
«НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ»,
«SCIENTIFIC HORIZONS»

Редакційна колегія:

д.с.-г.н. Романчук Л. Д.
(головний редактор)
д.н. Раманаускас Ю. (Литва)
д.вет.н. Горальський Л. П.
д.т.н. Кухарець С. М.
(заступники головного редактора)
к.с.-г.н. Тимошук Т. М.
к.е.н. Куровська Н. О.
(виконавчі редактори)
д.е.н. Скидан О. В.
к.с.-г.н. Бондарева Л. М.
д.с.-г.н. Веремєєнко С. І.
д.с.-г.н. Гамаюнова В. В.
д.т.н. Грабар І. Г.
д.е.н. Данкевич В. Є.
д.ф.-м.н. Журавльов В. П.
к.б.н. Зимарова А. А.
д.е.н. Зіновчук В. В.
д.е.н. Зінчук Т. О.
к.с.-г.н. Іванова І. Є.
к.б.н. Іващенко І. В.
к. вет. н. Колеснік Н. Л.
д.б.н. Котюк Л. А.
к.т.н. Кульман С. М.
к.е.н. Куцмус Н. М.
д.н. Левкович І. (Німеччина)
д.с.-г.н. Марковська О. Є.
к.т.н. Медведський О. В.
д.е.н. Михайлов А. М.
д.т.н. Молодецька К. В.
д.с.-г.н. Мойсієнко В. В.
к.е.н. Плотнікова М. Ф.
д.н. Сандал Я.-У. (Норвегія)
д.н. Собек З. (Польща)
д.вет.н. Сорока Н. М.
д.с.-г.н. Ставецька Р. В.
д.с.-г.н. Федонюк Т. П.
к.т.н. Цивенкова Н. М.
д.е.н. Чижевська Л. В.
к.с.-г.н. Чумак П. Я.
д.н. Шараускіс Е. (Литва)
д.е.н. Шірінян Л. В.
д.с.-г.н. Шлапак В. П.
к.т.н. Ярош Я. Д.

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

2019, № 11 (84)

Виходить дванадцять разів на рік

ЗАСНОВАНО 12 БЕРЕЗНЯ 1998 р.

Матеріали друкуються українською,
англійською та російською мовами

Editorial board:

L. Romanchuk, Dr. of Agr. Sc.
(editor-in-chief)
J. Ramanauskas (Lithuania), Dr. Hab.
L. Goralsky, Dr. of Vt. Sc.
S. Kuharets, Dr. of Eng. Sc.
(deputies editor-in-chief)
T. Tymoshchuk, Cand. of Agr. Sc.
N. Kurovska, Cand. of Ec. Sc.
(executive editors)
O. Skydan, Dr. of Ec. Sc.
L. Bondareva, Cand. of Agr. Sc.
S. Veremeyenko, Dr. of Agr. Sc.
V. Gamayunova, Dr. of Agr. Sc.
I. Grabar, Dr. of Eng. Sc.
V. Dankevych, Dr. of Ec. Sc.
V. Zhuravlyov, Dr. of Phys. and Math. Sc.
A. Zymarioieva, Cand. of Biol. Sc.
V. Zinovchuk, Dr. of Ec. Sc.
T. Zinchuk, Dr. of Ec. Sc.
I. Ivanova, Cand. of Agr. Sc.
I. Ivashchenko, Cand. of Biol. Sc.
N. Kolesnik, Cand. of Vt. Sc.
L. Kotyuk, Dr. of Biol. Sc.
S. Kulman, Dr. of Eng. Sc.
N. Kutsmus, Cand. of Ec. Sc.
I. Levkovysh, Fil. Dr.
O. Markovska, Dr. of Agr. Sc.
O. Medvedskyi, Cand. of Ec. Sc.
A. Mykhailov, Dr. of Ec. Sc.
K. Molodetska, Dr. of Eng. Sc.
V. Moisiienko, Dr. of Agr. Sc.
M. Plotnikova, Cand. of Ec. Sc.
Jan-U. Sandal (Norway), Fil. Dr.
Z. Sobek (Poland), Dr. Hab.
N. Soroka, Dr. of Vt. Sc.
R. Stavetska, Dr. of Agr. Sc.
T. Fedonyuk, Dr. of Agr. Sc.
N. Tsyvenkova, Cand. of Ec. Sc.
L. Chyzhevska, Dr. of Ec. Sc.
P. Chumak, Cand. of Agr. Sc.
E. Sarauskis (Lithuania), Dr. Hab.
L. Shirinyan, Dr. of Ec. Sc.
V. Shlapak, Dr. of Agr. Sc.
Ya. Yarosh, Cand. of Ec. Sc.



Засновник, редакція, видавець –

**ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Свідоцтво
про державну реєстрацію
Серія КВ № 23134-12974 ПР
від 19.02.2018 р.

Науковий журнал включено до
Переліку наукових фахових видань
України з сільськогосподарських,
ветеринарних (наказ МОН України
№ 261 від 06.03.2015 р.), економічних
(наказ МОН України № 528 від
12.05.2015 р.) та технічних наук (наказ
МОН України № 1021 від 07.10.2015 р.)

Відбір статей до друку проводиться
редакційною колегією згідно з
вимогами, що друкуються у науковому
журналі, та шляхом додаткового
рецензування і надання відповідної
рекомендації.

Головний редактор

Л. Д. Романчук

Відповідальні за випуск

Т. М. Тимошук, Н. О. Куровська

Редагування англomовних текстів

Г. О. Хант, С. В. Кубрак

Редактор

Л. В. Якубовська

Редагування бібліографічних списків:

О. І. Касянюк, Н. Г. Ярмчук

Комп'ютерний набір та верстка

О. М. В'юнцова

Макетування

О. М. В'юнцова

Друкується за рішенням

Вченої ради ЖНАЕУ

протокол № 4 від 26.11.2019 р.

Підписано до друку 26.11.2019 р.

Формат 210х297.

Ум. друк. арк. 15.4

Наклад 100 пр. Зам. № 318

Адреса редакції видавця

та виготовлювача:

Житомирський національний
агроєкологічний університет

10008, м. Житомир,

бульвар Старий, 7.

Контактні телефони:

(0412) 22–85–97, (0412) 22–04–17

Факс: (0412) 22–04–17

Свідоцтво суб'єкта

про державну реєстрацію

ДК № 3402 від 23.02.2009 р.

Address of the publishers:

Zhytomyr National

Agroecological University

Staryi Blvd, 7

10008, Zhytomyr, Ukraine

Telephone number:

(0412) 22–85–97, (0412) 22–04–17

Fax: (0412) 22–04–17

e-mail: schor.znau@gmail.com

© Житомирський національний
агроєкологічний університет, 2019

ISSN: 2663-2144

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-3-12

UDC 330.341.4

THE IMPERATIVES OF INCLUSIVE ECONOMIC GROWTH THEORY**O. Chaikin, T. Usiuk**

e-mail: alexander_chaykin@yahoo.com, usjuktanja@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Economic, social and ecological cohesion should remain at the heart of the global economy strategy to ensure that all capacities are mobilized and focused on the pursuit the inclusive development vector under the sustainable conditions. The purpose of the study is to investigate the evolution of development, formation and prospects of domestic economy development inclusive model implementation. The objectives of the study are: domestic inclusive economic growth model process generalization; existing approaches for inclusive growth measurement analysis; economic, social and ecological systemic changes in the domestic economic system justification. The methodological basis of the research is general scientific and special methods of economic phenomena and processes cognition.

