LaMonte M.J. et al. Characterization of cancer patients in inpatient rehabilitation facilities: a retrospective cohort study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98:971–980.

19. Morales J.S., Valenzuela P.L., Velázquez-Díaz D. et al. Exercise and Childhood Cancer—A Historical Review. *Cancers*. 2022; 14(1): 82.

20. Ostrom Q.T., Cioffi G., Gittleman H. et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2012-2016. *Neuroncol.* 2019; 21(5):1-100.

21. Polishchuk M.E. Neurosurgeon, nota bene! ... brain! Endovascular Neuroradiology. 2019; 3(29):80-87.



22. Reilly J.M., Gundersen A.I., Silver J.K. et al. A Comparison of Functional Outcomes between Patients Admitted to Inpatient Rehabilitation after Initial Diagnosis Versus Recurrence of Glioblastoma Multiforme. *PM R*. 2020; 12(10):975–983.

23. Richard N.M., Bernstein L.J., Mason W.P. et al. Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in brain tumor patients: A pilot randomized controlled trial. *J. Neurooncol*. 2019;142:565–575.

24. Standardization in neurosurgery. Part 2. Neuro-oncology. According to the editors' academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, prof. E.G. Pedachenko Kyiv: State Institution Romodanov Neurosurgery Institute National Academy of Medical Science of Ukraine, 2019. 152.

25. Stucki G., Bickenbach J. Functioning: the third health indicator in the health system and the key indicator for rehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2017; 53(1):134-138.

26. Yu J., Jung Y., Park J. et al. Intensive Rehabilitation Therapy Following Brain Tumor Surgery: A Pilot Study of Effectiveness and Long-Term Satisfaction. *Ann Rehabil Med*. 2019; 43(2): 129–141.

27. Zucchella C., Capone A., Codella V. et al. Cognitive rehabilitation for early post-surgery inpatients affected by primary brain tumor: A randomized, controlled trial. *J. Neurooncol*. 2013;114:93–100.

The article has been sent: 20.11.2022

Hunts.V.D.



УДК 616.8: 615.8:

APPLICATION OF TRANSCRANIAL MICROPOLARIZATION AND THE NEURAC METHOD ON THE REDCORD SYSTEM IN THE COMPLEX RECOVERY OF PATIENTS AFTER SCI**ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСКРАНІАЛЬНОЇ МІКРОПОЛЯРИЗАЦІЇ ТА МЕТОДИКИ NEURAC НА СИСТЕМІ REDCORD У КОМПЛЕКСНОМУ ВІДНОВЛЕННІ ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ГПМК****Tolok V. S. / Толок В. С.,***Student / студент*

ORCID: 0000-0002-3244-607X

Brazhaniuk A. O. / Бражанюк А. О.,*PhD / доктор філософії*

ORCID: 0000-0001-9422-0685

*Chernivtsi National Yurii Fed'kovych University,**Chernivtsi, Kotsiubynsky str. 2, 58008**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,**м. Чернівці, вул. Коцюбинського 2, 58008.*

Анотація. Стаття присвячена теоретичному обґрунтуванню та практичному підтвердженню ефективності поєднання транскраніальної мікрополяризації та методики Neurac на системі Redcord у комплексній програмі фізичної реабілітації хворих після перенесеного ішемічного інсульту. В дослідженні експериментально підтверджено позитивні результати поєднання підбраного комплексу для відновлення моторного контролю, що сприяло покращенню рухової функції, рівноваги, чутливості і функціонування, а також покращення когнітивних функцій та суб'єктивної оцінки якості життя.

Ключові слова: гостре порушення мозкового кровообігу, інсульт, спастичний геміпарез, комплексна програма фізичної терапії, реабілітація, мікрополяризація, Redcord.

Вступ. На сьогоднішній день у світі існує тенденція до зростання неврологічних захворювань. Організація Об'єднаних націй прогнозує підвищення кількості літніх людей на 30% в період з 2017 по 2050 роки, що, як відмічають експерти, є однією із причин збільшення випадків неврологічних захворювань [1]. Україна не є виключенням. Серед усіх патологій неврологічного спектру найбільш значущими залишаються захворювання головного мозку пов'язані із судинною патологією. Гостре порушення мозкового кровообігу, а саме ішемічний інсульт – займає провідне місце [2]. За даними ВООЗ, у світі в середньому 200 ішемічних інсультів припадає на 100 тис. населення на рік. В Україні 120 тис. людей щорічно страждають на ішемічний інсульт [3]. Це приблизно 290 випадків на 100 тис. населення, що вище ніж середній показник в інших країнах. Близько 40% виникнення інсультів в Україні припадає на людей працездатного віку [4].

Постановка проблеми. Виживання після виникнення мозкового інсульту має не втішну статистику, а саме: смертність, зважаючи на офіційну статистику, становить близько 38% щорічно; серед 62% тих, хто вижив, тільки 10-15% повертаються до повноцінного життя. Решта залишається значною мірою обмеженою в реалізації свого трудового потенціалу та стає соціально-економічним тягарем для суспільства [5].



Клінічна картина інсульту характеризується великою кількістю рухових порушень. Одним з найбільш важливих чинників якісного відновлення після інсульту являється реабілітація. Існуючі програми фізичної терапії направлені більше на профілактику виникнення ускладнень та пристосування пацієнта до порушених рухових можливостей, однак не забезпечують в достатній мірі відновлення втрачених функцій [2]. Саме тому, на сьогоднішній день, тема розробки, комбінації та впровадження реабілітаційних методик для пацієнтів після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу не втрачає своєї актуальності.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати та практично підтвердити ефективність поєднання терапевтичних вправ, транскраніальної мікрополяризації та методики Neurac на системі Redcord у комплексній програмі фізичної реабілітації хворих після перенесеного ішемічного інсульту.

Методи дослідження. В процесі роботи проводився аналіз науково-методичної літератури, аналіз медичної документації, опитування, вимірювання, спостереження, педагогічний експеримент, функціональна діагностика, математична обробка одержаних даних.

Функціональне дослідження пацієнтів проводилося на початку та в кінці експерименту за допомогою оціночного теста Фугл-Мейєра (FMA) та короткого теста для оцінки когнітивних функцій (MMSE). Також на початку та в кінці дослідження використовувався короткий опитувальник якості життя (SF-12).

Оціночний тест FMA є інсультоспецифічною шкалою, що оцінює індекс ураження щодо різних видів діяльності. Він призначений для оцінки рухової функції, рівноваги, чутливості і функціонування суглобів у хворих із постінсультною геміплегією.

Оціночний тест Фугл-Мейєра складається з п'яти доменів і 226 балів в цілому:

- рухові функції (у верхніх і нижніх кінцівках);
- чутливість (оцінюється легкий дотик на двох поверхах рук і ніг, а також відчуття пози за 8 точками);
- рівновага (складається з 7 тестів, при проведенні 3 пацієнт знаходиться в положенні сидячи, ще 4 — в положенні стоячи);
- діапазон руху в суглобах (8 балів);
- біль у суглобах.

Бали розподілялись між доменами наступним чином:

- Оцінка рухової функції: діапазон від 0 (геміплегія) до 100 балів (нормальна рухова активність). Розділені на 66 балів для оцінки верхньої кінцівки та 34 бали для нижньої кінцівки.
- Чутливість: коливається від 0 до 24 балів. Розділені на 8 балів для оцінки легкого дотику і 16 балів для оцінки відчуття позиції.
- Рівновага: варіюється від 0 до 14 балів. Розділені на 6 балів для положення сидячи і 8 балів для положення стоячи.
- Діапазон руху у суглобах: коливається від 0 до 44 балів.
- Біль у суглобах: коливається від 0 до 44 балів [6].

Міні-тест психічного стану (MMSE) – це анкета з 30 пунктів, яка широко



використовується в клінічних і дослідницьких цілях для вимірювання когнітивних порушень. Він також використовується для відстеження перебігу когнітивних змін у людини з часом; що робить його ефективним методом документування реакції людини на реабілітацію.

Проведення тесту займає від 5 до 10 хвилин і перевіряє функції, включаючи реєстрацію (повторення названих підказок), увагу та розрахунок, пам'ять, мову, здатність виконувати прості команди та орієнтацію.

Переваги MMSE включають відсутність необхідності у спеціальному обладнанні або навчанні для адміністрування, а також висока достовірність та надійність [7].

Для оцінки якості життя використовувалась стандартна, багатофункціональна коротка форма опитування, що складається з 12 питань, вибраних з опитувальника якості життя SF-36 - SF-12 [8].

Матеріали дослідження. Експеримент проводився на базі ТОВ «Аватаж» м. Чернівці.

В дослідженні приймали участь пацієнти віком від 49 до 53 років із діагнозом «Стан після перенесеного ГПМК за ішемічним типом. Спастичний геміпарез». Всього у дослідженні прийняли участь 10 чоловіків та 2 жінки, що були порівно розділені на дві групи: контрольна та експериментальна. Обстеження фахівцями мультидисциплінарної команди показало, що стан всіх пацієнтів, які брали участь в дослідженні відповідав однорідності груп.

Курс реабілітації проводили по 22 дні: 6 днів на тиждень з перервою на 1 день. Контрольна група одержувала комплекс кінезіотерапевтичних вправ з поєднанням пасивної мобілізації суглобів за методикою реабілітаційного закладу (60 хвилин). В експериментальній групі в комплексну програму фізичної терапії ввели підібраний комплекс вправ по методиці Neurac на системі Redcord протягом 60 хвилин та курс транскраніальної мікрополяризації. ТКМП проводилась за наступною схемою: Два аноди розміщувалися в проекції фронтальної та тім'яної кори ураженої півкулі, а катод на ділянку передцентральної звивини. Сила використовуваного струму становила 350-400 мкА, час однієї процедури – 40 хв. Весь курс лікування включав 15 процедур.

Пацієнти контрольної групи одержували відновний комплекс, до якого входили пасивна мобілізація суглобів, лікувальний масаж та комплекс спеціально підібраних кінезіотерапевтичних вправ.

В комплексі експериментальної групи комплекс кінезіотерапевтичних вправ був замінений вправами з спеціально розробленого антиспастичного комплексу на системі Redcord, які були спрямовані на зниження проявів спастики. Використовувались методика Neurac на системі Redcord, спрямована на нейром'язову активацію м'язів ураженої половини тіла. Пацієнтам експериментальної групи для впливу на когнітивні процеси та для формування нейронних зв'язків (покращення нейропластичності) проводилась ТКМП по вказаній вище схемі.

Результати дослідження.

Вихідні дані контрольної та експериментальної груп, отримані перед проведенням дослідження суттєвих відмінностей не мали. Після збору вихідних



даних було зареєстровано наступні показники за оціночним тестом Фугл-Мейєра: середній показник контрольної групи – 45.1, середній показник експериментальної групи – 44.8. Обидва показники відповідають важкому ступеню ураження по класифікації Дункана (1994).

При проведенні повторної діагностики FMA в кінці дослідження було виявлено наступні показники: середній показник контрольної групи – 52.9, середній показник експериментальної групи – 60.1. При аналізі заключних даних за оціночним тестом Фугл-Мейєра був виявлений перехід експериментальної групи з категорії «Важкий ступінь ураження» в категорію «Помірний ступінь ураження». Приріст у відсотках по контрольній групі становив – 17.2%, у експериментальній групі – 34.1%.

Дані досліджень за оціночним тестом Фугл-Мейєра, проведених на початку та в кінці експерименту, та їх динаміку подано в таблиці №1.

Таблиця 1 - Приріст середніх показників в експериментальній та контрольній групах за FMA

	Контрольна група	Експериментальна група
Середній показник до експерименту	45.1	44.8
Середній показник після експерименту	52.9	60.1
Середній приріст у відсотках після проведення експерименту	17.2%	34.1%

Середні показники вихідних даних за міні-тестом психічного стану (MMSE) наступні: контрольна група – 23.7, експериментальна – 23.8. Інтерпретація даних: обидві групи відповідають верхній межі категорії легких когнітивних порушень, що ставить перед експериментом актуальність способу покращення когнітивних функцій, роль якого взяла на себе ТКМП.

Дані отримані в кінці експерименту: контрольна група – 24.0, експериментальна – 27.2. У контрольній групі динаміку приросту становила 1.2% та не дала змогу перейти у вищу категорію оцінки когнітивних порушень. Динаміка приросту у експериментальній групі – 14.2%. в кінці дослідження експериментальна група за шкалою MMSE була переведена у категорію «Відсутність когнітивних порушень».

Дані досліджень за MMSE, проведених на початку та в кінці експерименту, та їх динаміку подано в таблиці №2.

В кінці та на початку експерименту для контрольної та експериментальної групи було проведення опитування для визначення якості життя з використанням короткого опитувальника якості життя (SF-12).

Оскільки даний варіант визначення якості життя не має представлених нормативних значень інтерпретації даних, то, на основі того, що максимально можливий бал у кожному домені означає 100% задоволеність якістю життя, було розроблена аналогова шкала оцінки даних для переведення суб'єктивного оцінювання у динаміку відсоткового приросту.



Таблиця 2 - Приріст середніх показників в експериментальній та контрольній групах за MMSE

	Контрольна група	Експериментальна група
Середній показник до експерименту	23.7	23.8
Середній показник після експерименту	24.0	27.2
Середній приріст у відсотках після проведення експерименту	1.2%	14.2%

Середній показник обох груп до проведення експерименту становив по 30%. В кінці експерименту даний показник становив: у контрольній групі – 41% (приріст 11%), у експериментальній групі – 49% (приріст 19%). Аналізуючи кінцеві дані можна дійти до висновку, що якість життя у експериментальній групі по закінченню експерименту перевищувала показник контрольної.

Дані досліджень за SF-12, проведених на початку та в кінці експерименту, та їх динаміку подано в таблиці №3.

Таблиця 3 - Приріст середніх показників в експериментальній та контрольній групах за SF-12

	Контрольна група	Експериментальна група
Середній показник до експерименту	30%	30%
Середній показник після експерименту	41%	49%
Середній приріст у відсотках після проведення експерименту	11%	19%

Дані приросту усіх проведених досліджень графічно зображено в діаграмі поданій на рисунку 1.



Рис.1 Динаміка відсоткового приросту кінцевих даних.



Висновки.

Аналіз існуючих програм фізичної терапії пацієнтів після перенесеного ГПМК за ішемічним типом поданих у науково-методичних джерелах показує низьку ефективність застосування методик реабілітації без їх адекватних комбінацій.

Експериментальне дослідження ефективності поєднання транскраніальної мікрополяризації та методики Neurac на системі Redcord у комплексній програмі фізичної реабілітації хворих після перенесеного ішемічного інсульту показало позитивні результати щодо відновлення моторного контролю, що сприяло покращенню рухової функції, рівноваги, чутливості і функціонування суглобів, а також покращення когнітивних функцій та суб'єктивної оцінки якості життя.

Результати дослідження вказують на високу імовірність практичного застосування комбінації транскраніальної мікрополяризації та методики Neurac на системі Redcord у комплексній програмі фізичної реабілітації хворих після перенесеного ГПМК за ішемічним типом.

Література:

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2017 [Internet]. New York: United Nations 2017.
2. Рокошевська В. Фізична реабілітація хворих після перенесеного мозкового геморагічного інсульту в умовах стаціонару.; методичний посібник – Львів. 2010.
3. Building a stroke agenda for Ukraine: situation analysis 2021. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
4. Уніфікований клінічний протокол медичної допомоги. Ішемічний інсульт (екстрена, первинна, вторинна (спеціалізована) медична допомога, медична реабілітація). Затверджено Наказ Міністерства охорони здоров'я 03.08.2012 № 602.
5. Шевага В. М. Захворювання нервової системи : підручник / В. М. Шевага, А.В. Паєнок. - Л: Світ, 2004. - 520 с.
6. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. Scandinavian journal of rehabilitation medicine. 1975;7(1):13-31.
7. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res. 1975 Nov; 12(3):189-98.
8. Ware J, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. Med Care. 1996. 34; 3:220-33.

Abstract. The article is devoted to the theoretical justification and practical confirmation of the effectiveness of the combination of transcranial micropolarization and the Neurac technique on the Redcord system in the comprehensive program of physical rehabilitation of patients after an ischemic stroke. The study experimentally confirmed the positive results of the combination of the selected complex for the restoration of motor control, which contributed to the improvement of



motor function, balance, sensitivity and joint functioning and reduction of spasticity, as well as improvement of cognitive functions and subjective assessment of quality of life.

Keywords: *acute cerebrovascular accident, stroke, spastic hemiparesis, comprehensive program of physical therapy, rehabilitation, micropolarization, Redcord.*

Стаття відправлена: 24.11.2022 р

© Толок В. С.



COGNITIVE FUNCTIONS IN GENERAL HEAT INJURY (literature review) КОГНІТИВНІ ФУНКЦІЇ ПРИ ЗАГАЛЬНІЙ ТЕПЛОВІЙ ТРАВМІ (літературний огляд)

Kravets O.V. / Кравець О.В.

ORCID: 0000-0003-1340-3290

Mizjakina K.V. / Мізякіна К.В.

Yekhalov V.V. / Єхалов В.В.

ORCID: 0000-0001-5373-3820

Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна
Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine.

Анотація. У зв'язку з глобальним потеплінням клімату значно збільшилася кількість постраждалих внаслідок загального ненавмисного перегрівання організму. Серед клінічних ознак цього патологічного стану певне значення мають порушення когнітивних функцій, але у вітчизняних доступних спеціальних наукових джерелах цьому питанню майже не приділено уваги. На основі результатів зарубіжних досліджень та власного клінічного досвіду автори спробували висвітлити основні закономірності виникнення, перебігу та прогнозування розладів когнітивних функцій у постраждалих з тепловим стресом та тепловим ударом. Автори сподіваються що зібрана інформація стане в пригоді військовим лікарям, невропатологам, фахівцям інтенсивної терапії та співробітникам рятувних служб.

Ключові слова: тепловий стрес, тепловий удар, групи ризику, когнітивна дисфункція.

У спеку і думки рідкі.

Рей Бредбері (1953)

За результатами численних сучасних мультицентричних досліджень доведено, що середнє підвищення температури за останні 50 років склало приблизно 0,8 °C, за прогнозом до кінця цього сторіччя вона підвищиться ще на 3-4 °C [1,2]. За останній час теплові ураження зайняли одне з провідних місць серед десяти основних світових причин смертності внаслідок стихійних лих [3].

Нині близько 30% населення наражено на небезпеку перевищення припустимого температурного порогу тривалістю не менше 20 днів на рік [4].

Тепловий стрес (ТС) та тепловий удар (ТУ) є певною проблемою військової медицини та безпеки осіб, які мешкають та працюють у спекотному кліматі, працівників "гарячого" виробництва, пожежників, рятувальників, спортсменів, шахтарів, опалювачів, кухарів тощо [1,5,6].

Загальне перегрівання організму досить часто супроводжується порушеннями когнітивних функцій індивіда, але у вітчизняних доступних спеціальних наукових джерелах цьому питанню майже не приділено уваги. На основі результатів зарубіжних досліджень та власного клінічного досвіду автори спробували висвітлити основні закономірності виникнення, перебігу та прогнозування розладів когнітивних функцій у постраждалих з ТС та ТУ.

Порушення здатності розуміти, пізнавати, вивчати, усвідомлювати, сприймати і переробляти зовнішню інформацію, зниження концентрації уваги та погіршення пам'яті є найбільш частими неврологічними симптомами при ТС. При зниженні зазначених мнестико-інтелектуальних функцій (з урахуванням



початкового рівня) мова йде про когнітивні порушення, тобто про когнітивний дефіцит. Когнітивна функція в основному включає два загальні питання: як інформація обробляється в мозку і як контролюється поведінка. В останньому рухові гальмування є важливою навичкою для адаптованої поведінки, яка потребує рухового контролю. У процесі прийняття рішень виконавча та гальмівна функції координуються до функцій високого порядку. Один із потенційних механізмів, які клінічно змінюють церебральну гемодинаміку, пов'язаний зі зниженням когнітивних можливостей [7,8].

Підвищена температура мозку сама по собі сприяє зниженню когнітивної обробки. Гіпертермія знижує церебральний метаболізм у хвостатому тілі, оболонці, островці та задній частині поясної звивини, що може блокувати когнітивну нейронну мережу. Острівцеві має численні нейронні зв'язки, включаючи поясну кору, хвостату оболонку та таламус [9]. ТС різко знижує церебральну перфузію, коли центральна температура підвищується приблизно на 1,2 °C. Зниження церебральної перфузії, а також підвищена температура мозку можуть сприяти порушенням у нейронній мережі мозку та когнітивній обробці. У спекотному середовищі навмисне охолодження обличчя та/або голови є природною поведінкою для покращення теплового комфорту та зменшення збудження [9,10].

У пацієнтів із гострою гіпертермією досить часто мають місце ознаки неврологічних розладів, які швидко виникають і можуть виявлятися по-різному, включаючи когнітивну дисфункцію, збудження, судоми, дезеквілібрацію або порушення свідомості від летаргії до коми. Неврологічна дисфункція при тепловому ударі вперше документально описана військовим лікарем Діоном Кассієм ще за часів Римської імперії. Наявність когнітивної дисфункції входить до діагностичних критеріїв загального перегрівання організму [11,12].

Гіпертермія, навіть легка та короткочасна, може спричинити когнітивні порушення. Вона гостро впливає на увагу, пам'ять, аналіз та синтез інформації. Короткочасна обробка пам'яті може бути порушена більше, ніж процеси уваги [7,13]. У здорових добровольців пам'ять погіршувалась вже при внутрішній температурі 38,8 °C порівняно з нормотермією. Штучно індукована гіпертермія може спричинити такі порушення через 1-2 години після підвищення температури. Когнітивні зміни можуть виникати не саме під час гіпертермічного інсульту, а натомість розвиватися через короткий час (60–120 хвилин) після припинення дії теплового фактора [7,14].

Ділянки мозку, пов'язані з сигнальною мережею уваги, більше активувалися під час пасивної гіпертермії (премоторна кора, середня скронева доля та верхня тім'яна ділянка), але жодних змін у продуктивності не спостерігалось. Це може свідчити про те, що підвищена активація у цих зонах дозволяла зберігати увагу під час помірної пасивної гіпертермії [15].

При гіпертермії зв'язки навколо лімбічної системи збільшуються [13,16], що узгоджується зі змінами у пам'яті та здатності до навчання. Дорсолатеральна префронтальна кора (що бере участь у виконавчих функціях - пам'ять, пізнання та міркування) та внутрішньотім'яна борозна (що бере участь



в обробці інформації та пам'яті) також виявляють підвищену активність при гострій церебральній гіпертермії. І навпаки, зв'язки в інших частинах мозку, включаючи скроневі, лобні та потиличні ділянки, при гострій гіпертермії зменшуються [7,17].

Спричинені гіпертермією зміни формування короткочасної пам'яті також можна діагностувати за допомогою електроенцефалографії. Електрична відповідь мозку на певну когнітивну або сенсорну подію називається «подійним потенціалом» (ERP). Якщо мозок піддається ідентичному звуку, що повторюється, а потім вводиться альтернативний звук, ERP змінюється, що зветься «негативною невідповідністю» (MMN). MMN має значення у дослідженнях формування слухової пам'яті. У суб'єктів, які зазнавали гіпертермії протягом лише 1 години, спостерігається значне зниження MMN порівняно з контрольною групою, що узгоджується з клінічними спостереженнями зниження короткочасної пам'яті [7,18]. Гіпертермія з часом знижує й продуктивність робочої пам'яті [12].