It has been determined that modern economic development is characterized by irregularity and represents extractive socio-economic system that limits equal access to opportunities, outputs and resources. The necessity of national inclusive development model implementation that would take into account the evolutionary ecological needs of the population and ensure the sustainability and competitiveness of the domestic economy, uniform population welfare increase has been shown. The expediency of own model of inclusive development design that would absorb the features of existing in the world models, but considering the ecological component, that will fit the concept of sustainable development has been substantiated. The modern tendencies of theoretical foundations and approaches to models of inclusive growth development have been defined. The Gini index of the countries rating was analyzed, on the basis of which the level of inequality of welfare of the population of Ukraine has been determined. The dynamics of the Gini Index in Ukraine change during the study period has been determined.

Imperative knowledge about the inclusive economic growth model theory evolution has been systematized. The comparative analysis of existing approaches to inclusive growth measurement has been carried out. The number of systemic shifts to ensure equality of access to work outcomes changes and their equal distribution, taking into account the requirements of the sustainable development concept have been proposed. The possibility of introducing a comprehensive economic, social and environmental policy at the national and local levels has been considered. It has been determined that in the current context, the model of inclusive development is the most acceptable for Ukraine and is the basis for ensuring the sustainability and competitiveness of the domestic economy. The expediency of inclusive economic growth domestic model development and implementation has been substantiated. Further research should be aimed at design and scientific justification of inclusive economic development domestic model that would be capable to maintain high growth rates together with equal access to resources for all members of society provision.

Key words: inclusion, economic growth, sustainable development, economic growth model, inclusive growth tools.

ІМПЕРАТИВИ ТЕОРІЇ ІНКЛЮЗИВНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ**О. В. Чайкін, Т. В. Усюк**

e-mail: alexander_chaykin@yahoo.com

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Економічна, соціальна та екологічна згуртованість повинна залишатися в основі стратегії глобальної економіки, щоб забезпечити мобілізацію всього потенціалу та орієнтацію на досягнення

інклюзивного вектору розвитку в умовах сталості. Метою дослідження є визначення напрямів розвитку, становлення та перспектив імплементації інклюзивної моделі розвитку вітчизняної економіки. Завдання дослідження полягають в узагальненні процесу становлення моделі вітчизняного інклюзивного зростання економіки; аналіз існуючих підходів до вимірювання інклюзивного зростання; обґрунтування економічних, соціальних та екологічних системних змін у вітчизняній економічній системі. Методологічною базою дослідження є загальнонаукові та спеціальні методи пізнання економічних явищ та процесів.

Визначено, що сучасний розвиток економіки носить нерівномірний характер і являє собою екстрактивну соціально-економічну систему, що обмежує рівний доступ як до можливостей, так і результатів праці та ресурсів. Показана необхідність імплементації вітчизняної моделі інклюзивного розвитку, що враховувала б еволюційні й екологічні потреби населення та забезпечувала сталість і конкурентоспроможність вітчизняної економіки, рівномірне підвищення добробуту населення. Обґрунтовано доцільність розробки власної моделі інклюзивного розвитку, яка б увібрала риси вже існуючих у світі моделей, але із врахуванням екологічної складової, що відповідатиме концепції сталого розвитку. Визначено сучасні тенденції розвитку теоретичних засад та підходів до моделей інклюзивного зростання. Проаналізовано рейтинг країн світу за індексом Джині, на основі якого визначено рівень нерівності добробуту населення України. Визначено динаміку зміни Індексу Джині в Україні протягом досліджуваного періоду.

Систематизовано імперативні знання щодо еволюції теорії інклюзивної моделі економічного зростання. Проведено порівняльний аналіз існуючих підходів до вимірювання інклюзивного зростання. Запропоновано низку системних змін, направлених на забезпечення рівності у доступі до результатів праці та їх рівномірному розподілі з урахуванням вимог концепції сталого розвитку. Розглянуто можливість запровадження відповідної комплексної економічної, соціальної та екологічної політики на загальнодержавному та місцевому рівнях. Визначено, що за сучасних умов модель інклюзивного розвитку є найбільш прийнятною для України та основою для забезпечення сталості та конкурентоспроможності вітчизняної економіки. Обґрунтовано доцільність розробки та імплементації вітчизняної моделі інклюзивного зростання економіки. Подальші дослідження мають бути направлені на розробку та наукове обґрунтування вітчизняної моделі інклюзивного розвитку економіки, яка б була здатна підтримувати високі темпи зростання разом із забезпеченням рівності доступу до ресурсів для усіх членів суспільства.

Ключові слова: інклюзія, економічне зростання, сталий розвиток, модель зростання економіки, інструменти інклюзивного зростання.

Introduction

The transformations of the global economic system have become decisive trends in the development of the world economy at the beginning of the 21st century that, in addition to proximate economic growth, also predetermined the situation regarding the reconfiguration of the employment and welfare system. In accordance, the polarization of household incomes, countries economic development models imbalance, reorientation of the institutional system of business management, socio-economic and ecological priorities of society development change have become the determinants of social development inclusive model modern concept formation shifts. The socio-economic development of the economy Ukraine is characterized by the following types: segregation (people in society division into categories

by the differences in social statuses feature, that leads to the limitation of activity and interaction spheres), integration (adaptation of citizens to the already existing socio-economic system), extraction (division of the population into components by means of artificially created conditions under which there is unequal distribution) and inclusion (population participation increase through access to opportunities and fair sharing of work outcomes). Therefore, inclusive development model is the most acceptable for Ukraine under sustainability and domestic economy competitiveness provision conditions and all citizens well-being uniform increase advance.

It should be noted that one common feature of many institutional definitions is that they highlight not just the importance of Inclusive Growth but also suggest that by making growth inclusive it will reach untapped sections of the economy and so increase

overall output (Neil, 2018). The global academic and policy debate on inclusive development is rising. That is caused by the disheartening trend of growing inequality, which juxtaposes economic success stories in countries that were previously low-income (Pouw et al., 2015). George, G., McGahan, A., & Prabhu, J. have outlined opportunities for the development of theory and empirical research in the fields of entrepreneurship, strategy, and marketing that aimed for a synthesis in views of inclusive innovation and call for future research that deals directly with value creation and the distributional consequences of innovation (George et al., 2012). The conceptualisation and measurement of social processes and social provision in societies in order to offer guidance on how to improve developmental progress have been studied by Abbott P. and Wallace C. that highlighted the significant advances in developing multidimensional measures of development, but they provide little guidance to governments on how to build sustainable societies (Abbott et al., 2017). Beel D., Jones M., Jones R. and others have illustrated how inclusive growth has created a number of significant tensions and opportunities for civil society actors, as they have sought to contest a shifting governance framework (Beel et al., 2017). Ramos, R. A., Ranieri, R. and Lammens, J-W. have noted the assessing inclusive growth is crucial for both evaluating the effectiveness of policies already in place and improving existing ones or devising new policies (Ramos et al., 2013).

The concept of inclusive development of the world economy has been analyzed and its key points have been determined by T. Buchynska (Buchynska, 2018). Maliy I. and Yemelianenko focuses on the main idea of inclusiveness, the priority of which is development of human resources, achievement of full employment, professional development of employees, guarantee of social security and sustainable development (Maliy et al., 2018). Theoretical approaches to understanding the essence of an inclusive model of development of economy in modern conditions have been studied, also achieving inclusive development is a key task that is the focus of many governments, as high levels of inequality negatively affect the well-being and economic growth have been highlighted by L. Fedulova (Fedulova, 2016). Kozhyna A. have researched the theories that connected to local development, the definition and substantiation of the interconnection between them and the theory of inclusive local

development (Kozhyna, 2018). Financial support of inclusive growth and poverty-binds current practice and perspectives have been highlighted by T. Zatonatska (Zatonatska, 2014). However, some research aspects of existing approaches to inclusive growth theoretical and methodological determination demand additional study.