Показники електроенцефалографії (ЕЕГ), записані під час когнітивних завдань, які виконувалися в спекотних умовах, можуть дати чітке уявлення про цей процес. Більшість досліджень ЕЕГ були зосереджені на тета-коливаннях (3-8 Гц) і альфа-хвилях (8-12 Гц) діапазонів потужності, оскільки це дозволяє розрізняти завдання з різним робочим навантаженням. Зміни потужності альфа-каналу, що обернені у пропорційній когнітивній обробці, свідчать про зниження альфа-активності під час виконання завдання формування концепції. Декілька інших повідомлень також показали зниження альфа-активності у зв'язку зі збільшенням складності завдань і найвищими навантаженнями на робочу пам'ять під час деяких когнітивних завдань. І навпаки, збільшення сили тета-активності в порівнянні зі станом спокою було зареєстровано під час робочої пам'яті і завдань на концентрацію. Передбачається, що таке збільшення сили тета-активності у лобній долі вказує на збільшення робочого навантаження та потребу в робочій пам'яті. Середня тета-активність збільшується до кінця виконання складних завдань коли добровольці втомлюються, але намагаються зберігати пильність. Підвищена тета-активність обумовлена збільшенням концентрації та підвищеною увагою, вона тісно пов'язана не з обсягом інформації, що обробляється, а з рівнем розумових зусиль, що витрачаються на виконання завдання. Таким чином, тета-коливання можуть вважатися кращим індикатором розумового навантаження та когнітивної втоми [7,19].

Помірна дегідратація мало впливає на виконання простих завдань, але погіршує швидкість і точність зорово-моторного відстеження, короткочасну пам'ять, увагу та арифметична ефективність. Втрати маси тіла на 2,8% через фізичні вправи або пасивний вплив тепла збільшує рейтинг втоми та порушення розрізнення й короткочасної пам'яті [19].

Якщо суб'єкти з гіпертермією добре гідратуються, когнітивні порушення можуть бути мінімальними, що дозволяє припустити, що частково когнітивна дисфункція пов'язана зі зневодненням. У більшості випадків пацієнти повністю одужують від гострої когнітивної дисфункції. У деяких, однак, залишаються



стійкі зміни уваги, пам'яті чи особистості. Вони можуть бути легкими чи важкими, аж до важкої глобальної деменції. Про них повідомлялося після ТС, ТУ та медикаментозної гіпертермії [7,20,21,22].

Тепловий стрес на робочому місці може прямо чи опосередковано впливати на когнітивні функції та обмін речовин або температуру тіла, частоту серцевих скорочень та кров'яний тиск та спричиняти соматичні та психічні розлади. Це зменшує робочу пам'ять, здатність обробляти інформацію та збільшує кількість помилок у роботі, що в кінцевому підсумку призводить до виникнення нещасних випадків [23]. Збільшення експозиції до теплових стресів призводить до зниження когнітивних функцій, особливо в професіях, які мають певний ступінь когнітивного навантаження [24]. Також було помічено, що під час тяжкої оперативної діяльності, такої як гасіння пожежі у спекотному середовищі, когнітивні здібності та прийняття рішень погіршуються, а підвищення температури тіла може вплинути на працездатність людей. Через високу схильність робітників нафтохімічної промисловості до теплового стресу їх когнітивна дисфункція може бути дуже небезпечною з точки зору стратегії безпеки та контролю [25]. Тепловий стрес може призвести до деяких змін когнітивних функцій операторів через відсутність комфорту, когнітивну втому, порушення, втрати свідомості тощо [12]. Когнітивні функції більш чутливі до теплових розладів та теплих умов навколишнього середовища, ніж фізіологічні реакції у гравців у хокей на траві [19,26]. Жінки можуть мати більше зниження когнітивних функцій у спекотному середовищі, що пов'язане з більшими порушеннями їх сприйманого теплового комфорту. Вікова різниця динаміки когнітивного рівня незначна [7,26,27]. Вивчення впливу термозахисного одягу на когнітивні реакції призвело до висновку, що у спекотних умовах збільшується кількість людських помилок, а використання охолоджуючих жилетів при гасінні пожежі покращувало когнітивні функції [25].

З психологічної точки зору є додаткові докази впливу сильної спеки як на поведінку, так і психічні стани. Існують наукові докази зв'язку сильної спеки та агресії. Одне стандартне відхилення підвищення температури може призвести до збільшення міжособистісного насильства на 4% та збільшення групової злочинності на 14%. Burke M. зі співавторами припускають, що до 2050 року підвищення температури на 2-10 °C через «міські острови тепла», спричинені асфальтовими й бетонними конструкціями та обмеженістю зелених насаджень, у порівнянні з сусідніми приміськими та сільськими населеними пунктами, може сприяти збільшенню літнього насильства у міських районах [28].

Частота самогубств (форма насильства, спрямована на власну особу), також зростає під час сильної спеки. Дослідження показують збільшення їх рівня на 0,7% у США та на 2,1% у Мексиці в періоди підвищення середньомісячної температури на 1°C. Прогнози, що ґрунтуються на глобальному потеплінні та передбачають відсутність скорочення викидів парникових газів, припускають, що до 2050 року в США та Мексиці може здійснитися від 9 000 до 40 000 доданих самогубств. Ці показники можна порівняти із впливом на кількість суїцидів через економічний колапс та безробіття [29].



Сон є важливою функцією для загального добробуту та здоров'я. Недосипання несприятливо впливає на настрій, депресію та когнітивні функції. Нормальний початок сну та його підтримка пов'язані зі зниженням внутрішньої температури тіла. Спекта сприяє безсонню, особливо при підвищеній вологості повітря. Це має значення для мешканців районів, де тепло накопичується всередині приміщень, та для людей, які не мають доступу до кондиціонування повітря у житлових приміщеннях [30].

Зазвичай при ТС когнітивна оцінка фіксує мінімальні порушення уваги із діапазоном цифр шість уперед та чотири тому. Безпосередня пам'ять здебільшого буває порушеною (II ступінь – «два слова з трьох»). Мовні функції страждають рідко, за винятком порушень письма та уповільненої мови. Найменування, повторення та розуміння зазвичай збережені. Дезорієнтації вправо-вліво, апраксії та зорових порушень зазвичай не буває [31].

Відновлення після ТУ зазвичай є повним. У поодиноких випадках стійкий неврологічний дефіцит викликає переважно мозочкову дисфункцію, тоді як когнітивний дефіцит зустрічається дуже рідко. Тільки у 12,5% пацієнтів були зареєстровані стійкі порушення пам'яті у поєднанні з результатами МРТ: двостороннього ураження таламуса або гіпокампу [32]. Деякі неврологічні наслідки (мозочкова атаксія, дизартрія, когнітивні розлади та антероградна амнезія) можуть зберігатися від кількох тижнів до місяців [33]. Здебільшого це м'які когнітивні розлади - когнітивна дисфункція, що не відповідає критеріям будь-якого іншого захворювання. Важливою особливістю є те, що порушення в когнітивному функціонуванні підтверджується нейропсихологічним тестуванням [34,35].

Але довготривала гіпертермія може призвести до незворотних когнітивних наслідків, незважаючи на зникнення набряку та нормальні результати МРТ, що ставить під сумнів думку про сильну кореляцію між даними візуалізації та клінічною картиною. Це вказує на роль точного нейропсихологічного обстеження та функціональної нейровізуалізації як передової практики у лікуванні ТС [32].

Як правило, більшість уражених зазвичай не направляють на детальну когнітивну оцінку та подальше спостереження. Таким чином, тонкі тривалі когнітивні порушення можуть залишитись непоміченими. Ці недоліки, хоч і незначні, можуть впливати на рухові, а також на інтелектуальні функції, які мають вирішальне значення у стресових військових умовах. Невідповідність між повним фізичним відновленням та когнітивним дефектом наголошує на необхідності такого спостереження [31].

Сучасний стан вивчення порушень когнітивних функцій при критичних станах дає можливість сформулювати базові принципи профілактики когнітивних розладів і відновлення нормальної роботи когнітивних функцій, впровадження яких має покращити наслідки у хворих після ТС та ТУ та якість їх життя у віддаленому періоді [35].

Автори сподіваються що зібрана інформація стане в пригоді військовим лікарям, невропатологам, фахівцям інтенсивної терапії та співробітникам рятувальних служб.



Література:

1. Johnson R.J., Sánchez-Lozada L.G., Newman L.S. Climate Change and the Kidney. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2019; v. 74 (suppl 3). P. 38–44. doi: 10.1159/000500344
2. Fischer E.M., Knutti R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy precipitation and high temperature extremes. *Nature Climate Change*, 2015. v. 5(6). P. 560–564.
3. Morch S.S., Andersen J.D.H., Bestle M.H. Heat Stroke: A Medical Emergency Appearing in New Regions. *Case Reports in Critical Care*, 2017. P. 6219236. <https://doi.org/10.1155/2017/6219236>
4. Global risk of deadly heat/ Mora C., Dousset B., Caldwell I.R. et al. *Nature Climate Change*, 2017. v. 7. P. 501–507. doi: 10.1038/nclimate3322
5. Goforth C.W., Kazman J.B. Exertional heat stroke in navy and marine personnel: a hot topic. *Critical Care Nurse*, 2015. v. 35. P. 52–59. doi:10.4037/ccn2015257.
6. Exertional heat illness among overweight U.S. Army recruits in basic training/ Bedno S.A., Li Y., Han W. et al. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 2010. v. 81(2). P. 107–11.
7. Walter E.J., Carraretto M. The neurological and cognitive consequences of hyperthermia. *Critical Care*, 2016. v. 20. n.a.199. P.1-8. doi: 10.1186/s13054-016-1376-4
8. Возрастные особенности когнитивных функций врачей-анестезиологов днепропетровского региона /Усенко Л.В., Климуненко Е.Н., Ехалов В.В., Площенко Ю.А., Кравец О.В., Сединкин В.А., Куц Е.А. *Медицина неотложных состояний*, 2018. №6(93). С.93-98. doi: 10.22141/2224-0586.6.93.2018.147650
9. Suppression of cognitive function in hyperthermia; In terms of executive and inhibitory cognitive processing/Shibasaki M. et al. *Scientific Reports*, 2017. v. 7, a.n. 43528. P.1-8. doi: 10.1038/srep43528
10. Blood flow distribution during heat stress: cerebral and systemic blood flow/ Ogoh S., Sato K., Okazaki K. et al. *Journal of cerebral blood flow and metabolism: official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 2013. v. 33. P. 1915–1920. doi: 10.1038/jcbfm.2013.149 (2013).
11. Jarcho S.A. Roman experience with heat stroke in 24BC. *Bulletin of the New York Academy of Medicine Abbreviation*, 1967. v. 43. P. 767–768.
12. Evaluating Effects of Heat Stress on Cognitive Function among Workers in a Hot Industry/Mazloumi A., Golbabaie F., Khani S.M. et al. *Health Promotion Perspectives*, 2014. v. 4(2). P. 240–246. doi: 10.5681/hpp.2014.031
13. Hyperthermia impairs the executive function using the Attention Network Test/ Sun G., Yang X., Jiang Q. et al. *International Journal of Hyperthermia*, 2012. v. 28(7). P. 621–626. doi: 10.3109/02656736.2012.705217.
14. Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing/ Morley J., Beauchamp G., Suyama J. et al. *European Journal of Applied Physiology*, 2012. v.112(5). P. 1733–1740. doi: 10.1007/s00421-011-2144-4.
15. Passive Heat Exposure Alters Perception and Executive Function/ Malcolm R.A., Cooper S., Folland J.P. et al. *Frontiers of Physiology*, 2018. V. 9. a.n. 585. P.1-



11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00585>

16. Hyperthermia impaired human visual short-term memory: an fMRI study/ Jiang Q., Yang X., Liu K. et al. *International Journal of Hyperthermia*, 2013. v. 29(3). P. 219–24. doi: 10.3109/02656736.2013.786141.

17. Hyperthermia-induced disruption of functional connectivity in the human brain network/ Sun G., Qian S., Jiang Q. et al. *PLOS ONE*, 2013. v. 8(4). e61157. doi: 10.1371/journal.pone.0061157.

18. Sun G., Li L., Li M., Jiang Q. Hyperthermia impaired pre-attentive processing: an auditory MMN study. *Neuroscience Letters*, 2011. v. 502(2). P. 94–8. doi: 10.1016/j.neulet.2011.07.029.

19. Gaoua N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology. Review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2010. v. 20 (Suppl.3). P. 60–70. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01210.x

20. Cognitive and perceptual responses during passive heat stress in younger and older adults/ Schlader Z.J., Gagnon D., Adams A. et al. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2015. v. 308(10). P. R847–54. doi: 10.1152/ajpregu.00010.2015.

21. Laxe S., Zuniga-Inestroza L., Bernabeu-Guitart M. Neurological manifestations and their functional impact in subjects who have suffered heatstroke. *Manifestaciones neurologicas y su impacto funcional en sujetos que han padecido un golpe de calor. Revue Neurologique*, 2013. v. 56(1). P. 19–24.

22. Heat stress presenting with encephalopathy and MRI findings of diffuse cerebral injury and haemorrhage/ Guerrero W.R., Varghese S., Savitz S., Wu T.C. *BMC Neurology*, 2013. v.13. P. 63. doi: 10.1186/1471-2377-13-63.

23. Investigating the Association between Heat Stress and its Psychological Response to Determine the Optimal Index of Heat Strain/ Negahban S.A.R., Aliabadi M., Mesdaraghiet Y.B. et al. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 2014. v. 1. №1. P. 1–4.

24. A review on the effect of heat stresses on cognitive functions/ Abbasi M., Pourhossein M., Mohammadi H., Golbabaei F. *Journal of Health and Safety at Work*, 2020 v. 10(3). P. 251–262. <http://jhsw.tums.ac.ir/article-1-6372-en.html>

25. Evaluating the effect of heat stress on cognitive performance of petrochemical workers: A field study/ Rastegar Z., Ravandi M.R.G., Zare S. et al. *Heliyon*, 2022. v. 8. e08698. P.1–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08698>

26. Effects of heat stress and dehydration on cognitive function in elite female field hockey players/ MacLeod H., Cooper S., Bandelow S. et al. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2018. v. 10. № 12. P.1–12. <https://doi.org/10.1186/s13102-018-0101-9>.

27. Effects of passive heat stress and recovery on human cognitive function: An ERP study/ Nakata H., Kakigi R., Shibasaki M. *PLOS ONE*, 2021. v. 16(7): e0254769. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254769>

28. Burke M., Hsiang S.M., Miguel E. Climate and Conflict. *Annual Review of Economics*, 2015. v. 7. P. 577–617. doi: 10.1146/annurev-economics-080614-115430

29. Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico/ Burke M., González F., Baylis P. et al. *Nature Climate Change*, 2018. v. 8. P. 723–



729. <https://doi.org/10.1038/s4158-018-0222-x>

30. Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate/ Obradovich N., Migliorini R., Mednick S.C. et al. *Science Advances*, 2017. v.3. № 5. doi: 10.1126/sciadv.1601555

31. Unique Persistent Neurological Sequelae of Heat Stroke/Rav-Acha M., Shuvy M., Hagag S. et al. *Military Medicine*, 2007. v. 172, № 6. P. 603–606. <https://doi.org/10.7205/MILMED.172.6.603>

32. Ruggieri M., Rosini P. Permanent memory deficit on normal MRI after heat stroke after physical activity and sauna visits. *Internet Journal of Neurology and Neurotherapy*, 2016. V.3. №3. a.n. 050. doi:10.23937/2378-3001/3/3/1050

33. Epstein Y., Yanovich R. Heat stroke. *New England Journal of Medicine*, 2019. v. 380. P. 2449-2459. doi:10.1056/NEJMr1810762

34. Rasmussen L.S. Defining postoperative cognitive dysfunction. *European Journal of Anaesthesiology*, 1998. v. 15. № 6. P. 761-764.

35. Кріштафор А.А. Базові принципи профілактики когнітивних розладів та відновлення когнітивних функцій при критичних станах. *Медицина невідкладних станів*, 2018. № 5(92). С. 150-155. doi: 10.22141/2224-0586.5.92.2018.143251

References:

1. Johnson, R.J., Sánchez-Lozada, L.G. & Newman, L.S. (2019). Climate Change and the Kidney. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(suppl 3). 38–44.

2. Fischer, E.M., Knutti, R. (2015). Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy precipitation and high temperature extremes. *Nature Climate Change*, 5(6). 560–564.

3. Morch, S.S., Andersen, J.D.H. & Bestle, M.H. (2017). Heat Stroke: A Medical Emergency Appearing in New Regions. *Case Reports in Critical Care*, 6219236.

4. Mora, C., Dousset, B. & Caldwell, I.R. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7.501- 507.

5. Goforth, C.W., Kazman, J.B. (2015). Exertional heat stroke in navy and marine personnel: a hot topic. *Critical Care Nurse*, 35. 52–59.

6. Bedno, S.A., Li Y. & Han, W. (2010). Exertional heat illness among overweight U.S. Army recruits in basic training. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 81(2). 107–11.

7. Walter, E.J., Carraretto, M. (2016). The neurological and cognitive consequences of hyperthermia. *Critical Care*, 20. 199.1-8.

8. Shibasaki, M. & Namba, M. (2017). Suppression of cognitive function in hyperthermia; In terms of executive and inhibitory cognitive processing. *Scientific Reports*, 7, 43528. 1-8.

9. Ogoh, S., Sato, K. & Okazaki, K. (2013). Blood flow distribution during heat stress: cerebral and systemic blood flow. *Journal of cerebral blood flow and metabolism: official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 33. 1915–1920.

10. Jarcho, S.A. (1967). Roman experience with heat stroke in 24BC. *Bulletin of the New York Academy of Medicine Abbreviation*, 43. 767–768.

11. Mazloumi, A., Golbabaei, F. & Khani, S.M. (2014). Evaluating Effects of Heat Stress on Cognitive Function among Workers in a Hot Industry. *Health Promotion Perspectives*, 4(2). 240–246.

12. Sun, G., Yang, X., Jiang, Q. (2012). Hyperthermia impairs the executive function using the Attention Network Test. *International Journal of Hyperthermia*, 28(7). 621–626.

13. Morley, J., Beauchamp, G. & Suyama, J. (2012). Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5). 1733–1740.



14. Malcolm, R.A., Cooper, S.& Folland, J.P. (2018). Passive Heat Exposure Alters Perception and Executive Function. *Frontiers of Physiology*, 9. 585.1-11.
15. Jiang, Q., Yang, X.& Liu, K. (2013). Hyperthermia impaired human visual short-term memory: an fMRI study. *International Journal of Hyperthermia*, 29(3).219–24.
16. Sun, G., Qian, S.& Jiang, Q. (2013). Hyperthermia-induced disruption of functional connectivity in the human brain network. *PLOS ONE*, 8(4). e61157.
17. Sun, G., Li, L.& Li, M. (2011). Hyperthermia impaired pre-attentive processing: an auditory MMN study. *Neuroscience Letters*, 502(2).94–8.
18. Gaoua, N. (2010). Cognitive function in hot environments: a question of methodology. Review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 (Suppl.3).60–70.
19. Schlader, Z.J., Gagnon, D.& Adams, A. (2015). Cognitive and perceptual responses during passive heat stress in younger and older adults. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 308(10).R847–54.
20. Laxe, S., Zuniga-Inestroza, L. & Bernabeu-Guitart, M. (2013). Neurological manifestations and their functional impact in subjects who have suffered heatstroke. Manifestaciones neurologicas y su impacto funcional en sujetos que han padecido un golpe de calor. *Revue Neurologique*, 56(1).19–24.
21. Guerrero, W.R., Varghese, S.& Wu, T.C. (2013). Heat stress presenting with encephalopathy and MRI findings of diffuse cerebral injury and haemorrhage/ *BMC Neurology*, 13.63.
22. Negahban, S.A.R., Aliabadi, M. & Mesdaraghiet, Y.B. (2014). Investigating the Association between Heat Stress and its Psychological Response to Determine the Optimal Index of Heat Strain. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 1. 1.1-4.
23. Abbasi, M., Pourhossein, M.& Mohammadi, H. (2020). A review on the effect of heat stresses on cognitive functions. *Journal of Health and Safety at Work*, 10(3). 251-262.
24. Rastegar, Z., Ravandi, M.R.G.& Zare, S. (2022). Evaluating the effect of heat stress on cognitive performance of petrochemical workers: A field study. *Heliyon*, 8. e08698. 1-7.
25. MacLeod, H., Cooper, S.& Bandelow, S. (2018). Effects of heat stress and dehydration on cognitive function in elite female field hockey players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 10.12. 1-12.
26. Nakata, H., Kakigi, R.& Shibasaki, M. (2021). Effects of passive heat stress and recovery on human cognitive function: An ERP study. *PLOS ONE*, 16(7). e0254769.
27. Burke, M., Hsiang, S.M.& Miguel, E. (2015). Climate and Conflict. *Annual Review of Economics*, 7. 577-617.
28. Burke, M., González, F.& Baylis, P. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature Climate Change*, 8.723–729.
29. Obradovich, N., Migliorini, R.& Mednick, S.C. (2017). Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate. *Science Advances*, 3. 5.
30. Rav-Acha, M., Shuvy, M.& Hagag, S. (2007). Unique Persistent Neurological Sequelae of Heat Stroke. *Military Medicine*, 172. 6. 603-606.
31. Ruggieri, M., Rosini, P. (2016). Permanent memory deficit on normal MRI after heat stroke after physical activity and sauna visits. *Internet Journal of Neurology and Neurotherapy*, 3. 3.050.
32. Epstein, Y., Yanovich, R. (2019). Heat stroke. *New England Journal of Medicine*, 380. 2449-2459.
33. Krishtafor, A.A. (2018). Bazivi printsipi profolaktiki kognitivnikh rozladiv ta vidnovlennja kognitivnikh funkciy pri kritichnikh stanakh. *Medsina nevidkladnikh staniv*, 5(92).150-155.

Resume. In connection with the global warming of the climate, the number of victims due to general unintentional overheating of the body has increased significantly. Among the clinical signs of this pathological condition, disorders of cognitive functions are of some importance, but in



domestic available special scientific sources this issue is almost not paid attention to. Based on the results of foreign research and their own clinical experience, the authors were able to highlight the main patterns of occurrence, course and prognosis of disorders of cognitive functions in victims of heat stress and heat stroke. The authors hope that the collected information will be useful to military doctors, neurologists, specialists in intensive care and emergency services.

Key words: heat stress, heat stroke, risk groups, cognitive dysfunction.



УДК 616.155.392.2

CLINIC-EPYDEMOIOLOGICAL PARTICULARITES OF B-CELL CHRONIC LYMPHOCYTIC LEUKOSIS IN THE KYIV REGION

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В-КЛЕТОЧНОГО ХРОНИЧЕСКОГО ЛИМФОЛЕЙКОЗА В КИЕВСКОМ РЕГИОНЕ

Melnyk U.I./Мельник У.И.

PhD student/аспирантка

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

Национальный университет охраны здоровья Украины имени П. Л. Шупика,
кафедра гематологии и трансфузиологии, ул. Дорогожицкая 9, 04112, Киев, Украина

Аннотация. Целью исследования явилось изучение клинко-эпидемиологических особенностей В-клеточного хронического лимфолейкоза (ХЛЛ) в Киевском регионе. Обследовано 218 больных ХЛЛ находившихся на учете в гематологическом кабинете ГУ «Институт гематологии и трансфузиологии НАМН Украины» в 2012-2022 гг. ХЛЛ занимает второе место в структуре гемобластозов среди всего населения г.Киева (20,82%) и первое место среди взрослого населения Украины (22%). По заболеваемости среди гемобластозов ХЛЛ находится на втором месте, среднегодовой показатель заболеваемости составляет 3,4 на 100000 населения. Наиболее часто встречаются прогрессирующая, опухолевая, доброкачественная, селезеночная формы ХЛЛ; остальные формы встречаются редко. Среди непосредственных причин смерти больных ХЛЛ преобладают заболевания дыхательной системы (пневмонии, плевриты) – 56,4% и сердечно-сосудистой системы – 24,5%.