The purpose of the study is to investigate the evolution of development, formation and prospects of domestic economy development inclusive model implementation. The objectives of the study are: domestic inclusive economic growth model process generalization; existing approaches for inclusive growth measurement analysis; economic, social and ecological systemic changes in the domestic economic system justification. The object of study is the process of the domestic inclusive economic growth model formation.

Materials and methods

The methodological basis of the research is general scientific and special methods of economic phenomena and processes cognition. Therefore, the following methods have been applied: logical generalization (while Ranking the countries of the world by Gini index defining), comparison (when existing approaches for inclusive growth measurement analysis in particular), abstract-logical (when domestic inclusive growth model design), monographic (while the evolution of inclusive economic growth theory model study).

Results and discussions

Most of the world's leading countries are committed to sustainable development creating the conditions for the rule of law, equal opportunities for the population, labor market effective functioning, business opportunities, poverty overcome. Extractive socio-economic systems restrict equal access both to the opportunities and results of labor and resources, so they do not motivate the population to make savings, investments, innovation and territorial development, besides they do not take into account ecological needs. Ukraine is classic example of an extractive economic development model because economic decisions are made in favor of active members of society, which control the vast majority of both private and the state property. An inclusive model of economic growth is the logical vector of systemic changes that are indispensable for the country (Maliy et al., 2018). Currently there are two

models of inclusive development: American (the priority of development of which is to ensure equal opportunities for all, without exception, members of society), and European (focused on equal access to labour results and their even distribution). However, Ukraine should develop and implement its own inclusive development model, which would absorb these models features, but considering the ecological component, that will fit the sustainable development concept. Population life quality improvement through the high-employment economy formation under its

minimum stratification conditions considering growing ecological demands and needs of the population should become the priority of domestic inclusive growth.

Successful inclusive growth implementation requires accelerated structural reforms and investing in human capital, including education accessibility, labor market flexibility, jobs quality improvement and gender equality (Fig.1).

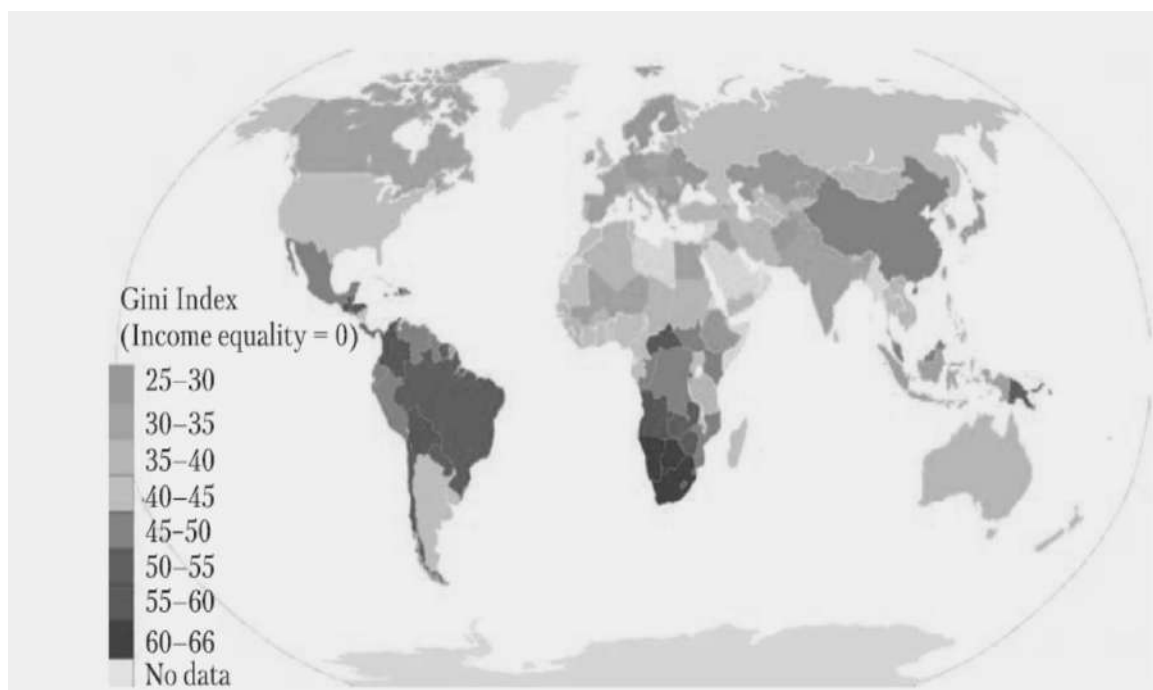


Fig. 1. Ranking the countries of the world by Gini index in 2017, %

The level of territorial inclusivity can be characterized by household income differentiation in the form of the degree of variance in the factor distribution of income from absolutely equal distribution between the citizens of the country that is by Gini index analyzing. It should be noted that Ukraine has one of the highest level of welfare inequality among all countries developing, but relatively low income and poverty inequality. The Gini index on income in Ukraine is one of the lowest in the world (from 24 % to 27 % in the studied period). Currently, Ukraine remains one of the poorest European countries (Fig. 2).

Modern inclusive models, that are used by countries, allows more quick adaptation and withstand external and internal crisis situations, that arise from external and internal institutions and lead to public and individual well-being increase in the process of population participation in socio-economic processes expansion. However, the rapid and progressive inclusive development of Ukraine is also hampered by institutional barriers. Including: limited funding, theoretical and methodological and regulatory framework insufficiently developed, lack of constructive and consistent public administration, imbalance and disproportion of production, etc.

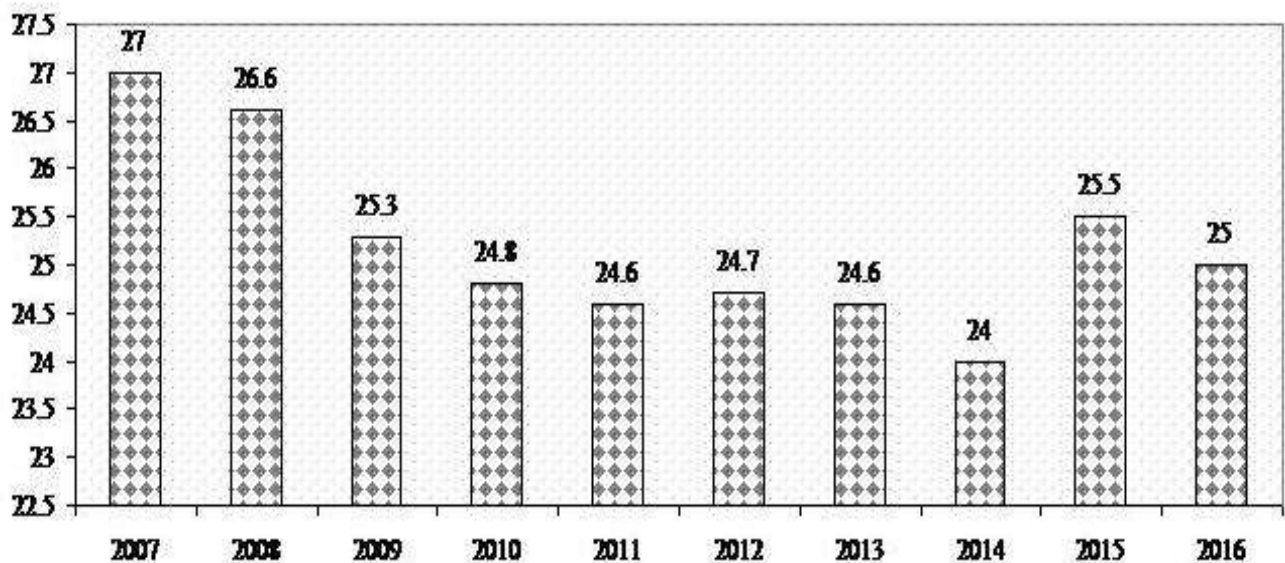


Fig. 2. Ukraine Gini index dynamics 2007–2016, %

In the modern concept of inclusive development, special attention is paid to the exclusive role of the economic entity of the country, which is able to satisfy its own needs in the conditions of the institutional environment transformation. The structural component of such concept integrates the ideas of natural and human capital development. The scope and the quality of human capital driven by social investment, fair distribution of resources, high level of employment provision, in education investment, fight against poverty, labor markets

modernization, social protection systems and social cohesion promotion, etc.

A qualitative component of the inclusive development of the state economy is also an indicator of the main institutional regimes of social development effectiveness and involves active local initiative detection, consistency of management vertical actions, specialized institutions functioning, that would regulate the organizational and financial aspects of such development (Tab. 1).

Tab. 1. Existing approaches for inclusive growth measurement

Source	Key features	Comment
1	2	3
World Bank's Global Database of Shared Prosperity (World Bank, 2015)	Measures income growth of bottom 40 percent of population. Can be benchmarked against average income growth of entire population.	Provides direct focus on less well-off and moves away from emphasis on GDP per capita.
Asian Development Bank's Framework of Inclusive Growth Indicators10 (Asian Development Bank, 2011)	An annual dashboard of inclusive growth indicators across Asian and Pacific countries that cuts across a series of themes: poverty and inequality (income and non-income); economic growth and employment; key infrastructure endowment; access to education and health; access to basic infrastructure utilities and services.	Growing income inequalities in the Asia Pacific region despite economic growth can exclude the poor from the benefits of growth, waste human capital and threaten social unrest that could undermine the long-term sustainability of growth.

Continuation of Table

1	2	3
New Economics Foundation proposal to set targets for tackling inequality (<i>New Economics Foundation, 2014</i>)	Set of targets within the inequalities using the indicators: income inequality as measured by the Palma ratio (the ratio of richest 10% of the population's share of gross national income (GNI) divided by the poorest 40% of the population's share); inclusive growth measured by change in real median household incomes to gauge if and how the population is benefitting from economic growth or being hit by recession; wealth inequality measured by the concentration of wealth in the top 1%, captured using tax records.	The negative social and economic impacts of rising inequality demand that the government set targets for tackling inequality in the same way that it currently has targets for poverty.
International Policy Centre for Inclusive Growth (<i>Inclusiveness Index</i>) (<i>International Policy Centre, 2013</i>)	Index of developing countries based on three indicators of: poverty (headcount ratio at US \$ 2 a day); inequality (measured using GINI); employment (employment to population ratio). Countries are scored using a min-max normalization of data on its three component parts i.e. scores for each country are based on distance from the best situations within the group of developing countries analyses.	Addresses a need to develop an inclusive growth framework that can measure how the proceeds of growth are distributed (poverty and inequality) and how growth changes opportunities for economic participation (employment).

Generalizing the scientific views of domestic and foreign scientists it is established that inclusive development is worth to consider as human labor resources to effective economic activity run engagement process and ensuring on this basis higher standard of living and well-being. According to this approach, the definition of the outlined concept essence, it should be noted, that the level of inclusivity assessment, first of all, depends on population income level, poverty line, quality and level of protection of citizens' lives, and the gap between the poor and the rich. In the context of the inclusive economy theory, development occurs when its totality is positively changing over time, that is the productive trait or effect is achieved increase, especially important ones are: the ratio of income and consumption of 20% of the richest to 20% of the poorest population; elasticity of total employment in GDP (employment elasticity); share of social security

costs from public health spending, the proportion of social security costs from public health expenditures and social security, education and social security, and more (Tab. 2).

On the other hand, taking into account that inclusive development is a productive feature of population life quality convergence that is achieved not only by the state economic activity redistribution, but also through the creation of favourable conditions in the institutional environment for the initiative activity of population groups development, that have a lower level of financial and economic support. Methodological principles of the state inclusive development assessment should focus on assessment of the economic situation in the country; comparing and ranking the country's economy with inclusive growth etalon countries; economic and social processes convergence.

Tabl. 2. The evolution of inclusive economic growth theory model

Model	Substantive provisions	Basic theoretical assumption	Distinctive features
Harrod-domar model	The inclusive growth rate depends on the savings rate and productivity of capital.	$G_w = s / v$	Assumption: savings will be fully turned into the rural areas sustainable development so it would impact the capital increase on inclusive economic growth
Solow-Swan neo-classical model	Long-run economic growth model where permanent growth is considerate as achievable only through technological progress results implementation.	$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha}$	Assumption: this model augmented with human capital predicts that the income levels of less developed territories will tend to catch up with or converge towards the income levels of “rich” territories if the poor countries have similar savings rates for both physical capital and human capital
Uzawa H model	Two-sector inclusive growths in which physical and human capital are produced by different technologies. The model explains long-run economic growth as consequence of human capital accumulation.	$A = G(A, L_E)$ $Y = F(K, AL_p)$	Assumption: there is an educational sector in the economy so education should be considerate as a indivisible part on inclusive growth
Direct introduction of institutional factors model	Labor is not only involved in final product production by the technological innovation implementation, but also is involved in institutional innovation creation	$Y = AK^\alpha H^\beta (IL)^{1-\alpha}$ $dA/dt = O(H - H_1)A$	Assumption: this model introduce the institutional factors into the inclusive economic growth process
Becker and Murphy model	The process of technology and the decrease of coordination cost will promote inclusive growth	$y = AY^\alpha n^\beta - \lambda n^\beta$ $C = \lambda n^\beta$ $Y = AH^\lambda n^\beta$	Assumption: the mutual promotion of evolution of labor division and knowledge accumulation determines inclusive growth

The implementation of the instruments of the mechanism of inclusive economic development should be based on the following basic principles:

- removal of institutional barriers of economic activities choice;
- ensuring equal access to markets, resources and an impartial regulatory environment for different social groups;
- formation of mechanisms for ensuring productive employment;
- alienated groups and overcoming poverty income increase;

- gender equality insurance;
- modern approaches to the consumption of scarce resources and achieving inclusive growth in the long term formation and implementation;
- strengthening the role of informal institutions in the implementation of economic initiatives;
- formation of social and ecological responsibility, intellectual, human and social capital (Fig. 2).