Ключевые слова: хронический лимфолейкоз, патогенез, периферическая кровь, клиника, Киевский регион.

Введение.

Хронический лимфолейкоз (ХЛЛ) представляет собой доброкачественную опухоль, ее субстрат составляют преимущественно зрелые лимфоциты [2]. В подавляющем большинстве случаев эти лимфоциты имеют В-фенотип [1,2,9]. Спецификой патогенеза гемобластоза, наряду с ростом числа лимфоцитов в периферической крови и увеличением размеров лимфоузлов, селезенки, печени является выраженная, не свойственная в такой степени другим опухолям, инфекциозность больных, наличие гемолитических анемий, тромбоцитопений, глубоких гранулоцитопений [9].

ХЛЛ наиболее распространенный вид лейкоза в странах Европы и Северной Америки, где на его долю приходится 30% среди всех гемобластозов [3]. Ежегодная заболеваемость ХЛЛ в этих странах составляет 3-3,5 на 100000 населения, а среди лиц старше 65 лет до 20 на 100000 [6]. Около 70% пациентов заболевают между 50 и 70 годами, средний возраст к началу заболевания составляет 55 лет [1]. Имеются расовые и национальные отличия в частоте заболеваемости ХЛЛ. В странах Африки и Азии ХЛЛ является редким заболеванием, так в Японии, на всю страну регистрируется не более одного



нового случая в год [5]. Среди белого населения Америки на долю ХЛЛ приходится 9% от всех злокачественных заболеваний, в то же время среди черного населения только 0,7% [4,9]. ХЛЛ является самой частой формой лейкоза у кровных родственников как по вертикальной, так и по горизонтальной линиям. Темпы развития болезни при ХЛЛ колеблются в широких пределах. Продолжительность жизни при различных формах заболевания различная, от нескольких месяцев до 2-3 десятилетий [1,2].

По данным МЗ Украины (2020) заболеваемость ХЛЛ в Украине составляет 3,4 на 100 000 населения, а распространенность – 33,10 на 100 000 населения, по г. Киеву, соответственно, 7,55 и 38,03 на 100 000 населения [8].

Целью нашего исследования было изучение клинико-эпидемиологических особенностей В-клеточного ХЛЛ в г. Киеве.

Материалы и методы.

Обследовано 218 больных В-клеточным ХЛЛ, находившихся на учете в гематологическом кабинете консультативной поликлиники ГУ «Институт гематологии и трансфузиологии НАМН Украины» в 2012-2022 гг. При диагностике В-клеточного ХЛЛ использовали данные клинического осмотра, гемограммы, миелограммы, трепанобиоптата подвздошной кости, стандартный иммунофенотип.

Результаты исследования и обсуждение.

По распространенности В-клеточный ХЛЛ в г. Киеве находится на втором месте среди гемобластозов (20,82%), уступая только острым лейкозам. Заболеваемость ХЛЛ на протяжении 10 лет остается стабильной, нет тенденции к ее уменьшению или увеличению. Среднегодовая заболеваемость этим лейкозом в Киеве составляет 7,55 на 100000 населения. Но если рассматривать структуру гемобластозов только среди взрослого населения области, то ХЛЛ занимает лидирующие позиции среди всех гемобластозов, превышая распространенность всех других острых и хронических лейкозов. В структуре лимфопролиферативных опухолей ХЛЛ находится на первом месте. Заболеваемость ХЛЛ выявляется преимущественно в возрастной группе 50-70 лет. Средний возраст больных на момент выявления заболевания составил $58,5 \pm 5,2$ года (табл. 1).

Таблица 1 - Распределение больных ХЛЛ в зависимости от возраста, в котором диагностировано заболевание

Возраст	Количество больных	%
До 40 лет	5	2,3
40-49 лет	37	16,9
50-59 лет	71	32,6
60-69 лет	59	27,0
70-79 лет	41	18,9
80 и более	5	2,3
Всего	218	100



Анализ больных ХЛЛ в зависимости от пола выявил незначительное преобладание мужчин над женщинами (54% и 46% соответственно).

В клинической практике преимущественно пользуются классификацией опухолей лимфатической системы предложенной А.И. Воробьевым и соавт. в (2000) [2]. В классификации ХЛЛ подразделяется на 7 форм, что позволяет проводить дифференцированную терапию гемобластоза. В г. Киеве наиболее часто встречается прогрессирующая (классическая) форма ХЛЛ, распространены так же доброкачественная, опухолевая, селезеночная формы. Остальные формы этого гемобластоза встречаются редко (табл. 2).

Таблица 2 - Распределение больных ХЛЛ по формам заболевания (2012-2022 гг.)

Формы ХЛЛ	Количество больных в абсол. числах	Количество больных в %
Прогрессирующая	88	40,1
Опухолевая	52	23,9
Доброкачественная	46	21,1
Селезеночная	21	9,7
Абдоминальная	7	3,2
Костномозговая	3	1,5
Пролимфоцитарная	1	0,5

Доброкачественную форму ХЛЛ констатировали при наличии невысокого лейкоцитоза, не имевшего тенденцию к увеличению, как минимум, в течение 3 лет от первого анализа крови с лейкоцитозом, отсутствии анемии, тромбоцитопении. Допускалось наличие лимфоузлов мягкоэластической консистенции не более 2 см в диаметре, не увеличивающихся в размерах в течение 3 лет. Курсовая цитостатическая терапия этим больным, на момент постановки диагноза, не назначалась. За ними велось динамическое наблюдение, иногда назначалась первично-сдерживающая терапия хлорбутином (лейкераном). Продолжительность жизни больных с доброкачественной формой ХЛЛ составляла 1,5-2 десятилетия и более. У этих больных длительно удавалось воздерживаться от назначения курсовой цитостатической терапии. Однако у 70% пациентов к 10 году наблюдения отмечалась прогрессия заболевания и со временем назначалась специфическая терапия.

Прогрессирующая (классическая) форма диагностирована у 40,1% больных. У них отмечался прогрессирующий рост лейкоцитоза менее чем за год. Прогрессирующий рост количества лейкоцитов у этих больных являлся основным проявлением заболевания. Лимфоузлы были увеличены незначительно, мягкоэластической, тестоватой консистенции. Селезенка, в большинстве случаев, в начале заболевания пальпаторно не определялась, в дальнейшем ее размеры увеличивались. При прогрессирующей форме ХЛЛ назначалась курсовая терапия хлорбутином (лейкераном) в дозе от 4 до 10 мг в



сутки. При снижении лейкоцитоза до $50 \times 10^9/\text{л}$ переходили на поддерживающую терапию хлорбутином (лейкераном). Продолжительность жизни больных прогрессирующей формой ХЛЛ составляла от 5 до 15 лет.

Опухолевая форма отмечена у 23,9% больных. Характерны очень большие, образующие плотные конгломераты лимфоузлы. Лимфаденопатия генерализованная, увеличены как периферические, так и медиастинальные, внутрибрюшные, забрюшинные группы лимфоузлов. Часто были значительно увеличены печень и селезенка. При этом отмечалось несоответствие между увеличением лимфоузлов и лейкоцитозом. У больных опухолевой формой ХЛЛ редко имел место высокий лейкоцитоз. Лечение таких больных начиналось с монотерапии циклофосфаном. В дальнейшем, если отмечался положительный эффект, переходили на поддерживающую терапию этим препаратом. Если эффекта не было, переходили на программы полихимиотерапии – СР, СОР, СНОР, САР. Проведение этих программ (обычно 6-8 курсов) позволяло в большинстве случаев добиться значительного сокращения размеров увеличенных лимфоузлов. При стабилизации процесса переходили на поддерживающую терапию циклофосфаном. В качестве альтернативы вышеперечисленным протоколам, больным с опухолевой формой ХЛЛ проводилась терапия флударабином (как в виде монотерапии, так и в комбинации с другими цитостатиками). Лечение с использованием флударабина оказывалось более эффективным. У большинства больных удалось добиться ремиссии заболевания. Однако, достоверных различий по продолжительности жизни между больными, леченными флударабином и по другим протоколам в нашем исследовании не отмечено. Медиана выживаемости пациентов с опухолевой формой ХЛЛ составила 60 месяцев. Часто отмечалась трансформация в лимфосаркому.

Селезеночную форму констатировали, если в динамике наблюдался преимущественный рост селезенки при отсутствии существенного увеличения лимфоузлов, и различном лейкоцитозе. Важную роль в терапии селезеночной формы отводили спленэктомии и лучевому лечению. Медиана выживаемости больных с селезеночной формой ХЛЛ составила 61 месяц.

Абдоминальную форму диагностировали при преимущественном значительном увеличении абдоминальных лимфоузлов, которые пальпировались через переднюю брюшную стенку в виде конгломератов. Периферические лимфоузлы и селезенка были увеличены незначительно. Лечение абдоминальной формы ХЛЛ проводилось аналогично лечению опухолевой формы.

Костномозговая и пролимфоцитарная формы ХЛЛ встречались очень редко. Заболевание в этих случаях протекало злокачественно, сопровождалось глубокой анемией и тромбоцитопенией, быстро наступал летальный исход.

На продолжительность жизни в первую очередь влияла стадия заболевания, в которой диагностирован гемобластоз. Больные, у которых ХЛЛ был диагностирован в 0-1 стадиях по Rai [7] имели значительно большую продолжительность жизни, чем больные со II-IV стадиями на момент выявления заболевания.



Инфекционные осложнения наблюдались у 85% больных ХЛЛ. Наиболее часто отмечались заболевания дыхательных путей (пневмонии, трахеиты, бронхиты, плевриты и т.д.) – 67,4%; реже отмечались Herpes zoster – 16,3%; абсцессы, флегмоны, септикопиемия – 5,3%; рожистое воспаление – 5,3%; микозы – 5,7%. Особенностью ХЛЛ в г.Киеве является значительно меньшее количество больных, у которых заболевание осложнилось аутоиммунной гемолитической анемией (12 человек – 5,5% от общего количества больных ХЛЛ). В среднем по данным литературы этот показатель составляет 10-25% [9].

Терминальная стадия ХЛЛ чаще проявлялась кахексией, трансформацией в лимфосаркому, «пролимфоцитарный криз» отмечен только у двух пациентов, «бластный криз» ХЛЛ в нашем исследовании зарегистрирован не был. В подавляющем большинстве случаев непосредственной причиной смерти этих больных являются бронхолегочные осложнения гемобластоза – пневмонии, плевриты (44 пациента - 56,4%). У 19 пациентов (24,5%) летальный исход наступил вследствие сопутствующей сердечно-сосудистой патологии (ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь). Другие непосредственные причины смерти больных ХЛЛ встречались редко.

Выводы.

1. В-клеточный хронический лимфолейкоз является одним из самых распространенных гемобластозов в г.Киеве. Он занимает второе место в структуре гемобластозов среди всего населения области и первое место среди взрослого населения.

2. По заболеваемости среди гемобластозов В – клеточный ХЛЛ находится на втором месте. Среднегодовой показатель заболеваемости этим лейкозом составляет 7,55 на 100000 населения.

3. Наиболее часто встречаются прогрессирующая, опухолевая, доброкачественная, селезеночная формы ХЛЛ. Остальные формы гемобластоза встречаются редко.

4. Продолжительность жизни больных ХЛЛ, зависит в первую очередь от стадии на момент выявления заболевания. Пациенты у которых ХЛЛ выявлен в 0-I стадиях (по классификации Rai) имели значительно большую продолжительность жизни, чем больные диагнозом которым был установлен во II-IV стадиях.

5. Среди непосредственных причин смерти больных ХЛЛ преобладают заболевания дыхательной системы (пневмонии, плевриты) – 56,4% и сердечно-сосудистой системы – 24,5%.

Литература

1. Alekseeva Yu. A. (2012) Sovremennaya terapiya nehodzhkinskih limfom [Modern therapy Non-Hodgkin Lymphoma]. Farmateka, no.8, pp. 23-29.
2. Воробьев А.И. Руководство по гематологии. Издание третье в 3-х т.- Т.2. - М.: Ньюдиамед, 2003.- 277 с.
3. Bloomfield C.D., Foon K.A., Lemine J. In.: Basic Principles and Clinical Management of Cancer.-N.Y., 1993.-P.459-468.
4. Cheson B.D., In.: Clinical Oncology.- N.Y., 1996.- P. 1999-2022.



5. Finch S.G., Hoshino T., Itoda T. et al. // Blood.–1969.–Vol.33.– P.79-86.
6. Linet M.S., Blattner W.A. Chronic Lymphocyte Leukemia.–Switz., 1988.– P.11-15.
7. Rai K.R., Sawitsky A., Crenkite E.P. et al. // Blood.–1975.–Vol.46.–P.219-234.
8. Novak V. L., Masljak Z. V., Buzerak N. F., Berg L. E., Primak S. V., Adzigitova L. V. et al. (2015) Pokaznyky dijal'nosti gematologichnoji sluzby Ukrainy v 2014 rozi. Lviv, 44 p. (in Ukrainian).
9. Volkova M. A. (2007) Clinical oncohematology. A manual for the physician. Ed. by M. A. Volkova. 2nd edition, updated. Moskow: Meditsina Publichers. 1120 p.

Abstract. *The aim of this research was study of clinico-epidemiological peculiarities of the B-cell Chronic Lymphocytic Leukemia (B-CLL) in the Kyiv Region. 218 patients with CLL in the Clinical Hospital in the Institute of Hematology and Transfusiology of the NAMS of Ukraine were examined in the period of 2012-2022. CLL takes a II place in the structure of hemoblastosys in the population of the Kyiv Region (20,82%) and the 1-st place in Ukraine in the adult (22%). The level of morbidity of CLL is 3,4 in 100000 per year. The progressive, splenetic, neoplastic forms were identified more often then other forms. In the patients with CLL the main causes of mortality were respiratory diseases (pneumonia, pleuritis) – 56,4% and cardiovascular diseases – 24,5%.*

Key words: *B-cell chronic lymphocytic leukemia, pathogenesis, peripheral blood, clinic, Kyiv region.*

The authors declare no conflict of interest.

Стаття відправлена: 27.11.2022 г.

© Мельник У.И., Выдыборец С.В.



УДК: 616.155.194.8-02-084

**IRON METABOLISM AND INTESTINAL IRON ABSORPTION IN
CHRONIC GASTRITIS****ОБМІН ЗАЛІЗА ТА АБСОРБЦІЯ ЗАЛІЗА КИШЕЧНИКОМ ПРИ ХРОНІЧНОМУ
ГАСТРИТІ****Popovych M.Y. /Попович М.Ю.***PhD student/аспірантка*

ORCID: 0000-0001-7424-8365

*Uzhorod National University, Narodna, 1, 88000, Uzhorod, Ukraine**Ужгородський національний університет, площа Народна, 1, 88000, Ужгород, Україна*

Анотація. Проблема лікування хронічного гастриту, як одного з найчастіших захворювань шлунково-кишкового тракту, набуває особливої актуальності через отримані доказові дані щодо визначальної ролі *H. pylori* інфекції у прогресуванні захворювання і розвитку ускладнень. Значний інтерес представляють результати III Європейського багатоцентрового дослідження резистентності *H. pylori*, що проведене в у 18 країнах Європейського Союзу із включенням 2204 штамів *H. pylori*.

При проведенні досліджень автором використані наступні методи: бібліографічний, математико-статистичний, описового моделювання, структурно-логічний. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою пакета Statistica 6.0 (StatSoft Inc., USA). Результати вважали статистично достовірними при $p < 0,05$.

Відображено сучасний погляд на проблему хронічного гастриту з точки зору епідеміології, етіології, патогенезу. Викладено уявлення про метаболізм заліза в організмі і патогенетичні механізми формування клінічних і лабораторних симптомів. В статті наведено сучасні методи лабораторної діагностики порушень обміну заліза, дані стосовно частоти клінічних проявів хронічного гастриту, результати дослідження особливостей периферичної крові у пацієнтів із хронічним гастритом в умовах Закарпаття. Обмірковуються патогенетичні механізми виникнення симптомів і синдромів у пацієнтів із хронічним гастритом.

Ключові слова: хронічний гастрит, обмін заліза, периферична кров, клініка, Закарпаття.

Вступ. Актуальність проблеми лікування хронічного гастриту (ХГ), як одного із найпоширеніших захворювань травного тракту, набуває особливої актуальності з урахуванням отриманих останнім часом доказових даних щодо визначальної ролі *Helicobacter pylori* (HP)-інфекції у прогресуванні означеного захворювання і розвитку його ускладнень. Соціальне значення ХГ визначається його високою питомою вагою у структурі гастроентерологічних захворювань в Україні, що становить приблизно 23% [4]. Зростання захворюваності на ХГ є прогнозованим з огляду на розповсюдженість HP-інфекції, особливостей харчування і традицій населення, соціальних умов проживання, впливу негативних чинників довкілля тощо. Звісно, що виникнення та прогресування ХГ залежить від поєднаної дії на слизову оболонку шлунка і дванадцятипалої кишки двох груп етіологічних чинників – екзогенних і ендогенних. Серед екзогенних факторів, насамперед, слід виділити аліментарний фактор, зловживання алкоголем, тютюнопаління, тривалий прийом медикаментів, що подразнюють слизову оболонку, вплив хімічних агентів, радіації, застосування сучасних високотехнологічних методів обстеження, інфікування *Helicobacter*



pylori та іншими бактеріями, грибками, паразитами. До ендогенних факторів відносять генетичні, аутоімунні, ендокринні порушення, гіповітамінози, вплив хронічної гіпоксії і інфекцій, дуодено-гастральний рефлекс, рефлекторну дію на шлунок з інших уражених органів [2,8,19]. Вважають, що визначальна етіологічна і патогенетична роль у виникненні ХГ належить НР-інфекції, а НР-асоційований гастрит складає приблизно 85-90% випадків захворювання на ХГ. Як відомо, у зв'язку із збільшенням резистентності НР-інфекції, зростанням захворюваності на ХГ, розроблені і постійно удосконалюються схеми його медикаментозного лікування, оптимізується антихелікобактерна терапія, що знайшло своє відображення в матеріалах Кіотського (2015) і Маастрихтського консенсусів (2016) [16,17].

Наразі значно розширилися уявлення стосовно ролі травного тракту в регулюванні обміну заліза та формуванні залізодефіцитних станів [1,5,7]. Наше знання про те, яким чином організм абсорбує харчове залізо і яким чином контролює зазначений процес у останні роки швидко зросло. Виявлення ключових молекул, включно і регулюючого залізо пептиду гепсидину, і аналіз того, яким чином вони регулюються та взаємодіють, привели до створення інтегрованої моделі управління абсорбцією заліза відповідно до потреб у ньому організму. Не дивлячись на очевидну актуальність даної проблеми для клінічної практики, вивченню особливостей порушень обміну заліза при ХГ присвячено недостатньо робіт, наводяться суперечливі результати клінічних спостережень, має місце мала кількість контрольованих досліджень, відсутня доказова база, не чітко визначені дані щодо біохімічних змін на різних стадіях перебігу захворювання, що і спонукало нас до проведення даного дослідження.

Мета роботи – дослідити основні параметри периферичної крові та біохімічні показники, що характеризують обмін заліза у пацієнтів із ХГ в умовах Закарпаття для подальшої оптимізації діагностики, прогнозування перебігу захворювання.

Матеріали і методи. Серед обстежених пацієнтів із ХГ, що ввійшли до групи спостереження у 30 (100%) пацієнтів, із яких було 19 (63,3%) чоловіків і 11 (36,7%) жінок. В анамнезі у переважної більшості пацієнтів – 27 із 30, що становить 90,0%, ХГ мав хелікобактерну етіологію, а у решти – 3 (10,0%), був обумовлений іншими причинами. Тривалість захворювання на ХГ у 11 пацієнтів складала до двох років, а у решти 19 - становила від двох до п'яти років. Серед обстежених 14 пацієнтів мешкали у високогірних районах Закарпаття (перша (I) група спостереження), а 16 - у рівнинних районах (друга (II) група спостереження).

Показники кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну в периферичній крові в обстежених були в межах норми. Визначення вмісту заліза в сироватці (СЗ) крові та показника загальної залізовв'язуючої здатності сироватки (ЗЗЗС) здійснювали за батофенантроліновою методикою. Показник ненасиченої залізовв'язуючої здатності сироватки (НЗЗС) обчислювали як різницю між ЗЗЗС та СЗ. Показник насичення трансферину залізом (КНТЗ) визначали як співвідношення вмісту СЗ до ЗЗЗС. Вміст трансферину (ТФ) визначали за показником ЗЗЗС, феритину (ФН) - радіометричним методом.



При проведенні досліджень автором використані наступні методи: бібліографічний, математико-статистичний, описового моделювання, структурно-логічний. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою пакета Statistica 6.0 (StatSoft Inc., USA). Результати вважали статистично достовірними при $p < 0,05$.

Результати і обговорення. Нами було проаналізовано розгорнуті аналізи периферичної крові усіх пацієнтів, результати якого свідчать, що концентрація гемоглобіну, у середньому, становила $139,75 \pm 8,15$ г/л, зокрема, в обстежених чоловіків, у середньому, становила $141,82 \pm 7,06$ г/л, при індивідуальних коливаннях показника від 130 до 150 г/л, а у жінок – $132,17 \pm 7,86$ г/л, при індивідуальних коливаннях показника від 120 до 140 г/л. Концентрація гемоглобіну у чоловіків була більшою, ніж у жінок ($p < 0,05$). Нами не виявлено достовірної різниці при порівнянні середніх значень показника концентрації гемоглобіну у пацієнтів обох груп спостереження ($p > 0,05$).

Кількість еритроцитів, у середньому, становила $4,63 \pm 0,29 \times 10^{12}$ /л, зокрема, у обстежених чоловіків, у середньому, становила $4,70 \pm 0,27 \times 10^{12}$ /л, а у жінок – $4,38 \pm 0,23 \times 10^{12}$ /л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків – від $4,2$ до $5,0 \times 10^{12}$ /л, а у жінок – від $4,0$ до $4,6 \times 10^{12}$ /л. Кількість еритроцитів у чоловіків була більшою, ніж у жінок ($p < 0,05$). Ми не виявили достовірної різниці при порівнянні середніх значень показника кількості еритроцитів у обстежених обох груп ($p > 0,05$).

Кількість лейкоцитів у чоловіків, у середньому, становила $5,92 \pm 1,21 \times 10^9$ /л, при індивідуальних коливаннях показника від $4,5$ до $8,7 \times 10^9$ /л, а у жінок – $5,47 \pm 1,17 \times 10^9$ /л, при індивідуальних коливаннях показника від $4,4$ до $7,3 \times 10^9$ /л. В цілому в обстежених кількість лейкоцитів становила $5,83 \pm 1,19 \times 10^9$ /л. Нами не виявлено достовірної різниці між середніми значеннями показників кількості лейкоцитів залежно від статі, а також у групах залежно від місця проживання ($p > 0,05$).

Кількість тромбоцитів у обстежених, у середньому, становила $202,14 \pm 17,29 \times 10^9$ /л, зокрема, у чоловіків, у середньому, $201,82 \pm 17,36 \times 10^9$ /л, а у жінок – $203,33 \pm 18,62 \times 10^9$ /л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків – від 180 до 240×10^9 /л, а у жінок – від 180 до 230×10^{12} /л. Нами не виявлено достовірної різниці між середніми значеннями показників кількості тромбоцитів залежно від статі, а також при порівнянні у групах залежно від місця проживання ($p > 0,05$).

Дані щодо визначених нами основних показників, що характеризують стан обміну заліза у обстежених дозволили встановити, що вміст ЗС, у середньому, становив $16,22 \pm 1,23$ мкмоль/л, зокрема, у чоловіків, у середньому, становив $16,61 \pm 1,09$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях показника від $14,46$ до $18,57$ мкмоль/л, а у жінок – $14,79 \pm 0,34$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях від $14,34$ до $15,22$ мкмоль/л. Вміст ЗС у чоловіків був більшим, ніж у жінок ($p < 0,001$). Вміст ЗС у обстежених пацієнтів із високогірних районів був більшим, ніж у пацієнтів, які мешкали у рівнинній місцевості ($p < 0,05$), що



можливо було пов'язано із особливостями харчування.

Показник ЗЗЗС у обстежених, у середньому, становив $104,87 \pm 16,68$ мкмоль/л, у чоловіків ЗЗЗС, відповідно, $100,77 \pm 16,25$ мкмоль/л, а у жінок – $119,92 \pm 6,93$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків – від 60,77 до 114,36 мкмоль/л, а у жінок – від 110,51 до 129,49 мкмоль/л. Показник ЗЗЗС у жінок був меншим, ніж у чоловіків ($p < 0,05$).

Показник НЗЗС у чоловіків, у середньому, становив $84,16 \pm 16,81$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях показника від 42,20 до 97,12 мкмоль/л, а у жінок – $105,13 \pm 6,72$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях показника від 96,00 до 114,37 мкмоль/л. В цілому у обстежених пацієнтів показник НЗЗС становив $88,65 \pm 17,46$ мкмоль/л. Показник НЗЗС у жінок був більшим, ніж у чоловіків ($p < 0,05$).

Показник НТЗ у пацієнтів, у середньому, становив $16,19 \pm 4,94\%$, зокрема, у обстежених чоловіків показник НТЗ, у середньому, становив $17,24 \pm 5,09\%$, а у жінок – $12,35 \pm 0,59\%$, при індивідуальних коливаннях у чоловіків – від 13,8 до 30,6%, а у жінок – від 11,7 до 13,1%. Показник НТЗ у чоловіків був більшим, ніж у жінок ($p < 0,05$).

Показник вмісту ТФ у середньому, становив $4,09 \pm 0,65$ г/л. У обстежених чоловіків вміст ТФ, у середньому, становив $3,93 \pm 0,63$ г/л, а у жінок – $4,68 \pm 0,27$ г/л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків від 2,3 до 4,46 г/л, а у жінок – від 4,31 до 5,05 г/л. Вміст ТФ у жінок був більшим, ніж у чоловіків ($p < 0,05$). Вміст ТФ у обстежених пацієнтів II групи був більшим, ніж у пацієнтів I групи ($p < 0,05$).

Вміст ФН в обстежених чоловіків, у середньому, становив $13,43 \pm 1,31$ мкг/л, при індивідуальних коливаннях показника від 10,94 до 16,03 мкг/л, а у жінок – $10,42 \pm 0,69$ мкг/л, при індивідуальних коливаннях показника від 9,43 до 11,33 мкг/л. В цілому вміст ФН становив $12,78 \pm 1,73$ мкг/л. Вміст ФН у чоловіків був більшим, ніж у жінок ($p < 0,05$). Вміст ФН у обстежених I групи був меншим, ніж у пацієнтів II групи ($p < 0,05$).

В результаті проведеного нами дослідження стану периферичної крові у пацієнтів із ХГ виявлено, що вивчені показники перебували в межах нормальних значень. Ми виявили, що середні значення показників концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів у чоловіків були більшими, ніж у жінок ($p < 0,05$), при цьому середні значення показників кількості лейкоцитів і тромбоцитів у чоловіків та жінок не відрізнялись ($p > 0,05$). Ми не виявили достовірної різниці між середніми значеннями показників периферичної крові у пацієнтів I і II груп ($p > 0,05$).

Досліджені нами у показники вмісту ЗС, НТЗ та вмісту ТФ крові перебували в межах нормальних значень, а показники ЗЗЗС, НЗЗС, вмісту ФН перевищували норму. Ми виявили, що середні значення показників ЗС, НТЗ, вмісту ФН у чоловіків були більшими, ніж у жінок ($p < 0,05$), а середні значення показників ЗЗЗС, НЗЗС та вмісту ТФ були меншими ($p < 0,05$). У чоловіків середні значення показників ЗЗЗС, НЗЗС перевищували норму, а середні значення показників вмісту ФН були нижче норми, при цьому ми також виявили, що максимальні значення показника НТЗ перевищували норму, а



мінімальні значення показника вмісту ТФ були нижче нормальних. У жінок показники ЗЗЗС, НЗЗС та вмісту ТФ перевищували норму, а показники НТЗ, вмісту ФН були нижчі від нормальних значень

Середні значення показників ЗЗЗС, НЗЗС і вмісту ТФ у жителів високогірних районів були меншими, ніж у жителів рівнинних ($p < 0,05$), а середні значення показників вмісту ЗС, НТЗ, вмісту ФН були, відповідно, більшими ($p < 0,05$). Отримані нами результати очевидно є наслідком відмінностей у традиціях харчування. Можна висловити припущення, що мешканці високогірних районів більше споживають продуктів тваринного походження, а жителі рівнинних районів більше рослинного походження.

Абсорбція харчового заліза, яке може бути представлене у формі гему або негемовій формі, здійснюється зрілими ворсинками ентероцитів дванадцятипалої кишки та проксимальними відділами голодної кишки. Першим етапом у процесі абсорбції є поглинання заліза ентероцитом через апікальну мембрану із просвіту тонкої кишки. Це опосередковується двовалентним транспортером металів 1 (divalent metal transporter 1 – DMT1) щіткової облямівки, що, як випливає з його назви, транспортує залізо у закисній – феро-формі. Проте, більша частина заліза, яка надходить у просвіт дванадцятипалої кишки з їжею перебуває у окисній або фері-формі, і тому повинна бути відновлена перед поглинанням ентероцитами. Відновлення заліза, ймовірно, здійснюється ферментативним шляхом, за допомогою фері-редуктази щіткової облямівки і Dcytb – недавно описаного вагомго претендента на цю роль. Внутрішньоклітинний рух заліза в середині ентероцита, від мембрани щіткової облямівки до базолатеральної мембрани, вивчений недостатньо. Залізо у клітині може зв'язуватись з супровідною молекулою (шапероном) для забезпечення власного розчинного стану, але на даний час жодну з таких молекул не виявлено. Залізо, що не передане організму, включається у склад феритину – молекули зберігання заліза і втрачається, коли злушується на верхівці ворсинки. Вихід заліза через базальну мембрану у кров опосередковується транспортним білком феропортином-1 (ferroportin 1), який також залучений у його експорт з інших типів клітин, включаючи макрофаги [9]. Крім феропортину 1 абсорбція заліза через базолатеральну мембрану з ентероцита додатково потребує ферооксидази гепгестину (hephaestin). Не зважаючи на те, що роль цього білка не було остаточно визначено, його здатність окиснювати двовалентне залізо у тривалентне виявлено, що є важливим для його функції.

Кількість заліза, яку абсорбують ентероцити, залежить від впливу різноманітних факторів, зокрема від рівнів його запасів у організмі, зміни швидкості еритропоезу, гіпоксії, запалення та вагітності. Зазначені фактори ведуть до змін деоденальної експресії головних молекул транспорту заліза ентероцитів, зокрема DMT1, Dcytb і ferroportin 1, як на рівні mRNA, так і на білковому рівні.

Можливо, що найбільш важливе досягнення у розумінні інтестинальної абсорбції заліза було реалізоване завдяки тому, що печінка відіграє центральну роль у регулюванні даного процесу. Хоча давно було відомо про те, що печінка



є головним місцем збереження надлишку заліза, пряма роль, яку вона відіграє у регулюванні абсорбції заліза стала очевидною з виявленням регулюючого залізо гормону гепсидину [1,14]. Цей пептид секретується гепатоцитами у кров, де він діє як інгібітор абсорбції заліза, вивільнення його з макрофагів і клітин інших типів. Продукція гепсидину знижувалась під впливом стимулів, відомих як такі, що збільшують абсорбцію заліза (наприклад, дефіцит заліза або підвищений еритропоез) і збільшувалася в умовах, коли абсорбція знижувалася (наприклад, перевантаження залізом чи запалення) [10,15]. Недавно було показано, що гепсидин взаємодіє безпосередньо з феропортином-1 на поверхні клітин НЕК-293, призводячи до його розпаду [13]. Якщо зазначене також відбувається і на базолатеральній мембрані ентероцита, тоді це може пояснити пригнічення абсорбції заліза гепсидином у вигляді редукції феропортину-1, що буде зменшувати переміщення заліза в організм.

Механізм, за допомогою якого регулюються компоненти поглинання заліза щіткової облямівки DMT1 і Dcytb не достатньо зрозумілий. Залізо залежне регулювання DMT1 може відбуватися при посередництві залізорегулюючих протеїнів (iron regulatory proteins) – IRPs. Ці молекули зв'язуються із залізочутливими елементами (iron responsive elements – IREs) в mRNA-транскриптах різних генів і впливають на їх експресію. Таке зв'язування залежить від рівнів внутрішньоклітинного заліза. Головний варіант зв'язування DMT1, експресованого в ентероцитах, містить мотив IRE і зв'язування IRPs з mRNA DMT1, при низьких рівнях внутрішньоклітинного заліза, стабілізує цей сигнал, збільшуючи рівень білку DMT1. Оскільки Dcytb регулюється рівнями внутрішньоклітинного заліза у тому ж напрямку, як і DMT1, сигнал Dcytb не містить мотив IRE і не може регулюватись безпосередньо впливом IRP.

Іншим наслідком відкриття гепсидину став переконливий доказ проти існуючої тривалий час гіпотези про регулювання абсорбції заліза запрограмованими криптами. З 60-х років минулого століття було висунуто гіпотезу, що сигнали організму, які змінюють абсорбцію заліза були визначені в ентероцитах, що утворюються у криптах дванадцятипалої кишки, запрограмованих до збільшення або зменшення абсорбції заліза після їх дозрівання [11]. Дана гіпотеза базувалась на наявності періоду затримки між сигналом до зміни абсорбції заліза та фактичною її зміною впродовж кількох днів. Період затримки інтерпретували як час, необхідний для програмованого дозрівання клітин крипт та перетворення в абсорбуючі ентероцити мікроворсинок. На моделі щурів із стимульованим еритропоезом було продемонстровано [12], що зазначений період затримки відображає час, необхідний організму для визначення потреби у зміні абсорбції і зміні експресії гепсидину, і як тільки це відбувається зазначені зміни настають швидко. Демонстрація того, що гепсидин є основною молекулою регулювання абсорбції і виявлення його взаємодії з феропортином-1 [13], експресованим тільки на зрілих ентероцитах, забезпечила прямий доказ того, що сигнали від організму можуть сприйматися тільки зрілими ентероцитами мікроворсинок. Усі разом зазначені дані забезпечують переконливий доказ того, що клітини кишкових крипт не відіграють провідну роль у регулювання абсорбції заліза.



Хоча відкриття гепсидину і його впливів на абсорбцію заліза кишечником становлять головні досягнення у розумінні гомеостазу заліза в організмі, все ще залишається не вирішеним питання - яким чином експресія гепсидину змінюється у відповідь на потреби організму у залізі. Проте, недавній аналіз пацієнтів зі спадковими порушеннями перевантаження заліза призвів до виявлення трьох молекул, які відіграють важливу роль у цьому шляху регулювання.

Першим з них був описаний HFE, видозмінений при гемохроматозі – найбільш загальній формі порушень перевантаження залізом. Пацієнти мали підвищену абсорбцію заліза, незважаючи на адекватні або високі запаси заліза в організмі, що вказувало на нездатність до належного обмеження абсорбції. Таке спостереження, у поєднанні з широкою підтримкою моделі запрограмованості крипт, спонукало більшість дослідників зосередитись на кишкових криптах як місці дії HFE. Мутації HFE призводять до недоречно низьких рівнів гепсидину як у людей, так і у мишей, що дозволило висловити припущення, що HFE залучений у регулювання експресії гепсидину. Оскільки остання істотно обмежується печінкою, це забезпечило незаперечний доказ того, що HFE проявляє свій ефект у клітинах печінки, а не у інтестинальних криптах. Регулювання заліза HFE діє на вищому рівні, ніж гепсидин і печінка є найбільш імовірною ділянкою активності HFE. Подальші дослідження показали, що HFE, як і гепсидин, найбільш стійко експресований у гепатоцитах, що наводить на думку про те, що гепатоцити є саме тими клітинами, в яких HFE виявляє свій вплив на експресію гепсидину [18].

Рецептор трансферину-2 (TfR2) також стійко експресований на гепатоцитах. Цей білок є гомологом класичного TfR1 і може також акцептувати з крові залізо, що зв'язане із трансферином, шляхом опосередкованого рецептором ендоцитозу. Хоча мутації TfR2 поширені набагато менше, ніж мутації HFE, проте вони спричиняють захворювання перевантаження залізом із симптомами дуже подібними до симптомів при гемохроматозі, пов'язаному із мутаціями HFE [11]. Подальші дослідження показали, що розпад TfR2 призводить до таких же неналежно низьких рівнів гепсидину, пов'язаних із руйнуванням HFE, наводячи на думку про те, що TfR2 і HFE є частиною одного і того ж шляху регулювання.

Зовсім недавно виявлено ще одного представника цієї регулюючої мережі – гемоювелін. Його молекула експресується на гепатоцитах і має порушену структуру у більшості випадків ювенільного гемохроматозу – рідкісному стані, який призводить до швидкого завантаження залізом більш серйозного ступеня ніж те, що пов'язане з мутаціями HFE або TfR2. Пацієнти з ювенільним гемохроматозом не продукують рівні гепсидину, які можна виявити, незважаючи на їх високе перевантаження залізом, що наводить на думку, що гемоювелін абсолютно необхідний для продукції гепсидину і, разом з HFE і TfR2, перебуває на шляху регулювання гомеостазу заліза на більш вищому рівні, ніж гепсидин.

Яким чином зазначені молекули контролюють потреби організму в залізі і прямо регулюють експресію гепсидину остаточно поки не встановлено. Будь-



який шлях регулювання повинен дозволяти гепатоцитам визначати події, що відбуваються у віддалених ділянках організму, такі як зміна потреби у залізі еритроїдних клітин, що розвиваються у кістковому мозку. Насичення трансферину спочатку розглядали як регулятор абсорбції заліза, показано пряму кореляцію між рівнем трансферину та експресією mRNA гепсидину печінки у щурів після гемолізу або переведення від контрольного харчового раціону до раціону, збідненого на залізо. Рівні циркулюючого трансферину можуть бути ідеальним індикатором потреби організму у залізі, оскільки білок переважно захоплюють клітини, що потребують його. Тому, коли потреби клітин у залізі зростають, рівні трансферину знижуються і навпаки.

Недавно було запропоновано механізм виявлення трансферину, що включає і HFE і TfR2 на мембрані гепатоцита [11]. HFE і трансферин зв'язують паралельні ділянки TfR1. При нормальних умовах, HFE було виявлено як на плазматичній мембрані, так і у TfR1-вмісних ендосомах; проте, коли здійснювали обробку ліній клітин трансферином, HFE було виявлено тільки на плазматичній мембрані, що свідчить перемогу трансферину над HFE у конкуренції за зв'язування TfR1. Нами висунуто припущення, не зв'язаний HFE на поверхні клітини здатний стимулювати шлях сигнальної трансдукції що призводить до збільшення експресії гепсидину. Це може пояснити зменшення експресії гепсидину, що має місце при гемохроматозі, коли HFE зруйнований.

TfR2 може відігравати подібну роль у регулюванні експресії гепсидину у відповідь на рівні циркулюючого трансферину. Проте, у цьому випадку наявне свідчення, яке припускає, що білок TfR2 стабілізується шляхом зв'язування трансферину [1]. Якщо сигнал збільшення експресії гепсидину продукується TfR2, стабілізація цієї молекули трансферином буде підтримувати цей сигнал. Зниження рівнів трансферину буде знижувати цей сигнал, зменшуючи експресію гепсидину та збільшуючи абсорбцію заліза.

Печінкові запаси заліза також можуть брати участь у регулюванні синтезу гепсидину шляхом зміни поверхневої експресії TfR1 у гепатоцитах [11]. Низькі рівні внутрішньоклітинного заліза збільшують рівень експресії TfR1 на поверхні клітини, роблячи цю молекулу більш доступною до взаємодії з HFE. Підвищені рівні TfR1 можуть також ефективно перемагати TfR2 у конкуренції за зв'язування з трансферином, оскільки TfR2 має спорідненість до трансферину приблизно у 25 разів меншу, ніж TfR1. Поєднаний ефект виражається зменшенням сигналу до продукування гепсидину, коли запаси заліза у гепатоцитах низькі. Протилежне відбувається коли запаси заліза високі і експресія TfR1 на поверхні клітини знижена. Тому, експресія гепсидину, буде регулюватися шляхом поєднаного ефекту рівнів трансферину, які визначають використання заліза організмом та його запаси у гепатоцитах.

Наявність двох паралельних шляхів (один потребує HFE, а інший TfR2) для регулювання експресії гепсидину пояснює фенотипи, що спостерігалися при руйнуванні різних молекул. Мутації у HFE або TfR2 спричиняють порівняно м'яке перевантаження залізом, з рівнями гепсидину нижчими, ніж очікувані, але які можливо виявити.

Мутації гемоювеліну призводять до набагато більшого завантаження



заліза, при якому абсорбція заліза не може бути зниженою, розуміючи, що гемоювелін є необхідним для продукції гепсидину. Гемоювелін може взаємодіяти з кістковими морфогенетичними білковими рецепторами і посилювати сигнал, що виробляється зв'язуванням ліганду, до чого здатні інші члени групи RGM. Малоімовірно, що гемоювелін відіграє таку роль у природних умовах (*in vivo*), подібно до кісткових морфогенетичних протеїнів, залучених у процес ембріонального розвитку. Це збільшує імовірність того, що гемоювелін виконує подібну функцію у гепатоцитах шляхом ініціювання або посилення шляху трансдукції сигналу, регулюючи гепсидин у відповідь на рівні трансферину, безпосередньо взаємодіючи з HFE, TfR1 або TfR2.

Висновки

Результати проведених нами досліджень периферичної крові у пацієнтів із ХГ свідчать, що вивчені показники перебували в межах нормальних значень незалежно від району проживання.

Середні значення показників концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів у чоловіків були більшими, ніж у жінок ($p < 0,05$), при цьому середні значення показників кількості лейкоцитів і тромбоцитів у чоловіків та жінок не відрізнялись ($p > 0,05$). Не виявлено тендерної достовірної різниці між середніми значеннями показників периферичної крові у пацієнтів I і II груп ($p > 0,05$).

Показники вмісту ЗС, НТЗ та вмісту ТФ крові у пацієнтів із ХГ перебували в межах нормальних значень, а показники ЗЗЗС, НЗЗС, вмісту ФН перевищували норму. Середні значення показників ЗС, НТЗ, вмісту ФН у чоловіків були більшими, ніж у жінок ($p < 0,05$), а середні значення показників ЗЗЗС, НЗЗС та вмісту ТФ були меншими ($p < 0,05$).

Середні значення показників ЗЗЗС, НЗЗС і вмісту ТФ у жителів високогірних районів були меншими, ніж у жителів рівнинних ($p < 0,05$), а середні значення показників вмісту ЗС, НТЗ, вмісту ФН були, відповідно, більшими ($p < 0,05$). Отримані нами результати очевидно є наслідком відмінностей у традиціях харчування. Можна висловити припущення, що мешканці високогірних районів більше споживають продуктів тваринного походження, а жителі рівнинних районів - рослинного.

Література

1. Видиборець С., Борисенко Д. Гепсидин, трансферин, феритин: фізіологічна роль як центральних регуляторів обміну заліза в організмі. Science Review. 2019. №10(27), С. 8-15. Available at: DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/30122019/6862
2. Герасимова О. О., Овсієнко Є. В. Результати VEN-частотного аналізу фармакотерапії пацієнтів із хронічним гастродуоденітом у закладі охорони здоров'я м.Харкова. Соціальна фармація в охороні здоров'я. Т.4, № 2. С. 70-75. doi: 10.24959/sphhcj.18.112.
3. Демина Э. А., Иванова В. С. К вопросу радиационной безопасности диагностического облучения в онкологии. Променева диагностика, променева терапия. 2019. № 3-4. С. 38-43.



4. Степанов Ю. М. Хвороби органів травлення та гастроентерологічна допомога населенню України: здобутки, проблеми та шляхи вирішення. *Здоров'я України*. 2014. № 3. С. 10-11.
5. Ajioka R.S., Levy J.E., Andrews N.C., Kushner J. P. Regulation of iron absorption in Hfe mutant mice. *Blood*. 2002. № 100. P. 1465–1469,
6. Chen H., Su T., Attieh Z.K., Fox T.C., McKie A.T., Anderson G.J., Vulpe C.D. Systemic regulation of Hephaestin and Iregl revealed in studies of genetic and nutritional iron deficiency. *Blood*. 2003. № 12. P. 1893–1899.
7. Chung J, Wessling-Resnick M. Molecular mechanisms and regulation of iron transport. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2003. № 40. P. 151–182.
8. Derpak Yu. Yu., Vydyborets S. V. Pattern of active blood donors donating for more than 10 years based on the results of laboratory, morphologic, biochemical and biophysical tests of peripheral blood. *Wiad. Lek.* 2019, tom. LXXII, nr.12, cz.I, P. 2344-2347. Available at: DOI: 10.36740/Wlek201012144
9. Donovan A, Lima C. A , Pinkus J. L., Pinkus G. S., Zon L.I., Robine S., Andrews N. C. The iron exporter ferroportin/Slc40a1 is essential for iron homeostasis. *Cell Metab*. 2005. №1. pp. 191–200.
10. Ganz T. Hepcidin, a key regulator of iron metabolism and mediator of anemia of inflammation. *Blood*. 2003. № 102. P. 783–788.
11. Frazer D. M., Anderson G. J. The orchestration of body iron intake: how and where do enterocytes receive their cues? *Blood Cells Mol Dis*. 2003. № 30. P. 288–297.
12. Frazer D. M., Inglis H. R., Wilkins S.J., Millard K. N., Steele T. M., McLaren G. D., McKie A.T., Vulpe C.D., Anderson G. J. Delayed hepcidin response explains the lag period in iron absorption following a stimulus to increase erythropoiesis. *Gut*. 2004. № 53. P. 1509–1515.
13. Nemeth E, Tuttle MS, Powelson J, Vaughn MB, Donovan A, McVey Ward D, Ganz T, and Kaplan J. Hepcidin regulates cellular iron efflux by binding to ferroportin and inducing its internalization. *Science*. 2004. № 306. P. 2090–2093,
14. Nicolas G., Bennoun M., Devaux I., Beaumont C., Grandchamp B., Kahn A., Vaulont S. Lack of hepcidin gene expression and severe tissue iron overload in upstream stimulatory factor 2 (USF2) knockout mice. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2001. № 98. P. 8780–8785.
15. Nicolas G., Chauvet C., Viatte L., Danan J.L., Bigard X., Devaux I., Beaumont C., Kahn A., Vaulont S. The gene encoding the iron regulatory peptide hepcidin is regulated by anemia, hypoxia, and inflammation. *J Clin Invest*. 2002. № 110. P. 1037–1044.
16. Sugano K., Tack J., Kuipers E. Faculty members of Kyoto global consensus Conference. Kyoto global consensus report on *Helicobacter pylori* gastritis. *Gut*. 2015. № 64(9). P. 1353-1367. doi: 10.1136/gutjnl-2015-309252.
17. Malfertheiner P., Megraud F., O'Morain C.A. European *Helicobacter* and Microbiota Study Group and Consensus panel. Management of *Helicobacter pylori* infection – the MaastrichtV/Florence Consensus Report. *Gut*. 2017. № 66(1). P. 6-30. doi: 10.1136/gutjnl-2016-312288.
18. Zhang A., Xiong S., Tsukamoto H., Enns C. A. Localization of iron



metabolism-related mRNAs in rat liver indicate that HFE is expressed predominantly in hepatocytes. Blood. 2004. № 103. P. 1509–1514,

19. 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. *The problem of treatment of chronic gastritis in servicemen, as one of the most common diseases of the gastrointestinal tract, is especially relevant in the light of the evidence on the determining role H. pylori infection in the progression of the disease and its complications. The III European Multicenter Resistance Survey of H. pylori, which covered from 18 countries of the European Union with the inclusion of 2204 strains of H. pylori, is of considerable interest.*

In conducting research, the authors used: bibliographic method, mathematical and statistical and cost-effectiveness method, descriptive modeling, structural and logical method of research. Statistical analysis of the obtained results were made using Statistica 6.0 (StatSoft Inc., USA). The results were considered statistically reliable at $p < 0,05$.