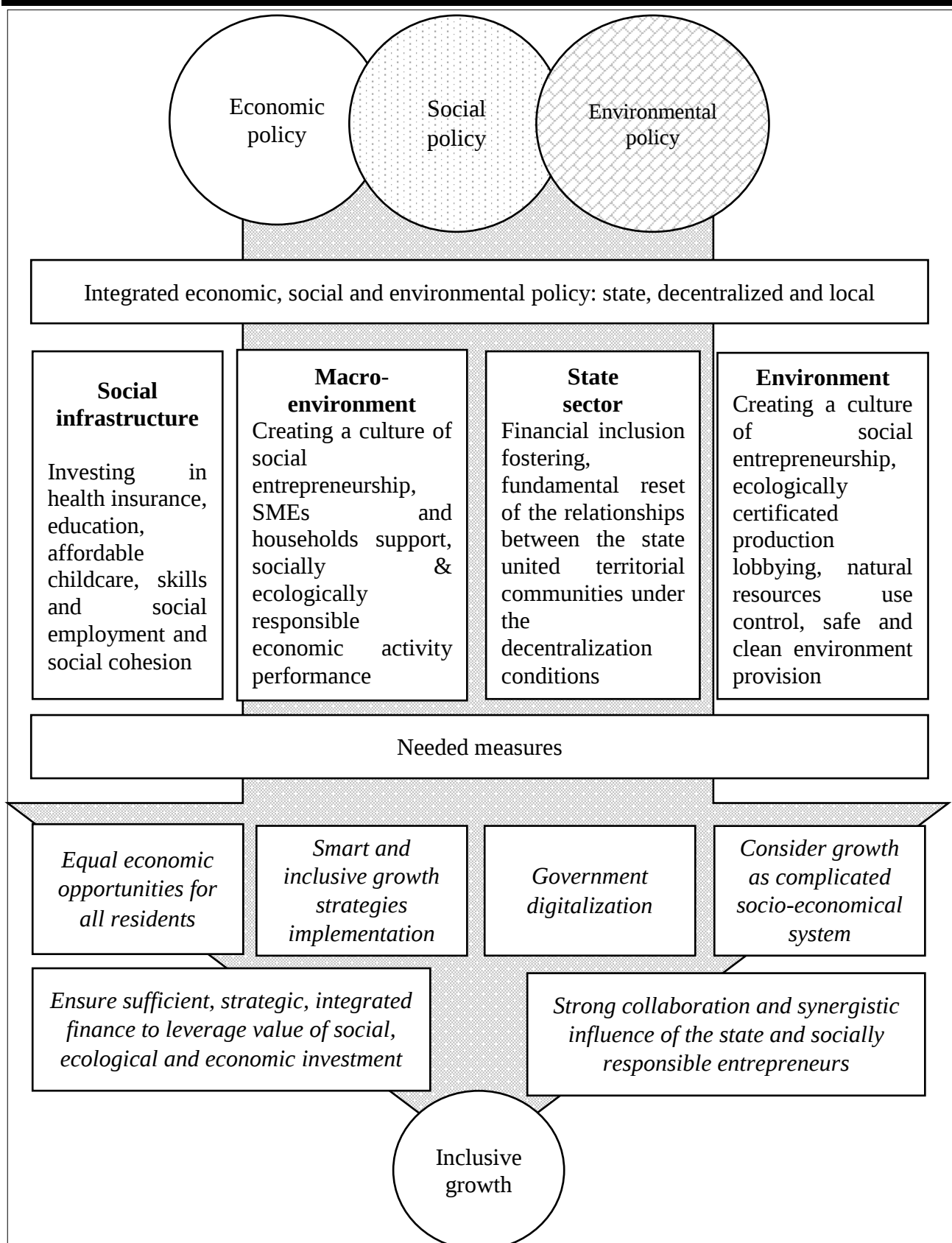


Fig. 1. System changes for inclusive growth

Considering that there is a tendency for GDP growth, economic growth is slowing, accordingly, the reconfiguration of the institutional system should become a strategic priority of the state in the context of the inclusivity principles. Whereas low inclusive development rate gives reason to affirm about the absence or disadvantages in the economy diversification, infrastructure problems presence and the country's investment climate.

Conclusions

The global economic crisis has predetermined the need for new economic model search, which would be able to maintain steady high growth rates together with equal access to resources provision. Accordingly, sustainable development concepts use needed addition and improvement, as full social, ecological and economic growth provision did not become a tool for poverty elimination and economic inequality in income distribution. Inclusive development concept implementation enabled countries to use modern tools to improve population well-being and their economic initiatives development opportunities expansion. Therefore, countries that use institutional instruments to resist external threats and economic crises belong to the group of countries with high inclusiveness of socio-economic growth. Solving social problems in society and formulation of policies aimed at social protection of the population and equalization of its welfare are priorities for the development of these countries. Under such circumstances, realization of decisions on implementation of inclusive economic development principles should be directed on targeting poverty reduction prospects, population employment increase, favourable investment capital formation, to attract social investment in particular. Ultimately, this will provide the opportunity of inclusive institutions system creation, the effect of which will be aimed at population life quality improvement with its minimal stratification through equal access to labor results, social cohesion, entrepreneurial activity stimulation and greening the economy.

References

- Abbott, P., Wallace, C. & Sapsford, R. (2017). Socially Inclusive Development: The Foundations for Decent Societies in East and Southern Africa. *Applied Research Quality Life*, 12, 813. doi: <https://doi.org/10.1007/s11482-016-9491-6>.
- ADB (Asian Development Bank) (2011). Framework of inclusive growth indicators: key indicators for Asia and the Pacific 2011 Special Supplement. Mandaluyong City : Asian Development Bank. Retrieved from www.adb.org/sites/default/files/publication/42976/ki-2011-special-supplement.pdf.
- Beel, D., Jones, M., Rees Jones, I., & Escadale, W. (2017). Connected growth: Developing a framework to drive inclusive growth across a city-region. *Local Economy: Journal of the Local Economy Policy Unit*, 32 (6), 565–575. doi: 10.1177/0269094217727236.
- Buchynska, T. (2018). Vzaïmozv'iazok mizh inkluzyvnym rozvytkom ekonomiky derzhavy ta formuvanniam universalnykh kompetentnostei liudyny [Interconnection Between the Inclusive Development of the State's Economy and the Formation of Universal Competences of a Person]. *Efektivna ekonomika*, 6. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6414> [in Ukrainian].
- Chaikin, O. (2014). Corporate responsibility, ecological certification aspect. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 36 (3), 463–470.
- Chaikin, O. (2019). Food Security Through the Rural Inclusive Growth Opportunities. In Zinchuk, T. & Romauskas, J. (Eds.). *Sustainable Development of Rural Areas* (pp. 255–264). Klaipeda : Klaipeda University, Kyiv : Center of Educational Literature.
- Durán, P. (2015). What does inclusive economic growth actually mean in practice?, United Nations Development Programme (UNDP) Our Perspectives blog. Retrieved from <http://www.undp.org/content/undp/en/home/blog/2015/7/31/What-does-inclusive-economic-growth-actually-mean-in-practice-.html>.
- European Commission (2010). Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Brussels, 3.3. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>.
- Fedulova, L. I. (2016). Inkluzyvni innovatsii v systemi sotsialno-ekonomichnoho rozvytku [Inclusive Innovations in the System of Socio-Economic Development]. *Ekonomika: realii chasu*, 3 (25), 56–65 [in Ukrainian].
- George, G., McGahan, A., & Prabhu, J. (2012). Innovation for inclusive growth: Towards a theoretical framework and a research agenda. *Journal*