Some ideas of iron metabolism in an organism and pathogenetic mechanisms of clinical and laboratory symptoms are briefly presented. This review deals with up-to-date methods of the laboratory diagnostics of chronic gastritis. Some ideas of iron metabolism in an organism and pathogenetic mechanisms of clinical and laboratory symptoms are briefly presented. A conclusion is drawn about the integrated approach to the diagnostics of chronic gastritis diagnostics in Transcarpatia. We discuss the pathogenic mechanisms of symptoms and syndromes in patients with chronic gastritis.

Key words: *chronic gastritis, iron metabolism, peripheral blood, clinic, Transcarpatia.*

Стаття відправлена: 27.11.2022 р.
© Попович М.Ю.



УДК 581.5 (477.81)

**SPECIES COMPOSITON OF HYDROPHILIC FLORA OF THE
FRESHWATER ECOSYSTEM****ВИДОВИЙ СКЛАД ГІДРОФІЛЬНОЇ ФЛОРИ ПРІСНОВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ****Melnyk V. Y. / Мельник В.Й.***s.g.s., prof. / к.з.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-7301-8266

Tolochyk I. L. / Толочик І. Л.*s.b.s., as.prof. / к.б.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7974-2346

*Rivne State University of Humanities, S. Bandery Str. 12, Rivne, 33000, Ukraine
Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, С. Бандери, 12, 33000*

Abstract. For the first time geobotanical researches of aquatic and coastal-aquatic vegetation on separate sections of the Styr river were carried out. According to the results of research, 125 species of higher vascular plants from 75 genera and 38 families have been described in the selected taxa. In the species composition of the most common 7 families are: Poaceae (11 genera), Potamogetonaceae (10 genera), Asteraceae (9 genera), Cyperaceae (8 genera), Polygonaceae (8 genera), Ranunculaceae (6 genera), Salicaceae (6 genera). These species of these families are 46,4%. The following genera are dominant: Potamogeton (9 genera), Salix (6 genera), Juncus, Rumex i Carex (5 species each), 8 genera – adventitious plants, the rest represent the aboriginal flora of Rivnenska oblast. Geobotanical studies have identified 14 plant communities. Coastal-aquatic vegetation is mainly formed from Glycerietum maximae, Lemnetum minoris, Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhiza, Potametum perfoliati, P. pectinati ma Sparganietum erecti. The species composition of the lower reaches of the river is especially rich (71,2% of species). The state of populations of 6 rare species is characterized by coenopopulation studies. For the first time in Rivnenska oblast, a highly vulnerable species of Batrachium rionii was found, which is included in the Red List of aquatic macrophytes of Ukraine. Comparative analysis of different sections of the river makes it possible to assess the hydrophilic flora, to develop optimal ways to protect rare and typical plants and their groups.

Key words: section of the river, floristic wealth, coastal-aquatic vegetation.

Introduction. Increasing of anthropogenic pressure on aquatic ecosystems causes a noticeable transformation of the phytocomponent, which depends on the quality of their aquatic environment. An important part of freshwater biocenosis is aquatic and coastal-aquatic vegetation. According to the EU Water Framework Directive, the study of autotrophic aquatic organisms is envisaged to assess the ecological status of hydroecosystems (EU Directive, 2006).

Traditionally, considerable attention of scientists was focused on the floristic research of hydroecosystem (Zub, 2000; Chorna, 2001; Sadchikov & Kudrjashov, 2004; Tolochyk & Volodymyrets, 2018), peculiarities of distribution of macrophytes (Dubyna et. al., 1993; Chambers, 2008). Much of the work concerned research on the nature of overgrowing of reservoirs and streams, the composition and structure of vegetation, its dynamics and production processes (Papchenkov, 2003; Egertson et. al., 2004; Pyrina & Lyashenko, 2005; Costanza et. al., 2007; Chao et. al., 2014; Pasichnaja et. al., 2015; Prokopchuk & Hrubinko, 2016). In recent years, comprehensive studies of the hydroflora, the study of anthropogenic changes in aquatic ecosystems, the protection of reservoirs, coastal areas, their rare species and



cenoses have been intensified. Currently, the relevance of research is due to the need to study the level of exploitation, protection and reproduction of aquatic ecosystems (Brannen & Bielak, 2004; Gilvear et. al., 2013; Trebilco et. al., 2013; Deng et. al., 2015; Kopylov et. al., 2018). The natural vegetation acts as an objective source of information about the processes that take place in rivers (Dubyna, 1996, 2006; Papchenkov, 2001; Pyrina & Lyashenko, 2005; Clayton & Edwards, 2006). Particularly relevant today is the problem of studying the flora of freshwater ecosystems, which plays a major role in the ecological balance and self-purification of water bodies. Works of both foreign and domestic botanists, hydrobiologists and ecologists are devoted to the study of hydrophilic flora (Chorna, 2001; Gryb et. al., 2003; Fedorchyk, 2005; Baranovsky et. al., 2006; Cronin et. al., 2006; Chambers et. al., 2008; Mäemets et. al., 2010; Belyakov et. al., 2017).

In the study of higher aquatic vegetation of Ukraine there are five stages: floristic, ecological-typological, ecological-coenotic, complex research, sozological and several scientific areas, including floristic (Dubyna, 2006). Many years of research are presented in the collective monograph of Ukrainian, Czech and Slovak scientists (Dubyna et. al., 1993). Subsequent lists of macrophyte species were given in the works (Zyb, 2000; Chorna, 2001; Fedorchyk, 2003; Musienko & Ol'hovych, 2004; Dubyna, 2006). Fragmentary information on the species composition of the hydrophilic flora of Rivne region was published by Volodymyrets V.O. and Grohovska Yu. R. (Grohovs'ka & Volodymyrets, 2015). The study of the species composition and ecological characteristics of higher aquatic plants guarantees an adequate assessment of river water quality and is important for assessing the general condition of aquatic ecosystems. Therefore, the study of the species composition of the hydrophilic flora of the Styr River is relevant, as these data can be used in phytomonitoring studies.

The aim of our study was to study the species composition of the hydrophilic flora of the middle and lower reaches of the Styr River.

Material and methods. The object of the study are separate sections of the Styr River within the Rivne region. Analysis and evaluation of the hydrophilic flora of the Styr River were carried out in the following areas: floristic, geobotanical and coenopopulation. The classification of *Magnoliophyta* is given by the system APG IV (APG, 2016), a group of adventitious plants by J. Kornaš (Kornaš, 1968), the names of species are presented using the database The Plant List (The Plant List, 2013). The field and analytical research methods were used in the research process.

Results and discussion. The middle course of the studied river is formed by Cretaceous rocks, the surface is very denuded and wavy, covered with forest thickness, in some places on its high sections limestone outcrops can be observed. The lower course is a plain with large swamps, where a significant forest cover is formed on sandy soils, there is a deep occurrence of Cretaceous marls in its western part and shallow - in the east, which significantly affects the landscape and conditions of formation of the Styr hydroecosystem (Gerenchuk, 1975).

The individual parts of the basin differ in the characteristics of water-bearing rocks, feeding conditions, interconnection and discharge of groundwater of the entire thickness of sediments. There is a hydraulic connection between the groundwater of



these aquifers. Almost all aquifers in the basin are used for water supply (Nacional'nyj atlas Ukrajin, 2007).

According to the results of field research in the surveyed areas of the Styr River within the Rivne region, 125 species of higher vascular plants from 75 genera and 38 families were identified. In this list, 6,4% of the total identified species composition (8 species) are adventitious plants, namely: *Acorus calamus*, *Bidens frondosa*, *Echinocystis lobata*, *Elodea canadensis*, *Juncus tenuis*, *Salix fragilis*, *Xanthium albinum*, *Zizania latifolia*, the rest represent flora of Rivne region.

In the species composition of the hydrophilic flora, the most common are 7 families, namely: *Poaceae* (11 species), *Potamogetonaceae* (10 species), *Asteraceae* (9 species), *Cyperaceae* (8 species), *Polygonaceae* (8 species), *Ranunculaceae* (6 species), *Salicaceae* (6 species), is show in Figure 1.

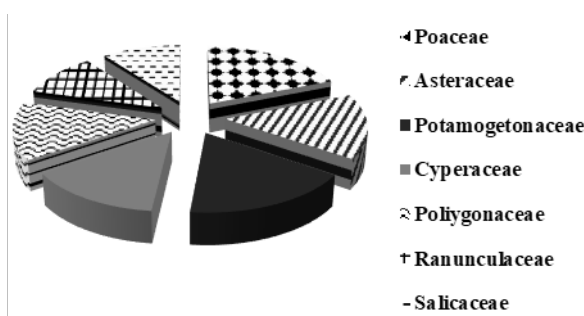


Figure 1. Dominant families of hydrophilic flora, %

These species of these families account for 46,4% of the total number of species, and the most common genera are: *Potamogeton* (9 species), *Salix* (6 species), *Juncus*, *Rumex* and *Carex* (5 species each).

For the first time we conducted geobotanical studies of aquatic and coastal-aquatic vegetation of the middle and lower reaches of the Styr River. As part of the selected taxa identified 125 species within 14 plant groups (Table 1).

Table 1. Plant groups of individual sections of the Styr River

Name of plant groups	Minimum and maximum values		
	Number of species, pcs.	Projective coverage, %	Area (sq.m)
<i>Butomo- Alismatetum plantaginis-aquaticae</i>	8-9	45-50	20-55
<i>Butomo- Sagittarietum sagittifoliae</i>	7-10	45-80	20-60
<i>Ceratophylletum demersi</i>	7-9	40-75	70-120
<i>Elodeetum canadensis</i>	9-12	30-60	35-90
<i>Glycerietum maximae</i>	8-10	50-100	70-180
<i>Glycerietum fluitantis</i>	8-10	55-95	30-45
<i>Hydrocharitetum morsus-ranae</i>	9-12	60-80	70-170
<i>Hydrocharito-Stratiotetum aloides</i>	11	45-55	70-130
<i>Lemnetum minoris</i>	11-15	70-85	120-220
<i>Lemnetum trisulcae</i>	11-14	50-70	140-180
<i>Potameto natantis- Nymphaetum candidae</i>	7-9	70	140
<i>Potametum pectinati</i>	7-10	40-80	30-120
<i>Ricciocarpetum natantis</i>	11	60	25
<i>Spirodeletum polyrrhizae</i>	10-13	60-85	150-200



It is known that the ecological capacity of the aquatic environment of the Styr River is provided by well-developed meadow-swamp floodplains in its old rivers, as well as phytomass of higher aquatic vegetation. Typical natural plant groups of river floodplains are floodplain meadows, located mainly in their riverbeds and central parts, as well as swampy floodplain meadows located in their terraced and intergovernmental depressions (Korotun & Korotun, 1996). These groups have a characteristic species composition of higher aquatic and coastal-aquatic vegetation.

It is established that on a site of the river near the village of Verben of Demydiv district, submerged aquatic plants are mainly represented by *Potamogeton crispus*, *P. compresus*, *P. perfoliatus*, *Stuckenia pectinata* (group *Potametum perfoliati*, *P. pectinati*) with a projective cover of 35-50%, closer to the shore there is *Batrachium circinatum* (group *Batrachietum circinati*) – projective coverage up to 50%. Among free-floating unrooted plants, significant areas are occupied by *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Staurogeton trisulcus* (group *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae*) with a projective cover of up to 70%, smaller areas are represented by the *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* group.

Coastal and aquatic vegetation is represented by a significant species composition. The largest area is occupied by *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*) with a projective coverage of 85-95%. Local thickets form *Carex rostrata* and *C. vesicaria*, *Phalaroides arundinacea*, *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*, *Mentha aquatica*, the projective cover of which was up to 60-75%. Occasionally there are groups of *Sagittaria sagittifolia*, *Sium latifolium*, *Berula erecta*, *Rorippa amphibia*, *Rumex hydrolapathum*, which do not occupy large areas. Coastal-swamp species are most pronounced *Galium palustre* and *Persicaria hydropiper* with a projective coverage of 35 to 60%.

In the section of the river near the village of Torhovytsia, Mlyniv district, the following species of submerged aquatic plants predominate: *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. crispus*, *Stuckenia pectinata* (group *Potametum perfoliati*, *P. lucentis*, *P. crispus*, *P. pectinati*), projective cover is 15-30%, rare sparse thickets of *Ceratophyllum demersum* and *Myriophyllum verticillatum*. Groups of free-floating unrooted plants are most often formed by *Lemna minor* and *Spirodela polyrrhiza* (groups of *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae*), *Hydrocharis morsus-ranae* is less common, projective coverage is 50-60%. Among floating rooted plants, *Nuphar lutea* and *Persicaria amphibia* thickets with a projective cover of 2-5% sometimes occur. Coastal-aquatic vegetation is widespread in all sections of the studied river, except for the steep banks. The main role in its formation is played by such species as *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*), projective cover is up to 80%, *Phalaroides arundinacea* with projective cover 45-60% and *Carex rostrata*, *C. acutiformis*, whose projective cover is defined in the range from 35 to 50%. Locally occur *Sagittaria sagittifolia*, *Bidens cernua*, *Rumex hydrolapathum*, *Sparganium erectum*, *Berula erecta*, the projective cover of which is 30-65%, in some areas well-defined thickets of *Sparganium emersum* with a projective cover of up to 50-75% and adventitious species *Zizania latifolia*, 35-40%. In coastal-swamp species, thickets of *Agrostis stolonifera*, *Potentilla anserina*, *Rorippa palustris*, *Galium palustre*, and occasionally – *Agrostis gigantea* and



Veronica anagalloides are marked. The left bank of the river is dominated by woody thickets with *Salix cinerea* and *S. triandra*.

The hydrophilic flora in the section of the river near the village of Nove is largely similar to the area within the village of Torhovytisia. However, of the submerged aquatic plants, *Potamogeton lucens* and *Stuckenia pectinata*, play the largest role, the projective cover of which in some areas reaches more than 50%. Among floating rooted plants, *Nuphar lutea* and *Persicaria amphibia* with a projective cover of up to 10% are more common, while *Hydrocharis morsus-ranae* are practically undefined. A characteristic feature of the described section of the river is the presence in the coastal strip of woody thickets of *Salix cinerea*, *S. fragilis* and *S. triandra*, as well as *Alnus glutinosa*, among which the grass layer is dominated by *Urtica dioica* and *Galium aparine*, often *Calystegia sepium*. Coastal aquatic plants in such areas are represented by *Scutellaria galericulata* and *Phragmites australis*.

On the section of the river near the village of Zabolottia (Polonne) the swamp hydrophilic flora was the poorest, especially aquatic. In the groups of submerged aquatic plants, the most common coenoses are *Ceratophyllum demersum*, the projective cover of which was up to 10%, *Elodea canadensis*, projective cover up to 3%, *Potamogeton* spots are rare. Free-floating unrooted plants in the coastal zone are identified *Lemna minor*, *Staurogeton trisulcus*, *Spirodela polyrrhiza*, total projective cover from 30 to 40% (group *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae*). Among the floating rooted plants, sparse *Nuphar lutea* thickets with a projective cover of up to 3-5% are rare. In the formation of coastal aquatic vegetation the greatest coenotic role is played by *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*), the projective cover of which is up to 85%, *Phalaroides arundinacea* with a projective cover of 40-65%, *Carex elata* – up to 60%, in some areas *Phragmites australis* (group *Phragmitetum communis*) and *Rorippa amphibia*.

The hydrophilic vegetation on the section of the river near the discharge of industrial wastewater of the Rivne nuclear power plant is similar. However, submerged aquatic plants are identified in small numbers: rare sparse thickets of *Potamogeton perfoliatus* and *Stuckenia pectinata* (projective cover 3-5%), *Ceratophyllum demersum* with projective cover up to 5% is more common. Among the free-floating unrooted plants, *Lemna minor*, *Staurogeton trisulcus*, *Spirodela polyrrhiza* are scattered, the total projective cover of which is from 15 to 20% (group *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae*). From floating rooted plants, *Nuphar lutea* grows singly or in small groups. The greatest coenotic role in the formation of coastal-aquatic vegetation is played by *Carex elata*, projective cover 35-40%, *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*) with projective cover up to 35%, *Sparganium emersum*, projective cover 35-60%. Scattered, small spots, there are thickets of *Phalaroides arundinacea*, *Phalaroides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Rorippa amphibia*, *Equisetum palustre*, *Bidens frondosa*, *Mentha aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Sagittaria sagittifolia*. Shrub thickets *Salix purpurea*, *S. viminalis*, *Frangula alnus* are widespread in the coastal zone, between which (projective coverage up to 50-85%) *Urtica galeopsifolia*, *Rorippa sylvestris*, *Echinocystis lobata*, rear is *Calystegia sepium*, *Ranunculus repens*, *Myosoton aquaticum*, *Stachys palustris*.



On the section of the river near the village of Babka the vegetation turned out to be more diverse. Submerged aquatic plants are primarily represented by different species of *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *Stuckenia pectinata* (well-defined groups of *Potametum perfoliati*, *P. lucentis*, *P. pectinati*), the projective cover of which is 35-70% and *Elodea canadensis* and *Ceratophyllum demersum* projective coverage is up to 10%. Free-floating unrooted plants are represented by groups *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae*, the total projective cover of 15-25%, which is common in the coastal strip of the river, occasionally there are sparse thickets of *Hydrocharis morsus-ranae*. Of the floating rooted plants, *Nuphar lutea* thickets, projective cover up to 30%, are rare. Coastal-aquatic vegetation is formed almost throughout the study area. The largest areas are occupied by *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*), *Phalaroides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* (group *Sparganietum erecti*), *Mentha aquatica*, *Bidens frondosa* and *B. tripartita*, locally distributed are thickets *Butomus umbellatus*, *Carex acutiformis*, *C. elata*, *C. rostrata*, *Typha latifolia*. The phytocenotic role of other coastal-aquatic species is insignificant, although most have a high frequency of occurrence. In some areas the local thickets of *Salix purpurea* are well expressed, the projective cover is from 65 to 90%.

The vegetation on the section of the river near the village of Sopachiv turned out to be poorer, first of all because of its steep banks. Submerged plants are represented by *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. crispus* (group *Potametum perfoliati*, *P. lucentis*, *P. crispi*), the projective cover of which varies from 15-20% to 50-65%. *Elodea canadensis* and *Ceratophyllum demersum* are scattered, projective coverage 10-20%. Free-floating unrooted plants are represented mainly by *Lemna minor* and *Spirodela polyrrhiza*, occasionally by – *Staurogeton trisulcus*. Among floating rooted aquatic plants, *Nuphar lutea* and *Persicaria amphibia* with a projective cover of 2-5% are the most common. Coastal-aquatic vegetation is mainly formed by *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*), projective cover 55-85%, *Sparganium erectum* (group *Sparganietum erecti*), projective cover is up to 75%, *Rorippa amphibia* and *Bidens frondosa*, 5% projective. A characteristic feature of this section of the river is the presence of narrow sandy shoals, on which thickets of *Gnaphalium uliginosum*, *Potentilla anserina*, *Ranunculus repens* have been identified.

On the river near the town settlement of Zarichne among the submerged aquatic plants, the most common cenoses involving *Ceratophyllum demersum* (group *Ceratophylletum demersi*), the projective cover of which was 10-25%, of different species of rhododendrons, where *Potamogeton crispus*, *P. natans*, *P. perfoliata*, and *Stuckenia pectinata* had the largest projective cover (well-defined groups are *Potametum perfoliati*, *P. pectinati*). *Elodea canadensis* with a projective coverage of up to 5% is rare. Free-floating unrooted plants on the river section in the coastal zone are common *Lemna minor*, *Staurogeton trisulcus*, *Spirodela polyrrhiza*, total projective cover 30-50% (groups *Lemnetum minoris*, *Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae* are much less common thickets such as *Hydrocharitetum morsus-ranae*) and *Stratiotes aloides* (group *Hydrocharito-Stratiotetum aloides*) with a projective coverage of up to 75%, rarely identified *Persicaria amphibia*. Of the floating rooted plants, *Nuphar lutea* thickets (*Potameto-Nupharetum* group) are most common, with



a projective cover of 50 to 85%. More diverse was the coastal-aquatic vegetation, in the formation of which the largest role is played by *Glyceria maxima* (group *Glycerietum maximae*), *G. fluitans* (group *Glycerietum fluitansis*), *Carex acutiformis*, *C. rostrata* (group *Carici acutae- Glycerietum maximae*), *Sparganium erectum* (group *Sparganietum erecti*), *Rumex hydrolapathum*, *Sium latifolium* whose projective coverage varies between 35-85%. The role of other coastal and aquatic species was insignificant, and the groups with their participation are local in nature. Among the coastal-swamp species, the largest areas are occupied by *Bidens tripartita*, *Mentha aquatica*, *Galium palustre*.

A similar species composition of vegetation was observed in the area of the river near the village of Ivanchytsi. However, *Nymphaea candida* and *Potamogeton natans* are well expressed in the plant, with a projective coverage of up to 15% (*Potameto natansis-Nymphaeetum candidae* group), *Batrachium rionii*, projective coverage of up to 80% (*Batrachietum rionii* group) and *Hippuris vulgaris*, 65% group *Hippuritetum vulgaris*. From coastal-water and coastal-swamp groups in this area thickets of *Rumex hydrolapathum* and *R. maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Juncus compressus*, *Sparganium emersum*, *Ranunculus flammula*, *Rorippa amphibia* are well expressed. In a large part of the coastal part of the river there are common shrubs with the participation of various species of *Salix*, among which the greatest phytocenotic role is played by *S. purpurea* and *S. triandra*, the total projective cover of which is 75-90%.

As a result of coenopopulation studies of individual sections of the Styr River, we obtained data that determine the condition of populations of rare species: *Pulicaria vulgaris*, *Hippuris vulgaris*, *Batrachium rionii*, *Nymphaea candida* (old river), *Batrachium circinatum* (Verben village), *Potamogeton gramineus* (Ivanchytsi village). For the first time in Rivne region, the species *Batrachium rionii*, was found, which is included in the Red List of Aquatic Macrophytes of Ukraine and is a highly vulnerable species (Tolochyk & Volodymyrets', 2018). Rare species of higher aquatic and coastal-aquatic plants of Rivne region were partially studied by Volodymyrets V.O., Grohovska Yu. R. and Konontsev S. V. (Grohovs'ka et. al., 2013).

In recent decades, the vegetation of the river ecosystem has tended to intensify the transformation processes caused by the high level of erosion, plowing, agricultural use of the basin.

The species composition of the hydrophilic flora in different parts of the Styr River differs, but there are some species that are characteristic only of a certain study area. Thus, the species composition of the hydrophilic flora of the river near the village of Verben of Demydiv district had 65 species. However, only here were found *Batrachium circinatum*, *Glyceria notata*, *Potamogeton compresus*, *Cicuta virosa*, as well as a representative of aquatic mosses – *Ricciocarpus natans* (family *Ricciaceae*).

On the section of the river near the village of Torhovytsia of Mlyniv district 46,4% (58 species) of the entire species species, including *Agrostis gigantea*, *Zizania latifolia*, *Myriophyllum verticillatum*, *Scrophularia umbrosa* have been identified only in this locality. Slightly poorer species composition of hydrophilic flora is in the area near the village of Nove. Only 51 species were found here.



Within the Volodymyrets district, the hydrophilic flora is represented by 87 species (69,6%), among which *Leersia oryzoides*, *Thalictrum lucidum*, *Echinocystis lobata*, *Epilobium tetragonum* were found only in this study area. It should be noted that the highest indicator of species composition is determined near the village of Babka, where there are 75 species, and the poorest is the area near the village of Zabolottia (30 species).

The largest number of species (89 or 71,2% of the total species composition) was found in the section of the river between the town settlement of Zarichne and the village of Ivanchytsi of Zarichne district. Among them are *Juncus tenuis*, *Potamogeton friesii*, *P. natans*, *P. gramineus*, *Ranunculus flammula*, *Stellaria fennica*, *Hippuris vulgaris*, *Pulicaria vulgaris* and others. Especially rich in species diversity is the area near the village of Ivanchytsi, where the river forms an old river. Only here the following species were found: *Nymphaea candida*, *Potamogeton friesii*, *Carex riparia*, *Eleocharis acicularis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Juncus tenuis*, *Batrachium rionii*, *Ranunculus flammula*, *Hippuris vulgaris*, *Eupatorium cannabinum*, *Pulicaria vulgaris*. It was here that *Batrachium rionii* was found. A comparative analysis of different sections of the river is made, which makes it possible to assess the hydrophilic flora, to isolate and determine its uniqueness.

Conclusions.

Comprehensive research has made it possible to characterize the floristic richness of the Styr River hydroecosystem, compare individual study areas, identify natural areas, assess the degree of transformation of vegetation and propose measures to preserve and restore natural ecosystems in the river basin. The study of hydrophilic flora will create an ecological network of local and regional level, to develop optimal ways to protect rare and typical plants and their groups.

References

1. APG – An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, 2016. Botanical Journal of the Linnean Society: 181, 1, 1–20. doi: 10.1111 / boj.12385.
2. Baranovsky B.O., Ivan'ko I.A. & Zagubizhenko N.I., 2006, Influence of the illuminance conditions of the Knyaginya Lake flat zone on the composition of macrophyte biogeocoenoses. Biosystems Diversity 14(2): 12–16. doi: 10.15421/010645.
3. Belyakov E.A., Shcherbakov A.V., Lapirov A.G. & Shilov, M. P., 2017, Morphology and ecological characteristics of *Sparganium × longifolium* (Typhaceae) in the Central part of European Russia. Biosystems Diversity 25(2): 154–161. doi: 10.15421/011723.
4. Brannen L. & Bielak A. (ed.), 2004, Threats to water availability in Canada. National Water Research Institute, Environment. Canada..
5. Clayton J. & Edwards T., 2006, Aquatic plants as environmental indicators of ecological condition in New Zealand lakes. Hydrobiologia 570: 147–151. doi:10.1007/s10750-006-0174-4.
6. Chambers P.A., Lacoul P., Murphy K.J. & Thomaz S.M., 2008, Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. Hydrobiologia 595(1): 9–26. doi:



10.1007/s10750-007-9154-6.

7. Chao W., Sha-Sha Z., Pei-Fang W. & Jin, Q., 2014, Effects of vegetations on the removal of contaminants in aquatic environments: A review. *J. Hydrodyn* 26(4): 497–511. doi: 10.1016/s1001-6058(14)60057-3.

8. Costanza R., Fisher B., Mulder K., Liu S. & Christopher T., 2007, Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecol. Econ.* 61: 478–491. doi: 10.1016/j.ecolecon.2006.03.021.

9. Cronin G., Lewis W. M. & Schiehsler M. A., 2006, Influence of freshwater macrophytes on the littoral ecosystem structure and function of a young Colorado reservoir. *Aquatic Botany* 85(1): 37–43. doi: 10.1016/j.aquabot.2006.01.011.

10. Deng X., Xu Y., Han L., Yu Z. & Yang M., 2015, Assessment of river health based on an improved entropy-based fuzzy matter-element model in the Taihu Plain China. *Ecol. Indic.* 57: 85–95. doi:10.1016/j.ecolind.2015.04.020.

11. Dubyna D.V., 1996, Klasyfikacija vyshhoji vodnoji roslynosti Ukrajin: stan ta perspektyvy. *Ukr. fitosoc. zb. Ser. A.* 3: 6–14. Kyiv.

12. Dubyna D.V., 2006, *Vyshcha vodna roslynist'*. Kyiv.

13. Dubyna D.V., Stoyko S.M., Sytnik S.M., Tasenkevich L.A., Shelyag-Sosonko Y.V., Geyny S., Groudova Z., Gusak S., Otygelova G. & Erzhabkova O., 1993, Makrofity – indikatory izmeneniy prirodnoy sredy [Macrophytes indicators of changes of natural environment]. *Naukova Dumka*. Kyiv.

14. Egertson C.J., Kopaska J.A. & Downing J.A., 2004, A century of change in macrophyte abundance and composition in response to agricultural eutrophication. *Hydrobiologia* 524: 145–156. doi :10.1023/ B:HYDR.0000036129.40386.

15. EU Water Framework Directive 2000/60/EC Definitions of Main Terms, 2006, Kyiv.

16. Gerenchuk K.I., 1975, *Pryroda Rovenskoji oblasti. Vyshha shkola*. Lviv.

17. Gilvear D.J., Spray C.J. & Casas-Mulet R., 2013, River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *J. Environ. Manage.* 126: 30–43. doi:10.1016/j.jenvman.2013.03.026.

18. Gryb J.V., Sondak V.V. & Volodymyrets V.O., 2003, Zminy ugrupovan' indykatornyh vydiv vyshhyh vodnyh roslin na Hrinnytskomu vodoshovyshhi pislja povtornogo zatoplenja. *Visnyk UDUVGP* 2(21): 3–10. Rivne.

19. Grohovskaja Ju.R. & Volodimirec V.A., 2015, Osobennosti vidovogo sostava gidrofil'noj flory Rovenskoji oblasti Ukrainy. *Fitoraznoobrazie Vostochnoj Evropy* 9(2): 32–44. Tol'jatti.

20. Grohovs'ka Ju.R., Volodymyrets V.O. & Kononcov S.V., 2013, Rarytetni vydy ta ugrupovannja vyshhyh vodnyh i pryberezhno-vodnyh roslin Rivnens'koji oblasti. *Visnyk NUVGP* 2(62): 182–197. Rivne.

21. Kopylov A.I., Kosolapov D.B., Lazareva V.I., Mineeva N.M., & Pryanichnikova E.G., 2018, Struture, biomass and production of the biotic component of the ecosystem of an growing eutrophic reservoir. *Biosystems Diversity* 26(2): 117–122. doi: 10.15421/011818.

22. Korotun I.M. & Korotun L.K., 1996, *Geografija Rivnens'koji oblasti*. Rivne.

23. Kornaš A., 1968, A geographical-historical classification of synanthropic



plants. Mater. Depart. Phytosoc. Appl. U.W. 25: 33–41.

24. Mäemets H., Palmik K., Haldna M., Sudnitsyna D. & Melnik M., 2010, Eutrophication and macrophyte species richness in the large shallow North-European Lake Peipsi. *Aquatic Botany* 92(4): 273–280. doi: 10.1016/j.aquabot.2010.01.008.

25. Musienko M.M. & Ol'hovych O.P., 2004, *Metody doslidzhennja vyshhyh vodnyh roslyn: navch. posibn. Vydavnytvo poligrafichnyj centr «Kyjivs'kyj universitet»*. Kyiv.

26. Nacional'nyj atlas Ukrainy, 2007. DNVP «Kartografija». Kyiv.

27. Pasichnaja E.A., Gorbatiuk L.O., Arsan O.M., Savluchinskaja M.A., Kuklja I.G., Platonov N.A. & Burmistrenko S.P., 2015, Vlijanie soedinenij fosfora na vodnye rastenija (obzor) [Effect of phosphorus on the aquatic plants (review)]. *Gidrobiologicheskij Zhurnal* 51(1): 93–108.

28. Papchenkov V.G., 2003, *Produkcija makrofitov vod i metody ee izuchenija. Hidrobotanika: metodologija, metody: mat. shkoly po gidrobotanike*. OAO «Rybinskij Dom pečati»: 137–145.

29. Papchenkov V.G., 2001, *Rastitelnyj pokrov vodoyomov Srednego Povolzhja* [Vegetation cover of water bodies and water courses of the Middle Volga region]. CMP MUBiNT. Yaroslavl.

30. Prokopchuk O. & Hrubinko V., 2016, Experiments on accumulation of phosphorus in the plants *Myosotis palustris*, *Glyceria maxima* and *Nasturtium officinale*. *Biosystems Diversity* 24(2): 437–443. doi: 10.15421/011659.

31. Pyrina I.L. & Lyashenko G.F., 2005, *Mnogoletnyaya dinamika produktivnosti fitoplanktona i vyshey vodnoy rastitel'nosti i ikh rol' v produktivnosti organicheskogo veshchestva v zarastayushchem Ivan'kovskom vodokhranilishche* [Long-term dynamics of the productivity of phytoplankton and higher aquatic vegetation and their role in the productivity of organic matter in the overgrown Ivankovo reservoir]. *Biologiya Vnutrennikh Vod* 3: 48–56.

32. Sadchikov A.P. & Kudrjashov M.A., 2004, *Jekologija priberezhno-vodnoj rastitel'nosti*. NIA-Priroda, REFIA. Moskva.

33. The Plant List: a working list of all plant species. URL: <http://www.theplantlist.org/>.

34. Trebilco R., Baum J., Salomon A. & Dulvy N., 2013, Ecosystem ecology: Size-based constraints on the pyramids of life. *Trends Ecol. Evol.* 28: 423–431. doi: 10.1016/j.tree.2013.03.008.

35. Tolochyk I.L. & Volodymyrets V.O., 2018, *Vyshhi vodni ta pryberezhno-vodni roslyny okremykh diljanok r. Styr u mezhah Rivnens'koji oblasti*. Naukovi zapysky Ternopil's'kogo nacional'nogo pedagogichnogo un-tu im. V.Gnatjuka. Ser.: Biol. 1(72): 30–35.

36. Fedorchuk I.V., 2003, *Fitoindykacijna rol' makrofitiv u kompleksnomu monitoryngu richkovykh system. Rol' pryrodno-zapovidnyh terytorij u pidtrymci bioriznomanittja*: 159–160.

37. Fedorchuk I.V., 2005, *Gidrobotanichni doslidzhennja poverhnevnyh vod – osnova kompleksnogo monitoryngu vodnyh ecosystem. Molod' i postup biologii*: 99–100.

38. Chorna G.A., 2001, *Roslyny nashykh vodojm (atlas - dovidnyk)*.



Fitosociocentr. Kyiv.

39. Zub L.N., 2000, Jekologo–floristicheskaja klassifikacija soobshhestv makrofitov, slozhennyh razlichnymi jekobiomorfami. – Gidrobotanika: metodologija, metody: mat. shkoly po gidrobotanike. OAO «Rybinskij Dom pechaty»: 141–142.

Анотація. Вперше проведені геоботанічні дослідження водної та прибережно-водної рослинності на окремих ділянках р. Стир. Аналіз та оцінка гідрофільної флори річки здійснені за флористичним, геоботанічним та ценопопуляційним напрямками досліджень. Встановлено, що видовий склад гідрофільної флори на різних ділянках річки відрізняється, проте є окремі види, які характерні тільки для певної досліджуваної території. За результатами проведених польових досліджень у складі виділених таксонів описано 125 видів вищих судинних рослин із 75 родів та 38 родин. У видовому складі найпоширеніші 7 родин: Poaceae (11 видів), Potamogetonaceae (10 видів), Asteraceae (9 видів), Cyperaceae (8 видів), Polygonaceae (8 видів), Ranunculaceae (6 видів), Salicaceae (6 видів). Зазначені види цих родин становлять 46,4%. Серед визначених родів доміантними є: Potamogeton (9 видів), Salix (6 видів), Juncus, Rumex і Carex (по 5 видів). 6,4% (8 видів) – адвентивні рослини: Acorus calamus, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elodea canadensis, Juncus tenuis, Salix fragilis, Xanthium albinum, Zizania latifolia, решта представляють аборигенну флору Рівненської області. Встановлено, що в екосистемі річки прослідковується тенденція до посилення трансформаційних процесів. У результаті проведеної геоботанічної характеристики виділено 14 рослинних угруповань. Для середньої течії річки характерні: Batrachietum circinatis, Glycerietum maximae, Lemnetum minoris, Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae Potametum perfoliati, P. Pectinati. У чотирьох створах нижньої течії гідрофільна флора виявилась біднішою. Прибережно-водна рослинність, в основному, утворена Glycerietum maximae, Lemnetum minoris, Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhiza, Potametum perfoliati, P. pectinati та Sparganietum erecti. Проте особливо багатоманітністю видового складу нижньої течії виділяється ділянка між смт. Зарічне та с. Іванчиці. Найбільшу площу займають Batrachietum rionii, Carici acutae-Glycerietum maximae, Ceratophylletum demersi, Glycerietum fluitans, G. maximae, Hippuritetum vulgaris, Hydrocharito-Stratiotetum aloides, Lemnetum minoris, Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhiza, Potameto-Nupharetum, Potameto natans-Nymphaeetum candidae, Potametum perfoliati, P. pectinati, Sparganietum erecti. У результаті ценопопуляційних досліджень окремих ділянок річки отримані дані, що визначають стан популяцій 6 раритетних видів: Pulicaria vulgaris, Hippuris vulgaris, Batrachium rionii, Nymphaea candida (стариця); Batrachium circinatum (с. Вербень); Potamogeton gramineus (с. Іванчиці). Вперше на Рівненщині знайдений сильновразливий вид Batrachium rionii, який віднесений до Червоного списку водних макрофітів України. 71,2% видів виявлено на нижній течії річки, найпоширенішими серед них є: Juncus tenuis, Potamogeton friesii, P. natans, P. gramineus, Ranunculus flammula, Stellaria fennica, Hippuris vulgaris, Pulicaria vulgaris та інші. Найрізноманітнішою визначена ділянка, де річка утворює старицю. Лише тут були виявлені такі види: Nymphaea candida, Potamogeton friesii, Carex riparia, Eleocharis acicularis, Schoenoplectus lacustris, Juncus tenuis, Batrachium rionii, Ranunculus flammula, Hippuris vulgaris, Eupatorium cannabinum, Pulicaria vulgaris. Порівняльний аналіз різних ділянок річки дає можливість оцінити гідрофільну флору, розробити оптимальні шляхи охорони рідкісних і типових рослин та їх угруповань.

Ключові слова: ділянки річки, видовий склад, прибережно-водна рослинність.

Стаття відправлена: 25.11.2022 р.

© Мельник В.Й., Толочик І.Л.



УДК 636.2.084/087.074

**POULTRY GROWTH INTENSITY AND BREED DIFFERENCES IN
THE EXCHANGE OF PHOSPHORUS COMPOUNDS
ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ПТИЦІ ТА ПОРОДНІ ВІДМІННОСТІ ОБМІНУ
ФОСФОРНИХ СПОЛУК**

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

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

Koval T.V., / Коваль Т.В.*s.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»*

The article presents the results of studying the age-related dynamics of the content of phosphorus compounds in tissues. The age-related dynamics of adenine nucleotides in the liver of animals shows that in the liver of chickens of both breeds, the content of adenine dinucleotides increases with age, reaching the maximum level in the Plymouth breed up to three months, and in New Hampshire up to six months. In the first, the content of adenine nucleotides at the early stages of ontogenesis was significantly higher, but in the following age periods, the indicators by breed converged. The level of NF in the liver of Plymouth chickens at the early stages of ontogenesis was significantly higher than that of New Hampshire chickens. Until the age of two years, the content of NF in the liver of chickens of both breeds was determined at approximately the same level. The content of KrF increased with age to a greater extent in the tissues of fast-growing chickens. The exceptions, as before, were Plymouth chickens, in which, despite relatively slow growth, the content of KrF in muscles was determined at approximately the same level as in white Plymouth chickens, which had the most intensive growth. The total content of phosphorus compounds (FPK+ATP+ADP+CrF+NF) was the highest, as expected, in the muscles of intensively growing animals. The conducted studies showed that in most cases there is a direct relationship between the intensity of growth and the level of energy-rich phosphorus compounds in the tissues - intensive growth correlates with a high level of macroergy. These processes in body tissues are integrated and condition each other.

Key words: *phosphorus compounds, poultry, energy, synthesis, muscles, metabolic processes.*

He growth of the animal's body is primarily protein synthesis, which is possible only with a certain amount of energy. Synthesis reactions are impossible without energy entering the system. ATP is a universal donor of energy in tissues. Delivering energy to synthesis reactions, ATP in these reactions breaks down into ADP and H₃PO₄. It is known that the human body uses about 0.5 kg of ATP per day just to carry out the glycokinase reaction. And the more intensively the metabolic processes are carried out, the more active the protein synthesis is, the higher the expenditure of energy that provides these reactions, the faster the phosphorylation reactions that restore the used ATP should proceed.

As a result of hard work of breeders, wonderful breeds of farm animals have been created. Each breed has certain qualities that are beneficial to humans. Thus, dairy and meat breeds were created among cattle, numerous breeds of sheep differ in productivity, some breeds of chickens were improved in terms of early maturity and egg production, others developed meat qualities. Plymouth and New Hampshire



chickens differ significantly from each other. The first are early-ripening and egg-bearing, and the second are late-ripening, with well-defined meat qualities.

The age-related dynamics of the content of phosphorus compounds in tissues was monitored in the studied chickens of both breeds. Some and other animals were studied at the age of 1, 30, 60, 90, 180, 210 and 720 days. The content of FPK (phosphopyruvic acid), 3-FGA (3-phosphoglyceraldehyde), KrF (creatine phosphate), ATP+ADP (adenosine triphosphoric acid + adenosine diphosphoric acid) and NF (inorganic phosphate) was determined in the liver and thigh muscles of chickens. The age-related dynamics of adenine nucleotides in the liver of animals shows that in the liver of chickens of both breeds, the content of adenine dinucleotides increases with age, reaching the maximum level in the Plymouth breed before three months, and in New Hampshire up to six months. In the first, the content of adenine nucleotides in the early stages of ontogenesis was significantly higher, but in the following age periods, the indicators for breeds converged.

The level of NF in the liver of Plymouth chickens at the early stages of ontogenesis was significantly higher than that of New Hampshire chickens. Until the age of two years, the content of NF in the liver of chickens of both breeds was determined at approximately the same level [1, 4, 8].

According to the results of our research, it can be assumed that in the mitochondria of the liver of Plymouth chickens at the early stages of postnatal development, the processes of oxidative phosphorylation, and therefore ATP resynthesis, proceed more intensively than in later mature New Hampshire chickens [5, 10].

It is possible to draw conclusions about breed differences in the course of glycolysis reactions in the liver of animals based on the content of the metabolites of these reactions in the tissues - 3 FGA and FPK. Table 1 shows the results of research on the liver of chickens during the period of their most intensive growth.

Table 1 - Age-related dynamics of 3-FGA and FPK in the liver of chickens

Age in days	Plymouth	New Hampshire	Certainty differences	Plymouth	New Hampshire	Certainty differences
30	3,96±0,53	6,79±0,67	p 0,02	3,51±0,32	4,88±0,25	p 0,01
60	4,34±0,42	2,56±0,32	p 0,02	3,57±0,10	3,88±0,57	p 0,1
90	5,54±0,38	2,36±0,18	p 0,01	4,04±0,38	3,38±0,44	p 0,1

The difference in 3-FGA indicators is reliable. Changes of the FPK are of an unreliable nature. It is possible that in Plymouth chickens, FPK, which was formed in glycolytic reactions, was more intensively oxidized in the tricarboxylic acid cycle. In this case, even with the active formation of FPK, the level of this component in the tissues could remain relatively low.

With age, the content of CrF in the muscles of chickens of both breeds increased significantly, and in chickens of the Plymouth breed, the content of CrF rapidly increased, reaching the maximum level by the age of three months, and in New Hampshires this process occurred more slowly [2, 6, 9].



The content of adenine nucleotides in the muscles of Plymouth chickens grew much faster and reached its maximum level by the age of three months. The highest content of ATP+ADP in New Hampshires was noted only at 6-7 months of age.

In the muscles of Plymouth chickens, the content of adenine nucleotides and CrF during the period of intensive egg laying decreased to a level that is much lower than that of New Hampshire chickens. This is caused by the fact that in the hens of the first group, egg-laying occurs more intensively, and in connection with this, the energy resources of the tissues were depleted.

With different intensity of growth - different speed of reactions of glycolysis and oxidative phosphorylation. As already established, the intensity of these reactions can be judged by the level of metabolites - products of these reactions. It follows from this that by the level of macroergic compounds it is possible to have an idea of the state of synthesis reactions in the tissues being studied. The following data of our experiments can serve as confirmation of this position[3, 7].

Experiments were carried out on chickens with different intensity of growth. Unequal growth rate was ensured due to unequal diet. Plymouth, New Hampshire, Sussex and Plymouth chickens were under observation. Plymouth and New Hampshire chickens were raised under normal conditions and received a poor diet. White plymouths were grown both in conditions of inferior feeding and in broiler fattening on a complete high-calorie diet. Sussex was grown on the same diet.

During the experimental period, the weight of the animals and their general condition were taken into account. Upon reaching the age of 30-40 days, as well as before slaughter at the age of 80-90 days, part of the chickens from the general group were subjected to biochemical studies.

The weight of the chicks at 90 days of age, as expected, was not the same. Chickens of the Plymouth breed (experiment II) and Sussex with a full diet at the age of 3 months had a weight of 1400-1700 g, while the weight of chickens with poor feeding at this age did not exceed 700 g.

Table 2 - Change in the weight of chickens during the studied period

Breed	Weight (in g)	
	30 days	90 days
With a complete diet:		
Sussex	262	1410
Plymouth (experiment II)	241	1700
With an inferior diet:		
Plymouth (Experiment I)	195	520
New Hampshire	215	80

As expected, the level of phosphorus compounds depended on the nature of animal feeding. The highest level of FPK was observed in the liver and muscles of Plymouth breed chickens (experiment II), the weight of which, in comparison with animals of other groups, was the highest. And the lowest level of phosphoenolpyruvate was found in the tissues of New Hampshires, which at the age of 90 days had the lowest weight.