- of Management Studies*, 49 (4), 661–683. doi: 10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x.
- Kozhyna, A. V. (2018). Teoriia inkliuzyvnoho mistsevoho rozvytku ta yii vzaiemozv'iazok z teoriiami terytorialnoho rozvytku [Theory of Inclusive Local Development and its Interconnection with the Territorial Development Theories]. *Investysii: praktyka ta dosvid*, 2, 102–109. doi: 10.32702/2306-6814.2018.22.102 [in Ukrainian].
- Malyi, I. Y., Yemelianenko, L. M. & Dzenzeliuk, K. V. (2018). Implementatsiia kontseptsii inkliuzyvnoho rozvytku v praktyku rehuliuвання zainiatosti naselennia [Implementation of the concept of inclusive development in practice of regulation of population employment]. *Efektivna ekonomika*, 12. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6776>. doi: 10.32702/2307-2105-2018.12.13 [in Ukrainian].
- Ministerstvo aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy (2017). Stratehiia rozvytku aharnoho sektoru “3 + 5” [Strategy for Agrarian Sector Development “3 + 5”]. Retrieved from <http://minagro.gov.ua/node/21439> [in Ukrainian].
- Neil Lee (2018) Inclusive Growth in cities: a sympathetic critique, *Regional Studies*, DOI: 10.1080/00343404.2018.1476753
- New Economics Foundation (2014). Addressing economic inequality at root: 5 goals for a fairer UK. London: NEF. Retrieved from http://b3cdn.net/nefoundation/95d3ace05149504890_vcm6iwxrv.pdf.
- Pouw, N. R. M., & de Bruijne, A. (2015). Strategic governance for inclusive development. *European Journal of Development Research*, 27 (4), 481–487. doi: 10.1057/ejdr.2015.53.
- Ramos, R. A., Ranieri, R. & Lammens, J-W. (2013). Mapping inclusive growth. Working Paper 105. Brasilia : International Policy Centre for Inclusive GroWth. Retrieved from <http://www.ipc-undp.org/pub/IPCWorkingPaper105.pdf>.
- Tarsem, L. (2018). Measuring impact of financial inclusion on rural development through cooperatives. *International Journal of Social Economics*, 46 (1). doi: <https://doi.org/10.1108/IJSE-02-2018-0057>.
- Usiuk, T. (2019). Institutional Support for Sustainable Development of Rural Areas. In Zinchuk, T. O. & Romanaukas, J. (Eds.). *Sustainable Development of Rural Areas* (pp. 120–129). Klaipeda : Klaipeda University, Kyiv : Center of Educational Literature.
- Zatonatska, T. H. (2014). Finansove zabezpechennia inkliuzyvnoho zrostannia ta podolannia bidnosti v Ukraini: isnuiucha praktyka ta perspektyvy [Financial Support of Inclusive Growth and Poverty-Bidnos those in Ukraine: Current Practice and Perspectives]. *Teoretychni ta prykladni pytannia ekonomiky*, 1 (28), vol. 2, 102–112 [in Ukrainian].
- Zinchuk, T., Kutsmus, N., Kovalchuk, O. & Charucka, O. (2018). Challenges of Sustainable Development of Rural Economy Management. *Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 40 (4), 609–619. doi: <http://doi.org/10.15544/mts.2018.53>.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-13-22

UDC: 658.821:620.952

BIO-ENERGY FUEL MARKET STRUCTURE IMPERATIVE FORMATION¹S. Kvasha, ²N. Melnyk

e-mail: nauka_znau@ukr.net, S.Kvasha@nubip.edu.ua

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

15, Heroiv Oborony Str, Kyiv, 03041, Ukraine

²Zhytomyr National Agroecological University,

7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The production and use of biofuels made of bioenergy crops is a central issue in many countries around the globe in addressing climate change, reducing greenhouse gas emissions and gaining energy independence. The purpose of the study is to substantiate the theoretical position of the biofuels market, to uncover the major players in the biofuels market and the major factors that affect the biofuels market in general. The methodological basis of the research is general scientific and specific methods of cognition of economic phenomena, a systematic approach to the study of socio-economic systems related to the production and sale of biofuels. It has been found that the bioenergy fuel market is an industry market where state government is a regulator, between producers and consumers of biofuels based on the demand and supply of biofuels. The configuration of market and scientific approaches to its definition in domestic and foreign sources has been investigated. The main factors of bioenergy fuels market conditions which influence the development and formation of the internal market of biofuels have been identified. It is stated that the formation of the internal market of bioenergy fuels depends on state regulations, the development of integrated state programs and strategies, as well as due to the established subsidies and preferences for producers and consumers of bioenergy fuels. It has been determined that the concept of bioenergy fuel market depends on the level of supply and demand, prices and sales volumes of bioenergy fuels and biomass. It is proved that the development of the internal market of bioenergy fuels is shaped by established or recommended volumes of biofuel consumption, implementation of existing standards and quality certificates to European standards, and the raw material base or biomass of energy crops and the attraction of internal and external investment. Prospects of further research will be focused on the formation of the internal market of bioenergy fuels and the study of foreign experience of market functioning.

Keywords: configuration, state regulation, market configuration, biofuels market, biofuels market participants, biofuels, production capacity.

**ІМПЕРАТИВИ ФОРМУВАННЯ КОН'ЮНКТУРИ РИНКУ
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИДІВ ПАЛИВА**¹С. М. Кваша, ²Н. В. Мельник

e-mail: nauka_znau@ukr.net, S.Kvasha@nubip.edu.ua

¹Національний університет біоресурсів та природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03040, Україна

²Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий 7, м. Житомир, 10008, Україна

Виробництво та використання біопалива з біоенергетичних сільськогосподарських культур є центральним питанням у багатьох країнах світу в політиці подолання наслідків зміни клімату, зменшення викидів парникових газів та отримання енергетичної незалежності. Метою дослідження є обґрунтування теоретичних положень кон'юнктури ринку біопалива, розкриття основних учасників ринку біопалива та

основних факторів, що впливають на кон'юнктуру ринку біопалива в цілому. Методологічною базою дослідження є загальнонаукові та специфічні методи пізнання економічних явищ, системний підхід до вивчення соціально-економічних систем, пов'язаних з виробництвом та реалізацією біопалива. Встановлено, що ринок біоенергетичних видів палива являє собою галузевий ринок економіки, на якому регулятором виступає держава для врегулювання взаємовідносин між виробниками та споживачами біопалива на основі попиту та пропозиції на даний вид біопалива. Досліджено поняття кон'юнктури ринку та наукові підходи до його визначення у вітчизняних та зарубіжних джерелах. Виявлено основні фактори кон'юнктури ринку біоенергетичних видів палива, які впливають на розвиток та формування внутрішнього ринку біопалива. Зазначено, що формування внутрішнього ринку біоенергетичних видів палива залежить від державного регулювання з боку держави, розробки комплексних державних програм та стратегій, а також за рахунок встановлених дотацій та преференцій для виробників та споживачів біоенергетичних видів палива. Визначено, що кон'юнктура ринку біоенергетичних видів палива залежить від рівня попиту та пропозиції, цін та обсягів продажу біоенергетичних видів палива й біомаси. Встановлено, що розвиток внутрішнього ринку біоенергетичних видів палива формується за рахунок встановлених або рекомендаційних обсягів споживання біопалива, імплементації існуючих стандартів та сертифікатів якості до європейських, забезпечення належного рівня виробничих потужностей та сировинної бази або біомаси енергетичних сільськогосподарських культур та залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій. Перспективи подальших досліджень зосереджені на формуванні внутрішнього ринку біоенергетичних видів палива та на дослідженні зарубіжного досвіду функціонування даного ринку.

Ключові слова: кон'юнктура, державне регулювання, кон'юнктура ринку, ринок біопалива, учасники ринку біопалива, біопаливо, виробнича потужність.

Вступ

З початку нового тисячоліття розвиток ринку біоенергетичних видів палива значно зріс. Виробництво та використання біопалива з біоенергетичних сільськогосподарських культур є центральним питанням у багатьох країнах світу в політиці подолання наслідків зміни клімату, зменшення викидів парникових газів та отримання енергетичної незалежності. В умовах тривалої економічної нестабільності, дослідження кон'юнктури ринку біоенергетичних видів палива є одним із важливих завдань, що постає перед господарюючими суб'єктами та державою загалом, зокрема у контексті формування стратегії та тактики здійснення діяльності. Дослідження ринкової кон'юнктури створюють сприятливі умови для здійснення ефективної діяльності та прийняття виважених своєчасних управлінських рішень.