The dynamics of adenine nucleotides turned out to be no less interesting. Research has shown that the content of adenine nucleotides in the muscles of fast-growing chickens was higher than in the tissues of slow-growing chickens. Moreover, the difference was significant. A somewhat special position was occupied by Plymouth chickens. Despite the slow increase in weight, the level of ATP+ADP in their muscles turned out to be relatively high.

The content of adenine nucleotides in the liver of chickens, with the exception of slow-growing New Hampshires, was determined at approximately the same level. In general, the age-related changes of adenine nucleotides in the liver of chickens, with the exception of the Plymouth breed, were quite insignificant.

The content of KrF increased with age to a greater extent in the tissues of fast-growing chickens. The exceptions, as before, were Plymouth chickens, in which, despite relatively slow growth, the content of KrF in muscles was determined at approximately the same level as in white Plymouth chickens, which had the most intensive growth.

The total content of phosphorus compounds (FPK+ATP+ADP+CrF+NF) was the highest, as expected, in the muscles of intensively growing animals.

The conducted studies showed that in most cases there is a direct relationship between the intensity of growth and the level of energy-rich phosphorus compounds in the tissues - intensive growth correlates with a high level of macroergy. These processes in body tissues are integrated and condition each other.

With poor feeding, the animal grows slowly, the level of macroergic compounds in the tissues of such animals is relatively low. It is likely that in this case the synthesis of protein-enzymes is inhibited, the activity of which ultimately depends on the intensity of metabolic processes and resynthesis of ATP. Along with this, studies have shown that Plymouth chickens, even with a poor diet, have a high level of phosphorus compounds, which, one must think, is a rather valuable feature of chickens of this breed. using this example, you can once again make sure that the breed leaves its mark on the metabolism of phosphorus compounds in animal tissues.

Conclusions.

1. Thus, in Plymouth chickens at the early stages of postnatal development, the processes of ATP resynthesis, and accordingly, oxidative and substrate phosphorylation, proceed more intensively than in New Hampshire chickens. However, in the future, the level of macroergic compounds decreases significantly in egg-laying hens, and, on the contrary, increases in late-ripening New Hampshires.

2. For each breed group, a certain character of exchange processes is inherent, which was formed under the influence of the conditions of formation of this breed. The study of these features can be used in selection work for the qualitative characteristics of the obtained individuals.

References

1. 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.



2. 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.
3. 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.
4. Veterinary clinical biochemistry / [V. I. Levchenko, V. V. Vlizlo, I. P. Kondrakhin and others]. – Bila Tserkva, 2002. – P. 150–152.
5. Determination of motor activity in animals / [Vol. I. Prystupa, V. V. Danchuk, V. A. Dobrovolskyi, V. I. Karpovskyi]. – KamianetsPodilskyi: Typography of PDATU, 2015. – 39 p
6. Interior of farm animals / [Y. Z. Siratsky, E. I. Fedorovych, B. M. Hopka, V. S. Fedorovych]. - K.: Higher education, 2009. - 280 p.
7. O. I. Kononskyi Biochemistry of animals / O. I. Kononskyi. - K.: Higher School, 1994. - 439 p
8. Pathological physiology and pathological anatomy of animals: textbook / [A. J. Mazurkevich, P. P. Urbanovych, N. S. Vasylyk, etc.]. – Vinnytsia: Nova kniga, 2008. – 343 p.
9. Pathophysiology of animals: textbook / [A. Y. Mazurkevich, V. L. Tarasevich, V. B. Danilov, etc.]. - K.: Agroosvita, 2013. - 413 p.
10. Biotechnology: Textbook / V.G. Gerasimenko, M.O. Hera Simenko, M.I. Tsvilikhovsky and others; Under the municipality ed. V.G. Hera Simenko. — K.: Firm "INKOS", 2006. — 647 p.

Анотація. В статті наведені результати вивчення вікової динаміки вмісту фосфорних сполук в тканинах. Вікова динаміка аденіннуклеотидів в печінці тварин свідчить, що в печінці курей обох порід вміст аденіндинуклеотидів з віком зростає, досягаючи максимального рівня у породі плімутрок до трьох, а в нью-гемпширів до шести місяців. В перших вміст аденіннуклеотидів на ранніх етапах онтогенезу був значно вищим, але в наступні вікові періоди показники за породами зблизились. Рівень НФ в печінці курей породи плімутрок на ранніх етапах онтогенезу був значно вищим, ніж у курей нью-гемпшир. До дворічного віку вміст НФ в печінці курей обох порід визначався приблизно на одному рівні. Вміст КрФ з віком в більшій мірі зростав в тканинах швидко ростучих курчат. Виключення, як і раніше, складали курчата породи плімутрок, у яких, не дивлячись на відносно повільний ріст, вміст КрФ в м'язах визначався приблизно на тому ж рівні, як і у курчат породи білий плімутрок, які мали найбільш інтенсивний ріст. Сумарний вміст фосфорних сполук (ФПК+АТФ+АДФ+КрФ+НФ) найбільш високим був, як і слідувало очікувати, в м'язах інтенсивно ростучих тварин. Проведені дослідження показали, що між інтенсивністю росту та рівнем в тканинах багатих енергією фосфорних сполук у більшості випадків проявляється пряма залежність – інтенсивний ріст корелює з високим рівнем макроергів. Ці процеси в тканинах організму інтегровані і обумовлюють один одного.

Ключові слова : фосфорні сполуки, птиця, енергія, синтез, м'язи, метаболічні процеси.



УДК 614.9:579. 62:613

FUNCTIONAL MODULAR COMPOSITION FOR THE USE OF MEAT PRODUCTS FROM INULIN-CONTAINING RAW MATERIALS
ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДУЛЬНА КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ З ІНУЛІНВІСТИМОЮ СИРОВИНОЮ

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

Bukalova N. V. / Букалова Н.В.

Ph.D. (Veterinary), cand. vet. n., doc.

ORCID: 0000-0003-4856-3040

Bogatko N. M. / Богатко Н. М.

d.v. n/, d.v.n

ORCID: 0000-0002-1566-1026

Lyasota V.P. / Лясота В.П.

d.v. s., prof. / д.в.н., проф.

ORCID: 0000-0002-2442-2174

Bila Tserkva National Agrarian, Bila Tserkva, Soborna 8\1, 09100

Білоцерківський національний аграрний університет., Біла Церква, Соборна 8\1, 09100

Abstract. The shortage and high cost of high-quality meat raw materials, on the one hand, and the lack of animal protein in diets, on the other, initiated the emergence and rapid development of a new direction in food production. It consists of a combination of potential food resources of plant and animal origin, formed on the basis of the processing industries of the agro-industrial complex, and is aimed at developing a new generation of food products with the implementation of the principles of food combinatorics. The developed functional composite mixture can be successfully used in the technology of a wide range of minced products, including enriched and preventive products for the general population, including children, the elderly, etc. The conducted economic calculations confirm the effectiveness and expediency of the proposed technological solutions at the level of profitability of the production of new products of 22.18%.

Key words: inulin, Jerusalem artichoke, hawthorn flour, animal protein, modular compositions, single minced meat, meat loaves.

Currently, the development of multifunctional additives, including prebiotic ones, based on modular composites enriched with physiologically active ingredients in the composition of various types of phytoraw materials is relevant. In this aspect, special attention is paid to Jerusalem artichoke processing products.

The purpose of the work is to develop recommendations for expanding the range of enriched emulsified meat products using modular compositions based on plant and animal raw materials. Dried Jerusalem artichoke concentrate is a high-tech form for complex enrichment of products with inulin concentrate in a complex with proteins, macro- and microelements, including biogenic ones - potassium, phosphorus, silicon, magnesium, as well as vitamins B1, B2, C [1]. The protein composition of the product is characterized by a variety of amino acids, including essential ones: arginine, valine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, phenylalanine.



Jerusalem artichoke concentrate is a dry product of the processing of Jerusalem artichoke tubers according to patent protection technologies while maintaining the properties of physiologically active components of the original plant material. The product is recommended for patients with diabetes mellitus, people with diseases of the cardiovascular system, with lipid metabolism disorders and to ensure the immune status of the body.

Hawthorn fruit powder was chosen as another phytoproduct for the complex enrichment of meat products. It enhances blood circulation in the vessels of the brain, dilates the vessels of internal organs, thereby lowering blood pressure, normalizes sleep, calms, normalizes sleep, and also normalizes the work of the most important organ in the human body - the heart. The healing qualities of hawthorn are used in the treatment of heart failure (especially in older people with impaired blood circulation of the coronary vessels). The impact of hawthorn is expressed in the improvement of the general condition, especially in elderly patients, the disappearance of fear of a heart attack and a decrease in irritability. In addition, hawthorn fruits contain selenium, which has anti-cancer properties and enhances the body's immunity, hawthorn is also useful for people suffering from myopia, as it acts as a source of carotene, as well as vitamin C. There is a positive experience of using whole-ground hawthorn flour for the production of enriched bakery and confectionery [2-4].

TIPRO 601 from Scanflavour AS (Denmark) was used as a functional animal protein in the development of a modular composition with phyto raw materials, as it has proven itself in the production of a wide range of emulsified products (boiled sausages, sausages, sausages, meat loaves, pates); semi-smoked, boiled-smoked sausages; whole-muscle products from pork, beef and poultry; chopped semi-finished products. The protein preparation was obtained from pork skin by successive implementation of thermal (degassing, dehydration) and mechanical (grinding) processes; helps to improve the consistency, juiciness and presentation of meat products; stabilizing and increasing the stability of minced emulsions; reducing the formation of broth-fat edema in combination with low-grade meat raw materials in order to improve the structure and functional and technological properties of meat emulsions, increase the biological value of finished products; in combination with fat-containing raw materials (raw fat, bacon and others) to stabilize the functional and quality characteristics of meat raw materials; increase the yield of finished products [5].

Within the framework of this goal, the following tasks were solved:

- selection of ratios of vegetable and animal ingredients to create a functional composite mixture in relation to the technology of emulsified meat products;
- assessment of the functional and technological properties of functional mixtures based on plant composites and animal protein;
- substantiation of rational recipe decisions for production emulsified products on the example of meat loaves using functional modular composition.

We have conducted research on the effect of the ratio of prescription ingredients in the composition of functional mixtures on their functional technological indicators. The ratios of Jerusalem artichoke powder (PT) : animal protein "TIPRO 601" (ZHB) : hawthorn flour were used (MB) equal 1:1:0,3; 0,5:2:0,5, 1,5:1,5:1, 2:0,5:1,5.



In the technology of meat products, the most significant parameters are the so-called functional and technological indicators: moisture-binding and water-retaining and fat-retaining capacity of meat systems. Therefore, we studied the effect of the mass fraction of the composite mixture on the FCS of model minced meat.

Table 1 - Effect of ingredient ratios on moisture and fat retention ability of functional compositions. Provocative testing of small pieces of wheat bread($n=3$, $p\leq 0,05$)

Correlation of ingredients (PT):(ZHB):(MB)	VSS, gramme of water / gramme of composition	ZHUS, gramme of butter / gramme of composition
0,5:2,0:0,5	5,15 5,36	5,15 5,36
1,0:1,0:0,3	1,95	4,12
1,5:1,5:1,0	2,34	3,24
2:0,5:1,5	3,48	

At the first stage, the functional and technological properties of model minced meats of the composition were studied: beef - pork of a single-grade trimming in a ratio of 1:1 with a mass fraction of composite mixtures in an amount from 0 to 20% with a degree of hydration of 1:1 - 1:10. Minced meat of a similar composition without the use of functional additives acted as a control object. Based on a series of preliminary experiments, functional composition 1 was chosen with a ratio of components (0.5:2.0:0.5) and a hydromodule of 1:3.

When the hydromodulus exceeds 1:3, excessive dilution of minced meat occurs, which affects the decrease in all functional and technological indicators of meat systems. The maximum values are achieved with the introduction of a functional composition in an amount of 10-15% in minced meat instead of the main raw material and are 70.6-71.5%, 64.7-66.1%, respectively.

To study the interaction of various prescription components that affect the functional and technological properties of minced meat, mathematical planning of the experiment was applied.

Taking into account the results of the conducted studies of a technological nature, as well as the development trends of the regional industry base for production of livestock products, in particular, the prospects for the use of rabbit meat in the formulations of products of mass consumer demand [6, 7], as factors affecting the functional and technological properties of minced meat, the following are selected: X1 – mass fraction of mechanically deboned rabbit meat, % of masses of the main meat raw materials; X2 – mass fraction of the introduced hydrated composite mixture, % from the mass of raw meat.

When processing the results of the experiment, the following statistical criteria were applied: checking the homogeneity of variances - the Cochran test, the significance of the coefficients of the regression equations - Student's test, the adequacy of the regression equations - Fisher's test. The following output parameters were chosen as the criterion for evaluating the effect of various amounts of prescription components on the quality of the finished product: Y1 - VSS, %; Y2 - ZHUS, %.



As a result of statistical processing of experimental data, regression equations were obtained that adequately describe the influence of the studied factors on the selected output parameters: $Y_1 = 80,407 + 5,262X_1 - 2,096X_2 - 0,9X_1X_2 + 24,828$; $X_1 - 18,189$; X_2 ; $Y_2 = 75,25 + 2,802X_1 - 0,396X_2 + 11,158$; $X_1 - 8,140$

Rational values of parameters of input factors for minced meat correspond to the following values: $X_1 = 5,96\%$; $X_2 = 10,2\%$.

The development of experimental batches of meat loaves using a functional composite mixture was carried out in the technological laboratory of the department of grub technologies for the production and standardization of grub products of the ZVO "PDU". Experimental products were produced in accordance with the traditional technological scheme for the production of meat loaves [8].

The results obtained make it possible to positively evaluate the prospects for using a composite mixture based on ingredients of plant and animal origin in the composition of minced meat for meat loaves. The output of sausage products increased up to 115%. Protein quality assessment indicates the high biological value of the developed products, since they are characterized by a balanced amino acid composition and are close to the ideal protein according to the scale recommended by FAO/WHO.

Conclusions.

Thus, the developed functional composite mixture can be successfully used in the technology of a wide range of minced products, including enriched and preventive products for the general population, including children, the elderly, etc. The conducted economic calculations confirm the effectiveness and feasibility of the proposed technological solutions at the level of profitability of production of new products of 22.18%.

References

1. Arneth, W., Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch, in Kulmbacher Reihe Band 18 - Chemie des Lebensmittels Fleisch 2003, Bundesanstalt für Fleischforschung: Kulmbach. p. 178 - 212.
2. Nohr, D. and H.K. Biesalski, 'Mealthy' food: meat as a healthy and valuable source of micronutrients. *Animal*, 2007. 1(02): p. 309-316.
3. Cravens, W.W., Plants and Animals as Protein Sources. *Journal of Animal Science*, 1981. 53(3): p. 817-826.
4. Smil, V., Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences. *Population and Development Review*, 2002. 28(4): p. 599-639.
5. Winkelmayr, R., P. Paulsen, and R. Binder, Ethische und ökologische Aspekte der Gewinnung von Lebensmitteln tierischer Herkunft, Teil 1: Ethik und Evolutionsbiologie. *Fleischwirtschaft*, 2011. 91(6): p. 102 - 104.
6. Steinfeld, H., et al., Livestock's long shadow: Environmental Issues and Options. . 2006, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome. p. 390 S
7. Wittenberg, K. Meat and the Environment - Future directions. in 58th International Congress of Meat Science and Technology. 2012. Montreal, Canada. P. 118-123



8. Ilea, R., Intensive Livestock Farming: Global Trends, Increased Environmental Concerns, and Ethical Solutions. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 2009. 22(2): p. 153-167.

Дефіцит та висока вартість високоякісної м'ясної сировини, з одного боку, та дефіцит тваринного білка у харчових раціонах, з іншого, тиніціювали виникнення та швидкий розвиток нового напрямку у виробництві їжі. Воно складається з комбінування потенційних харчових ресурсів рослинного та тваринного походження, що формуються на базі переробних галузей АПК, і спрямоване на розробку продуктів харчування нового покоління з реалізацією принципів харчової комбінаторики. Розроблена функціональна композитна суміш може бути успішно використана у технології фаршових виробів широкого асортименту, включаючи збагачені та профілактичні продукти для широких верств населення, у тому числі дітей, людей похилого віку тощо. Проведені економічні розрахунки підтверджують ефективність та доцільність пропонованих технологічних рішень при рівні рентабельності виробництва нових продуктів 22,18%.

Ключові слова: інулін, топінамбур, борошно глоду, тваринний білок, модульні композиції, єдиний фарш, м'ясні хліби.



УДК 631.559.2:633.111.1:631.895

**DEVELOPMENT OF YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT
VARIETIES USING TIMAK AGRO FERTILIZERS
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА
ВИКОРИСТАННЯ ДОБРІВ ФІРМИ TIMAK AGRO**

Shakalii S. M. / Шакалій С. М.*s. a. s. / к. с. – з. н.*

ORCID (0000-0002-4568-1386)

*docent at the department of plant growing / доцент кафедри рослинництва***Marenych M. M. / Маренич М. М.***d. a. s. / д. с. – з. н.*

ORCID 0000-0002-8903-3807

*professor at the department of selection, seed production and genetics /**професор кафедри селекції, насінництва і генетики***Skubiy A. S. / Скубій А. С.****Lytvynenko T. S. / Литвиненко Т. С.****Shevchenko V. Yu. / Шевченко В. Ю.***recipient of higher education of SVO Master/**здобувач вищої освіти СВО Магістр**Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000,**Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди 1/3, Полтава, 36000*

Анотація. Інтегральним показником ефективності агротехнічних заходів є врожайність сільськогосподарських культур, яка формується під впливом конкретних ґрунтово-кліматичних умов і елементів технології вирощування, що обумовлюють продуктивність рослин й визначають величину та якість урожаю. За середніми даними за роки досліджень врожайність була у сорту Вільшана від 5,2 до 6,3 т/га, сорт Вдала – 5,1 – 6,1 т/га та у сорту Розкішна від 5,1 до 5,9 т/га. Таким чином, отримання максимальної врожайності пшениці залежить від багатьох параметрів, кожен із яких потрібно враховувати під час планування майбутнього врожаю. В умовах достатньої вологозабезпеченості ґрунту вплив мінеральних добрив на врожайність культур досить високий ($r=0,98$). Для підвищення величини врожайності слід враховувати особливості живлення сільськогосподарських культур. Інтенсивні сорти більш вимогливі до умов живлення і тільки при повному забезпеченні мінеральними речовинами в критичні періоди свого росту й розвитку можуть формувати високі врожаї відповідної якості.

Ключові слова: пшениця озима, сорти, добриво, вміст клейковини, вміст білка.

Вступ. На думку вчених [1-3], високі врожаї пшениці озимої отримують при внесенні підвищених норм фосфорних і калійних добрив під основний обробіток ґрунту. Внесення цих добрив у підживлення знижує їх ефективність, оскільки сполуки фосфору і калію в ґрунті менш рухомі. За інтенсивною технологією вирощування пшениці рекомендується вносити 90–120 кг/га д. р. азоту, фосфору та калію [4].

Добрива є одним із найефективніших засобів впливу на продуктивність і якість рослин. У зв'язку з високою вартістю добрив перед сільськогосподарськими виробниками постає завдання мінімізації їх втрат та раціонального використання. Проведення позакоренових підживлень є ефективним способом удобрення, який дозволяє збільшити доступність поживних речовин для рослини і стимулювати краще їх засвоєння з ґрунту [5].



Мікроелементам треба приділяти особливу увагу при організації живлення рослин. Незважаючи на невелику кількість споживання рослинами мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co, Ni та ін.), вони відіграють не менш суттєву роль у формуванні врожаю, ніж макроелементи (N, P, K, S, Mg, Ca). Недостача будь-якого елемента може бути лімітуючим фактором. Відомо, що коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту є невисоким. Так, для азотних та калійних добрив він складає від 30 до 60%, для фосфорних на різних ґрунтах від 15 до 40%. А що стосується мікроелементів, то цей коефіцієнт складає менше, ніж 1% від рухомих форм мікроелементів у ґрунті. Ці факти дозволяють зробити певні висновки щодо ефективної організації підживлення рослин [6].

Метою досліджень було розробити та вдосконалити елементи технології вирощування сортів пшениці озимої, які би забезпечували підвищення врожайності та якості в залежності від використання комплексних добрив.

Завдання дослідження. Виявити вплив добрив на показники структури врожаю сортів пшениці та встановити дію добрив на показники якості зерна сортів пшениці та збільшення врожайності.

Основний текст. Дослідження на пшениці озимій були проведені протягом 2020 та 2022 років у підприємстві СТОВ "Чапаєвське" Черкаської області Золотоніського району село Благодатне. Ґрунт території досліджень – чорнозем дерново-підзолистий, слабо гумусний. Вміст гумусу в орному шарі – 2,4–2,8 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 11,6 мг, калію – 9,1 мг на 100 г ґрунту. Поглинаючий комплекс насичений магнієм і меншою мірою кальцієм, таких елементів як обмінного натрію та калію міститься незначна кількість.

Реакція водної суспензії в межах першого метра – слаболужна. Повна польова вологоємність ґрунту, для метрового шару, становить 204,6 мм, вологість зав'язання – 70,2 мм, діапазон доступної вологи – 134,4 мм.

Під час проведення досліджень попередником пшениці був горох. Повторність польових дослідів була чотириразовою, розміщення ділянок систематичне. Аналіз зразків рослин дав змогу провести визначення структури врожаю сортів пшениці, а також визначити урожайність та показники якості зерна сортів.

В багатьох літературних джерелах за показником урожайності зерна пшениці оцінюється ступінь економічного розвитку країни [7]. Відповідно урожайність зерна сільськогосподарських хлібних культур загалом є одна з найважливіших функціональних характеристик в оцінці чинників впливу, за якими проводяться дослідження.

Урожайність сортів пшениці озимої за роки досліджень була найменшою на варіанті без добрив і становила у сорту Вільшана 5,2 т/га (2020 р.), 5,4 т/га (2021 р.) та 5,1 т/га (2022 р.). У сорту Вдала від 4,9 т/га до 5,3 т/га та у сорту Розкішна від 5,0 до 5,3 т/га. На варіантах з використанням добрива Duofertil 38 найвищою врожайність була у сортів в 2021 році: Вільшана склала 6,8 т/га, у сорту Вдала – 6,4 т/га та у сорту Розкішна – 6,1 т/га. В 2020 році врожайність була дещо нижчою від 6,1 до 5,9 т/га, відповідно сортів. Найменшою врожайність була отримана в 2022 році по всіх сортах.

**Таблиця 1. Урожайність сортів пшениці озимої залежно від добрива, т/га**

Сорт	Добрива	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє
Вільшана	Без добрив	5,2	5,4	5,1	5,2
	Duofertil 38	6,1	6,8	5,9	6,3
	Timacstart 20-10-5	6,4	6,5	5,7	6,2
Вдала	Без добрив	5,1	5,3	4,9	5,1
	Duofertil 38	6,0	6,4	5,8	6,1
	Timacstart 20-10-5	5,8	6,0	5,7	5,8
Розкішна	Без добрив	5,0	5,3	5,0	5,1
	Duofertil 38	5,9	6,1	5,6	5,9
	Timacstart 20-10-5	6,0	6,1	5,5	5,9
Нір05 А		0,1	0,2	0,1	
В		0,3	0,1	0,3	
АВ		0,2	0,2	0,2	

За використання добрива Timacstart 20-10-5 у сорту Вільшана врожайність за роками була від 5,7 т/га в 2022 році до 6,5 т/га в 2021 році. Як бачимо врожайність вищою за використання добрив була в 2021 році. У сорту Вдала за використання Timacstart 20-10-5 врожайність була дещо нижчою в порівнянні із сортом Вільшана і складала від 5,7 до 6,0 т/га. В порівнянні з іншими сортами сорт Розкішна мав урожайність від 5,5 до 6,1 т/га. За середніми даними за роки досліджень урожайність була у сорту Вільшана від 5,2 до 6,3 т/га, сорт Вдала – 5,1 – 6,1 т/га та у сорту Розкішна від 5,1 до 5,9 т/га.

Таким чином, отримання максимальної врожайності пшениці залежить від багатьох параметрів, кожен із яких потрібно враховувати під час планування майбутнього врожаю.

Якість зерна пшениці поділяють за фізичними, біохімічними, фізіологічними властивостями. Оцінюють зерно за відповідними показниками в залежності від напрямку його використання [8].

Великий вміст клейковини в зерні характеризує хлібопекарську якість. Клейковина покращує споживчу цінність хліба, крім цього є основним чинником технологічних властивостей борошна. Вона характеризується фізичними властивостями до яких належать пружність, розтягування, в'язкість, еластичність. Вміст клейковини і її якість зумовлюють клас по силі борошна.

Вміст клейковини на варіанті без добрив найнижчим був у сорту Вільшана і становив від 25,4 до 26,4 %, дещо вищим цей показник був у сортів Вдала та Розкішна. У сорту Вдала від 26,0 до 27,0 %, Розкішна – 27,0 до 27,8 % (табл. 2).

За використання добрива Duofertil 38 показник вміст клейковини був найвищим у сорту Вдала – 32,3-33,0 % та у сорту Розкішна 32,8 – 33,4 %. Як видно з таблиці 4.4 за використання добрива Duofertil 38 вищі показники вмісту клейковини були у сорту Розкішна в 2022 році і склали – 33,4 %.

При визначенні вмісту клейковини за використання добрива Timacstart 20-10-5 у сорту Вільшана він становив від 30,0 до 33,1 %, сорт Вдала від 32,0 до 33,0 % та у сорту Розкішна від 31,1 до 33,1 %.

**Таблиця 2. Формування показників якості пшениці залежно від добрив**

Сорти	Вміст клейковини, %			
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє
Без добрив				
Вільшана	25,4	26,4	26,4	26,1
Вдала	26,0	27,0	27,0	26,6
Розкішна	27,1	27,8	27,0	27,3
Duofertil 38				
Вільшана	31,8	32,0	29,4	31,1
Вдала	33,0	32,8	32,3	32,7
Розкішна	32,8	33,1	33,4	33,1
Timacstart 20-10-5				
Вільшана	30,0	33,1	31,1	31,4
Вдала	32,1	32,0	33,0	32,4
Розкішна	33,0	31,1	33,1	32,4

Вміст білків в зерні сільськогосподарських культур залежить від сорту, факторів технології, та факторів вегетації. На залежність від факторів технології вказують багато авторів [1, 9]. Оцінка добрив за впливом на вміст білка в зерні пшениці у проведених дослідженнях за даними 2020-2022 рр. доводить наступні результати: у сорту Вільшана за використання добрива Duofertil 38 вміст білка був від 14,4 % (2020 р.) до 13,4 % (2022 р.). У сорту Вдала за використання добрива Timacstart 20-10-5 вміст білка був від 13,6 до 14,9 %. На варіанті без добрив у сорту Вдала цей показник становив найменше за всі роки досліджень 11,8-12,4 % (табл. 3).

Таблиця 3. Вміст білка в зерні сортів пшениці озимої залежно від добрив

Сорти	Вміст білка, %			
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє
Вільшана				
Без добрив	11,9	12,1	12,4	12,1
Duofertil 38	14,4	14,6	13,4	14,1
Timacstart 20-10-5	13,6	14,9	14,3	14,3
Вдала				
Без добрив	11,8	12,2	12,4	12,1
Duofertil 38	14,9	15,0	14,7	14,8
Timacstart 20-10-5	14,5	14,4	14,6	14,5
Розкішна				
Без добрив	12,3	12,6	12,3	12,4
Duofertil 38	14,9	15,0	15,2	15,0
Timacstart 20-10-5	15,0	14,1	15,1	14,7

У сорту Розкішна вміст білка був найвищим по внесенню добрива Duofertil 38 і становив від 14,9 % (2020 р.) та 15,0 % (2021 р.), 15,2 % (2022 р.). На



варіанті без добрив у сорту Розкішна показник вмісту білка був від 12,3 до 12,6 %. Як бачимо з таблиці за показником вміста білка вирізняються всі сорти де було внесено комплексне добриво.

Висновки. Основною проблемою посівної компанії є вибір кращого сорту та добрива, яке підвищить продуктивність та якість зерна пшениці озимої. Під час розбору результатів проведених досліджень із ефективності використання добрив фірми Тімак Агро на посівах пшениці озимої дуже добре зарекомендували себе комплексні добрива Duofertil 38 та Timacstart 20-10-5. Кращим сортом за дією добрива на врожайність зерна було отримано у сорту Вільшана. А якість кращою була у сорту Вдала та Розкішна.

Література:

1. Chetveryk O, Bahan A, Yurchenko S, Shakaliy S, Zviahintseva A. Sources of resistance to diseases of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Botany Studies*, 2021:6(5):531-537.
2. Шакалій С. М. Виробництво органічної продукції – агроекологічний потенціал України. Матеріали міжнародної конференції присвяченої 80- річчю І. В. Сирохмана «Якість і безпечність харчової продукції та сировини – проблеми сьогодення». м. Львів, 25.09.2020. с. 201 -203
3. Зленко В. А. Аналіз динаміки виробництва та експорту зернових культур і картоплі в Україні. Історія науки і біографістика. 2014. № 4. 11 с.
4. Marenych, M. M. Pre-sowing treatment of seeds as an element of management of the productive potential of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2017:4:42-46. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.07>
5. Шакалій С. М. Якість зерна пшениці м'якої озимої за використання позакореневого підживлення в умовах лівобережного Лісостепу України. Нубіп електронне видання, 2017. №1. С.76-84.
6. Маренич М. М., Юрченко С. О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. 4. С. 38–42.
7. Tryhub OV, Bahan AV, Shakaliy SM, Barat YuM, Yurchenko SO. Ecological plasticity of buckwheat varieties (*Fagopyrum esculentum* Moench.) of different geographical origin according to productivity. *Agronomy Research*, 2020:18(4):2627-2638. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.214>
8. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. (2002). К.: Держспоживстандарт України, 2003.
9. Баган А. В., Стрижак Р. М. «Оцінка продуктивного потенціалу сортів пшениці озимої». І Міжнародна науково-практична конференція «Наука і освіта в умовах цивілізаційних змін. Польща, 30 жовтня 2019 року». Лодзь: Нова наука, 2019.

References:

1. Chetveryk, O., Bahan, A., Yurchenko, S., Shakaliy, S., Zviahintseva, A. (2021). Sources of resistance to diseases of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Botany Studies*, 6(5):531-537.



2. Shakalii, S. M. (2020). Production of organic products - agroecological potential of Ukraine. Proceedings of the international conference dedicated to the 80th anniversary of IV Sirohman "Quality and safety of food and raw materials – the problems of today." Lviv, September № 25, P. 201 -203 [in Ukrainian].
3. Zlenko, V. A. (2014). Analysis of the dynamics of production and export of cereals and potatoes in Ukraine. History of science and biography. 11 p. [in Ukrainian].
4. Marenych, M. M. (2017). Pre-sowing treatment of seeds as an element of management of the productive potential of winter wheat. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 4, 42-46. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.07> [In Ukrainian].
5. Shakalii, S. M. (2017). Grain quality of soft winter wheat with the use of foliar fertilization in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine. Nubip electronic edition, 1. 76-84 [In Ukrainian].
6. Marenich, M. M., Yurchenko, S. O. (2017). The effect of pre-sowing treatment of seeds with biologically active substances on the growth and development of winter wheat plants in the initial stages. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 4. 38–42 [In Ukrainian].
7. Tryhub, O. V., Bahan, A. V., Shakaliy, S. M., Barat, Yu. M., Yurchenko, S.O. (2020). Ecological plasticity of buckwheat varieties (*Fagopyrum esculentum* Moench.) of different geographical origin according to productivity. Agronomy Research, 18(4):2627-2638. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.214>
8. Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality: State Standard 4138-2002. (2002). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].
9. Bagan, A. V., Stryzhak, R. M. (2019). "Estimation of productive potential of winter wheat varieties". 1st International Scientific and Practical Conference "Science and Education in the Conditions of Civilizational Changes. Poland, October 30, 2019". Lodz: New Science. [In Poland].

Abstract. *An integral indicator of the effectiveness of agrotechnical measures is the yield of agricultural crops, which is formed under the influence of specific soil and climatic conditions and elements of growing technology, which determine the productivity of plants and determine the size and quality of the harvest. According to the average data for the years of research, the yield of the Vilshana variety was from 5.2 to 6.3 t/ha, the Vdala variety was 5.1 to 6.1 t/ha, and the Rozkishna variety was from 5.1 to 5.9 t/ha. Thus, obtaining the maximum yield of wheat depends on many parameters, each of which must be taken into account when planning the future harvest. In conditions of sufficient soil moisture, the effect of mineral fertilizers on crop yield is quite high ($r=0.98$). In order to increase the yield, the peculiarities of the nutrition of agricultural crops should be taken into account. Intensive varieties are more demanding in terms of nutrition and can produce high yields of appropriate quality only with full supply of minerals during critical periods of their growth and development.*

Key words: *winter wheat, varieties, fertilizer, gluten content, protein content.*



УДК 631.8:633.11

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY
INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAIN
ВПЛИВ ДОБРІВ НА ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯРОЇ
ПШЕНИЦІ

Kudriawytzka A.N. / Кудрявицька А.М.

c.a.s. ., as.prof./к.с.-г.н., доц.

Karabach K.S. / Карабач К.С.

c.of agr.s., as.prof. /к.с.-г.н., доц.

ORCID 0000-0002-7706-231X

National university of life and environmental sciences of Ukraine

Kyiv, street of Heroes of defensive, 17,03041

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, вул. Героїв оборони, 17,03041

Анотація. Врожайність і якість зерна ярої пшениці підвищуються при внесенні полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії органічних, з відповідно високими показниками якості : збору білку- 0,64 т/га та збору «сирої» клейковини-1,36 т/га.

Ключові слова: яра пшениця, врожайність, добрива, білок, «сира» клейковина, сорт, ґрунт, сівозмінна.

Вирощування пшениці ярої є економічно виправданим, оскільки в першу чергу виключає необхідність імпорту продовольчого зерна. Саме тому пшениця яра поступово займає належне місце у зерновому господарстві України для стабілізації виробництва продовольчого зерна і забезпечення сировиною потреб макаронної промисловості [1-2].

Проблема одержання якісного зерна пшениці ярої в останні роки набула важливого державного значення. Одним з основних резервів вирішення цього є подальше удосконалення технології вирощування пшениці твердої ярої. В системі агротехнічних заходів особливо важливе значення, в умовах нестабільного клімату, мають такі фактори, дози мінеральних добрив, зокрема азотних, норми висіву насіння. Саме в правильному застосуванні цих факторів криється значний резерв збільшення врожайності та поліпшення якості зерна пшениці твердої ярої [2-3].

Якість зерна пшениці, як і іншої агропромислової продукції, визначається сукупністю її корисних властивостей, які задовольняють конкретні потреби споживачів і досягаються системним регулюванням споживчих властивостей і характеристик продукції з їхньою оцінкою на кожній стадії проектування, виробництва, зберігання, транспортування і переробки [3-4].

Урожайність і якість зерна пшениці твердої ярої значною мірою залежать від забезпечення рослин елементами мінерального живлення протягом всієї вегетації, на що впливають їхня концентрація в ґрунті, умови і заходи вирощування, вік і розвиток рослин, сортові особливості та інші фактори [38]. Накопичення рослинами елементів мінерального живлення відбувається протягом всього періоду вегетації. Проте потреба рослин в поживних речовинах в початковий період росту і в подальшому неоднакова. Рослини мають періоди максимального використання поживних речовин, коли в досить



стислі строки поглинається велика кількість мінеральних елементів. Крім цього, рослини мають так звані критичні періоди споживання елементів живлення [3-5].

Дослід закладено у трикратному повторенні, розмір посівної ділянки—172 м², облікової—100 м². У досліді використовували аміачну селітру, гранульований суперфосфат та калій хлористий. Добрива вносили згідно зі схемою дослідів. Польові дослідження проводилися в зерно-буряковій сівозміні.

Аналіз даних по структурі урожаю ярої пшениці Миронівська яра свідчить про те, що показник загальної кущистості на контролі дорівнював 2,5, продуктивної кущистості—2,4 (табл.1).

Вищими були показники загальної і продуктивної кущистості на удобрених варіантах і становили відповідно 2,6–3,0 загальної кущистості і 2,5–2,8 продуктивної кущистості (табл. 1).

Таблиця 1- Вплив тривалого застосування добрив на структуру врожаю ярої пшениці сорту Миронівська яра

Варіант дослідів	Довжина рослин, см	Кущистість		Колос			Маса зерен з 10 рослин, г	Маса 1000 зерен, г
		загальна	продуктивна	довжина, см	к—сть озернених колосків, шт	к—сть зерен в колосі, шт		
Контроль	65,4	2,5	2,4	5,9	12,5	19,4	13,9	40,9
Післядія 30 т/га гною-Фон	68,3	2,6	2,5	6,4	13,5	21,7	15,6	42,3
Фон+P ₈₀	68,3	2,5	2,4	6,5	13,8	23,3	17,0	42,4
Фон+P ₈₀ K ₈₀	75,8	2,7	2,6	6,8	14,1	26,9	19,1	43,4
Фон+N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	83,0	2,9	2,8	7,2	15,5	30,5	20,6	44,5
Фон+N ₁₁₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	84,5	3,0	2,8	7,8	16,3	32,7	22,0	45,1
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	80,1	2,7	2,6	6,8	14,8	30,3	19,9	44,0

Довжина колосу на 0,5–1,9 см була більшою на удобрених варіантах порівняно з контролем, де вона становила 5,9 см. Результати досліджень свідчать про те, що найбільша довжина колосу—7,8 см, кількість озернених колосків—16,3 шт та кількість зерен в колосі—32,7 шт в рослинах ярої пшениці відмічена при внесенні полуторної норми мінеральних добрив (N₁₁₀P₁₂₀K₁₂₀) на фоні післядії органічних. Цим можна пояснити найбільш високий урожай зерна на цьому варіанті, який становив 3,79 т/га, при урожаї на контролі—2,06 т/га (табл.2). На удобрених варіантах значно підвищилася маса 1000 зерен і становила 42,3–45,1 г, при масі 1000 зерен на контролі—40,2 г, що сприяло отриманню вищого урожаю зерна ярої пшениці на удобрених варіантах (табл.1).



Результатами досліджень встановлено те, що систематичне застосування мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною сприяє підвищенню урожаю зерна ярої пшениці на 0,61-1,73 т/га, при урожаї на контролі відповідно 2,06 т/га (табл. 2). Найбільш високий урожай отримано при внесенні $N_{110}P_{120}K_{120}$ на фоні післядії 30 т/га гною – 3,79 т/га зерна ярої пшениці

Таблиця 2- Вплив тривалого застосування добрив на врожайність зерна ярої пшениці та показники його якості

Варіант досліджу	Врожайність, т/га	Приріст урожаю, т/га		Вміст					
				білка			«сирої» клейковини		
		до контролю	до фону	%	збір білка, т/га	приріст до контролю, т/га	%	збір «сирої» клейковини, т/га	приріст до контролю, т/га
Без добрив (контроль)	2,06	-	-	14,8	0,3	-	31,9	0,66	-
Післядія 30 т/га гною (фон)	2,67	0,61	-	16,1	0,43	0,13	33,7	0,89	0,23
Фон+ P_{80}	3,05	0,99	0,38	15,6	0,47	0,17	32,4	0,98	0,32
Фон+ $P_{80}K_{80}$	2,87	0,81	0,2	16,1	0,46	0,16	33,8	0,96	0,30
Фон+ $N_{80}P_{80}K_{80}$	3,45	1,39	0,78	16,3	0,56	0,26	34,6	1,2	0,54
Фон+ $N_{110}P_{120}K_{120}$	3,79	1,73	1,12	16,8	0,64	0,33	36,1	1,36	0,70
$N_{80}P_{80}K_{80}$	3,21	1,15	0,54	16,2	0,52	0,22	34,4	1,09	0,43

Найменшу прибавку урожаю отримано на варіантах, де вносились фосфорні та фосфорно-калійні добрива на фоні післядії органічних, яка становила відповідно-0,99, 0,81 т/га (табл. 2).

Найбільший вміст білку отримано у варіанті, де вносились полуторна норма мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною–16,8 %, з відповідним показником збору білку–0,64 т/га (табл. 2).

Отримані дані свідчать про те, що найбільший вміст «сирої» клейковини в зерні ярої пшениці відмічений при внесенні $N_{110}P_{120}K_{120}$ на фоні післядії 30 т/га гною, який становив відповідно -36,1%, з відповідно високим показником збору «сирої» клейковини – 1,36 т/га. (табл.2)

Висновки

Для отримання стабільних врожаїв зерна ярої пшениці сорту Миронівська яра (3,5–4,0 т/га) з відповідно високими показниками якості зерна на середньо забезпеченому азотом, фосфором та калієм лучно–чорноземному карбонатному легкосуглинковому ґрунті в зерно – буряковій сівоzmіні - обґрунтованим є застосування в основне удобрення $N_{80}P_{120}K_{120}$ на фоні післядії 30 т/га гною.

**Література:**

1. Гайдук Т.Г. До характеристики зернового ринку України. - Вісник аграрної науки.-2001.-№1.- С. 73-75.
2. Городній М.М. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегії удобрення. - К.: «Алефа».-2004.-140 с.
3. Городній М.М. Мельник С.І., Маліновський А.С., Бондар О.І.- Агрохімія.-К.:2003.-775 с.
4. Лихочвор В.В. Озима пшениця. Шляхи підвищення врожайності. // Зерно і хліб.-2010.-№2.- С. 16-25.
5. Надєжкіна Є.В., Лазарєв К.К. Вплив вапнування на азотний режим чорнозема вилогованого, урожайність і якість зерна ярої пшениці. // Агрохімія.-2011.-№2.-С. 5-11.

Abstract. *Studies on the meadow chernozem is installed that systematic using the mineral fertilizers on background of the aftereffect organic, provides the gain of the harvest grain sort of the : spring wheat mironovskaya - bright on 1,73 t/he. The productivity and quality grain spring wheat increase when contributing rates of the mineral fertilizers on the meadow chernozem of the aftereffect organic, with accordingly high factor quality : collection protein -0,64 t/he and collection gluten 1,36 t/he.*

Key words: *wheat, productivity, fertilizers, albumen, "raw" gluten, sort, soil, crop rotation.*

Стаття відправлена: 20.11.2022 р.
© Кудрявицька А.М., Карабач К.С.



CONTENTS

Innovative engineering, technology and industry

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-010> 3

ASSESSMENT OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM POWER
LOSSES TAKING INTO ACCOUNT THE PASSIVE PARAMETERS
OF TRANSFORMERS

Arakelyan V. P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-015> 12

STRATEGY FOR IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE SERVICES
IN HOTEL CATERING ENTERPRISES OF KHARKIV REGION

Свідло К.В., Мамченко Л.Є., Загоруйко Д.В., Попович Т.А.

Computer science, cybernetics and automatics

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-035> 23

MODELING THE DYNAMICS OF HEPATITIS C WITH COMBINED
TREATMENT

Zelensky K. Kh., Rahulin V. M.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-036> 30

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING THE RBF NETWORK
TO DETECT U2R CATEGORY NETWORK ATTACKS

Pakhomova V., Kulyk V.

Development of transport and transportation systems

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-003> 36

EVOLUTIONARY CHARACTERISTICS OF THE
INFRASTRUCTURE TRANSPORT SYSTEMS

Lyamzin A., Ukrainskyi Y., Chaika N., Ukrainska T.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-042> 40

STUDY OF METHODS FOR PREDICTING THE RECEIPT OF
CONTAINER FLOWS FROM SHIPPERS TO THE RAILWAY
TERMINAL STATION

Berestov I.V., Rakivnenko V.P., Kirichenko O.M.

Kolisnyk A.V., Shcheblykina O.V.



Medicine and health care

- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-002> 46
TREATMENT OF BLASTOMATOUS JAUNDICE WITH
MINIINVASI MEHODS OF BILE DRAINAGE
Kosulin S.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-004> 53
THE MAIN ASPECTS OF THE PATHOGENESIS OF
GASTRODUODENOPATHY ASSOCIATED WITH NON-STEROIDAL
ANTI-INFLAMMATORY DRUGS IN PATIENTS WITH OSTEOARTHRITIS
*Honcharuk L, Piddubna A., Andrushchak M.
Semko H., Kochurka L*
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-017> 58
CASE REPORT OF A 2-YEAR-OLD PATIENT WITH MARSHALL
SYNDROME
Гаріян Т.В., Бондарук Б.О., Трохимчук А.В.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-019> 63
MODERN VIEW OF PHYSICAL THERAPY IN PEOPLE WITH
INTRACRANIAL BRAIN TUMORS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD
Hunts V.D., Bannikova R.M.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-025> 70
APPLICATION OF TRANSCRANIAL MICROPOLARIZATION
AND THE NEURAC METHOD ON THE REDCORD SYSTEM IN
THE COMPLEX RECOVERY OF PATIENTS AFTER SCI
Tolok V. S., Brazhaniuk A. O.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-028> 77
COGNITIVE FUNCTIONS IN GENERAL HEAT INJURY (literature review)
Kravets O.V., Mizjakina K.V., Yekhalov V.V.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-038> 87
CLINIC-EPYDEMIOLOGICAL PARTICULARITES OF B-CELL
CHRONIC LYMPHOCYTIC LEUKOSIS IN THE KYIV REGION
Melnyk U.I., Vydyborets S.V.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-039> 93
IRON METABOLISM AND INTESTINAL IRON ABSORPTION
IN CHRONIC GASTRITIS
Popovych M.Y.

**Biology and ecology**

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-031> 104

SPECIES COMPOSITSON OF HYDROPHILIC FLORA OF THE FRESHWATER ECOSYSTEM

Melnyk V. Y., Tolochyk I. L.

Agriculture, forestry, fishery and water management

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-006> 115

POULTRY GROWTH INTENSITY AND BREED DIFFERENCES IN THE EXCHANGE OF PHOSPHORUS COMPOUNDS

Prylipko T.M., Koval T.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-007> 120

FUNCTIONAL MODULAR COMPOSITION FOR THE USE OF MEAT PRODUCTS FROM INULIN-CONTAINING RAW MATERIALS

Prylipko T.M., Bukalova N. V.

Bogatko N. M., Lyasota V.P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-009> 125

DEVELOPMENT OF YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT VARIETIES USING TIMAK AGRO FERTILIZERS

Shakalii S. M., Marenych M. M., Skubiy A. S.

Lytvynenko T. S., Shevchenko V. Yu.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj16-01-021> 131

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAIN

Kudriawytzka A.N., Karabach K.S.



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №16

Part 1

November 2022

In Bulgarian, Ukrainian, Russian and English

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 89.14)

*Academy of Economics named after D.A. Tsenov
Bulgaria jointly with SWorld*

Signed: November 30, 2022

e-mail: editor@sworldjournal.com

site: www.sworldjournal.com



www.sworldjournal.com

Articles published in the author's edition





www.sworldjournal.com