Ринок біоенергетичних видів палива потребує чіткого вивчення, усвідомлення і розв'язання проблем його формування і функціонування, оцінки правової бази та закономірностей його розвитку, що вимагає проведення наукових досліджень на основі методології і методики соціально-економічних аспектів агропромислового комплексу. Дослідження кон'юнктури ринку

сільськогосподарської продукції здійснив Ю. С. Кирилов (Kirilov, 2010). Г. М. Калетнік проаналізував соціально-економічне значення розвитку ринку біопалива в Україні та впровадження у виробництво біоенергетичних технологій (Kaletnik, 2008). С. В. Лук'янець вважає, що рушійною силою в умовах енергозалежності країни є сформований внутрішній ринок біопалива з обов'язковим використанням сумішевого палива до традиційного пального (Luk'yanets, 2012). Ф. Бернард та А. Пієр стверджують, що енергетична безпека та зміна клімату це дві основні рушійні сили для розвитку біопалива у всьому світі, які можуть стимулювати розвиток агропромислового комплексу країни (Bernard et al., 2007). Масьюкі Хдж. Хасаан та Мд. Абул Калам вважають, що виснаження традиційного палива з нафти, зміна клімату та природного середовища в цілому сприяють розгляду виробництва та використанню біопалива як альтернативних джерел енергії. А особливо розвитку внутрішнього та зовнішнього ринку біопалива для забезпечення країни альтернативним паливом і, тим самим, сприяти економічному зростанню та розвитку експортного потенціалу даного пального й енергетичній незалежності країни (Hassan et al., 2013). Уряди розвинутих країн світу підтримують

розвиток ринку біопалива з цілої низки сприйнятих переваг, включаючи покращення внутрішньої енергетичної безпеки, зменшення викидів парникових газів порівняно з аналогами викопного палива та економічного зростання за рахунок розвитку сільських територій, зростанню зайнятості населення та експортного потенціалу, стверджують С. Гхевала, Б. Дамен та Х. Ши (Gheewala et al., 2013). Дж. Попп, З. Лакнер, М. Харангі-Ракос та М. Фарі зазначають, що ринки біомаси та біопалива глобалізуються, але стикаються з тарифними та нетарифними торговельними бар'єрами, що призводить до низьких торгових потоків на ринках біоенергетики порівняно з ринками викопного палива вважають (Popp et al., 2014). Враховуючи сучасні тенденції та вимоги, що пред'являються конкурентним середовищем, провідні суб'єкти господарювання повинні не тільки виробляти високоякісну продукцію, але й бути екологічно відповідальними як стверджують О. Чайкін, Е. Кіреєва та О. Слободенюк (Chaikin et al., 2018).

Метою дослідження є обґрунтування теоретичних положень кон'юнктури ринку біопалива, розкриття основних учасників ринку біопалива та основних факторів, що впливають на кон'юнктуру ринку біопалива в цілому.

Методи дослідження

Методологічною базою дослідження є загальнонаукові та специфічні методи пізнання економічних явищ, системний підхід до вивчення соціально-економічних систем, пов'язаних з виробництвом та реалізацією біопалива. Для вирішення завдань дослідження використано систему методів, зокрема: абстрактно-логічний (для формування базових принципів, теоретичного узагальнення висновків та аналізу результатів дослідження); логіко-аналітичний, зокрема прийоми аналогії та співставлення, індукції та дедукції, наукової абстракції (для теоретичного

узагальнення та уточнення понятійного апарату).

Результати досліджень та обговорення

В умовах сьогодення одним із напрямів ефективного та комплексного дослідження ринку біоенергетичних видів палива є вивчення та прогнозування його кон'юнктури, яка формується на основі сукупності факторів та презентується кон'юнктурними показниками. У загальному розумінні кон'юнктура являє собою ринкову ситуацію, тобто сукупність обставин, які безпосередньо впливають на результати господарюючих суб'єктів. Необхідність дослідження ринку, зокрема ситуації на ньому зародилася в розвинених країнах та актуалізувалася в умовах інтенсифікації їх економічного зростання. Кон'юнктура – це стан певної економічної системи, який формується в кожний конкретний момент часу під дією об'єктивних і суб'єктивних чинників, завдяки яким створюється певна ринкова ситуація (Kirilov, 2010). Кон'юнктурою ринку називають сукупність конкретних (визначених) умов суспільно-економічного, соціального, політичного характеру, що діють у певний період часу і суттєво впливають на співвідношення попиту й пропозиції в процесі руху товарів зі сфери виробництва у сфери торгівлі та споживання.

Вперше термін або поняття «кон'юнктура ринку» застосував представник німецької школи Ф. Лассаль в 1864 р., який вважав, що це зв'язок, який поєднує в одне ціле всі існуючі невідомі обставини, що оточують людину меркантильного світу. В. Репке стверджував, що кон'юнктура ринку – це співвідношення попиту та пропозиції на певному ринку, співвідношення, яке значною мірою не піддається обчисленню і впливу та постійно змінюється (табл. 1).

Таблиця 1. Наукові підходи до поняття та визначення «кон'юнктури ринку»

Ф. Лассаль	Зв'язок, який поєднує в одне ціле всі існуючі невідомі обставини
1	2
В. Репке	Співвідношення попиту та пропозиції на будь-якому ринку, співвідношення, яке значною мірою не піддається обчисленню і впливу та постійно змінюється.
Е. Шеффле	Сукупність непередбачених та незалежних зовнішніх впливів, яких зазнає діючий суб'єкт в кожний момент.
А. Вагнер	Сукупність технічних, економічних, соціальних і правових умов, які в народному господарстві визначають попит та пропозицію, а в результаті цього і цінність, і, при цьому, визначають їх незалежно від волі та зусиль суб'єкта і незалежно від індивідуальних витрат, які необхідні для певного блага.

Закінчення таблиці 1

1	2
В. Зомбарт	Форма руху економічної дійсності, яка проявляється в зміні стану експансії та занепаду.
С. О. Первушин	Господарська динаміка, процес, зв'язок економічних явищ як процесів, що розвиваються з часом.
Д. І. Косюхін	Процес капіталістичного відтворення в конкретних історичних умовах у всій його сукупності та ринковому прояві.
І. Бшавський	Сукупність умов, у результаті яких формувалася конкретна ринкова ситуація.
С. П. Нікітін	Тимчасовий процес, який утворює оптимальний взаємозв'язок між економічними, політичними, соціальними, культурними та іншими факторами, що впливають на головні складові ринкового середовища.
Н. З. Тульська, В. Д. Гончарова, Ю. Д. Косікова	Сукупність чи поєднання впливу політичних, економічних, правових, організаційних та соціальних факторів.
В. А. Карпов, В. Р. Кучеренко, І. О. Соломенцев	Напрямок та ступінь зміни економічних процесів на основі зіставлення її окремих елементів в динаміці.
В. В. Левицький	Форма прояву факторів, що характеризують стан складових елементів попиту, пропозиції та конкуренції на ринку як в цілому, так і в окремих його сегментах та видах.
В. Г. Бодров, Н. І. Балдич	Сукупність конкретних економічних, соціальних та інших умов, які визначають у певний момент співвідношення попиту і пропозиції.
Л. І. Абалкін	Тимчасова економічна ситуація, що характеризується низкою показників, які відображають стан світового господарства країни, регіону, ринку товарів у певний період. Такими показниками є: динаміка виробництва, рух зовнішньої і внутрішньої торгівлі, товарних запасів, цін, курсів валют і цінних паперів, прибутків, ступінь завантаженості виробничих потужностей, витрати виробництва і обігу, численність безробітних, заробітна плата.
А. Є. Савенко, С. П. Коваль	Сукупність умов, ознак, що характеризують співвідношення попиту і пропозиції.

Джерело: складено на основі (Abalkina, 1999), (Savenko et al., 2009).

Аналізуючи наукові підходи та визначення кон'юнктури ринку, можна стверджувати, що кон'юнктура ринку представляє низку характеристик щодо ситуації на ринку у визначений період часу, які обумовлюють можливості піднесення або спаду господарської активності за окремими галузями або в економічній системі загалом. Слід відмітити, що особлива увага в Україні приділяється розвитку та формуванню ринку біоенергетичних видів палива та його кон'юктурі. Під кон'юктурою ринку біоенергетичних видів палива розуміють сукупність економічних показників і ситуацію, що склалася на ринку відносно попиту, пропозиції, рівня цін на біоенергетичні види

палива та біомасу. Під кон'юктурою ринку біоенергетичних видів палива слід вважати економічну ситуацію, яка склалася на даному ринку і охарактеризовується рівнями попиту та пропозиції, цінами, обсягами продажу біоенергетичних видів палива та біомаси.

Виробництво і розвиток біопалива базується на взаємодії та взаємопов'язаності усіх учасників ринку біопалива, які забезпечують ефективне виробництво продукції (рис. 1). Необхідно зауважити, що ринок біопалива формується на основі попиту та пропозиції на біопаливо. Відмінною рисою ринку біопалива є його стихійність.

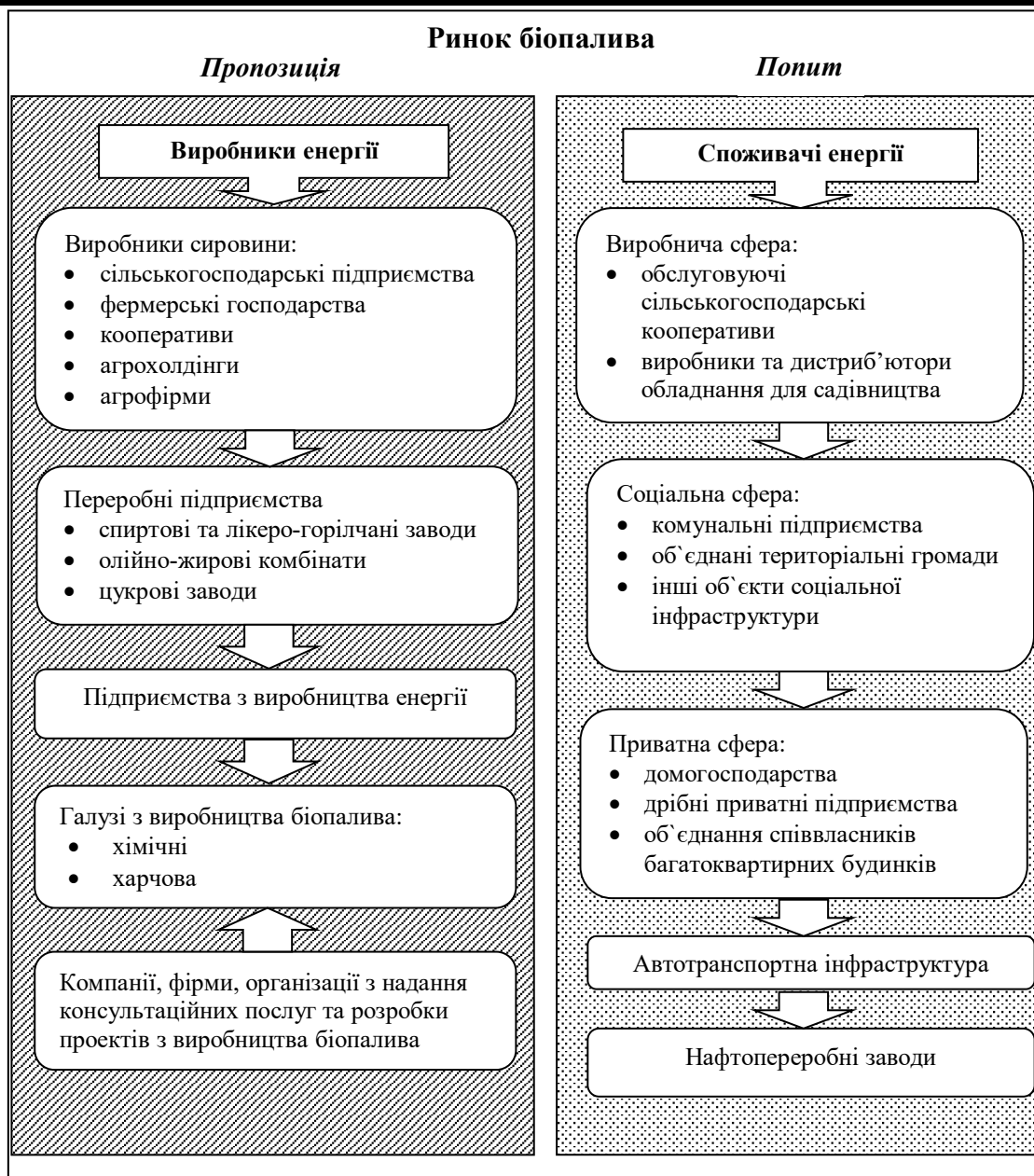


Рис. 1. Схема основних учасників ринку біопалива

Джерело: власна розробка автора.

Ринок біопалива – це регульований галузевий ринок, на якому держава виступає регулятором, а виробники, в свою чергу, задовольняють попит на необхідний вид біопалива. Визначальну роль при функціонуванні вітчизняного ринку біопалива відіграє низка формальних і неформальних інституцій. Системними інститутами регулювання ринку є інститут стандартизації та сертифікації, ліцензування, квотування, оподаткування та інші, що регулюються

відповідними нормативно-правовими актами. Нині виробники сільськогосподарської сировини намагаються збільшити виробництво та врожайність енергетичних культур за рахунок трансферу технологій та активізації роботи із створення покращених селекційних форм посівного матеріалу (генетично модифікованого насіння, яке більш стійке до несприятливих природно-кліматичних умов, шкідників та паразитів).

Сучасна ситуація, яка склалася в паливно-енергетичному комплексі України, супроводжується підвищенням рівня імпортованих енергоносіїв, які за вартісними показниками перевищують видобуток та експорт вітчизняних енергоносіїв, що призводить, у свою чергу, до енергетичної кризи держави. Г. М. Калетнік вважає, що з низки об'єктивних та історичних причин Україна належить до категорії енергодефіцитних держав, тому що споживає майже в чотири рази більше енергії (пропорційно валовому доходу), ніж розвинуті країни світу. В сучасних умовах процес зменшення постачання традиційних енергоресурсів виходить за рамки економічної площини й постає питанням політичного спрямування. Спираючись на світовий та європейський досвід, слід відзначити перспективність і економічну доцільність розвитку й масового впровадження у виробництво біоенергетичних технологій. Актуальними питаннями сьогодення для України стає надійне енергозабезпечення та наявність достатньої кількості енергоносіїв на довготривалу перспективу із поступовим зменшенням традиційних видів палив у структурі енергоспоживання. З огляду на це, основними

завданнями є визначення пріоритетів економічного розвитку при впровадженні сучасних енергоефективних технологій із малим терміном окупності у сфері альтернативної енергетики, а також відкриття й упорядкування в державі біоенергетичного ринку (Kaletnik, 2008).

С. В. Лук'янець вважає, що під час енергетичної кризи створилися реальні умови для розвитку відновлюваних джерел енергії і виробництва біопалива. Водночас основною рушійною силою в розвитку ринку біопалив має бути держава. Передумовою для виробництва в Україні біопалив у комерційних масштабах має стати сформований потужний внутрішній ринок, гарантований обов'язковим використанням сумішесового палива на основі традиційного й біологічного, а також упровадженням державних норм якості продукції, які мають співпадати з нормами ЄС (Luk'yanets, 2012). Необхідно звернути увагу на те, що формування ринкової економіки, як і кон'юнктури ринку біоенергетичних видів палива в цілому, відбувається за рахунок основних факторів кон'юнктури ринку, а саме: пропозиції, ціни та попиту (рис. 2).

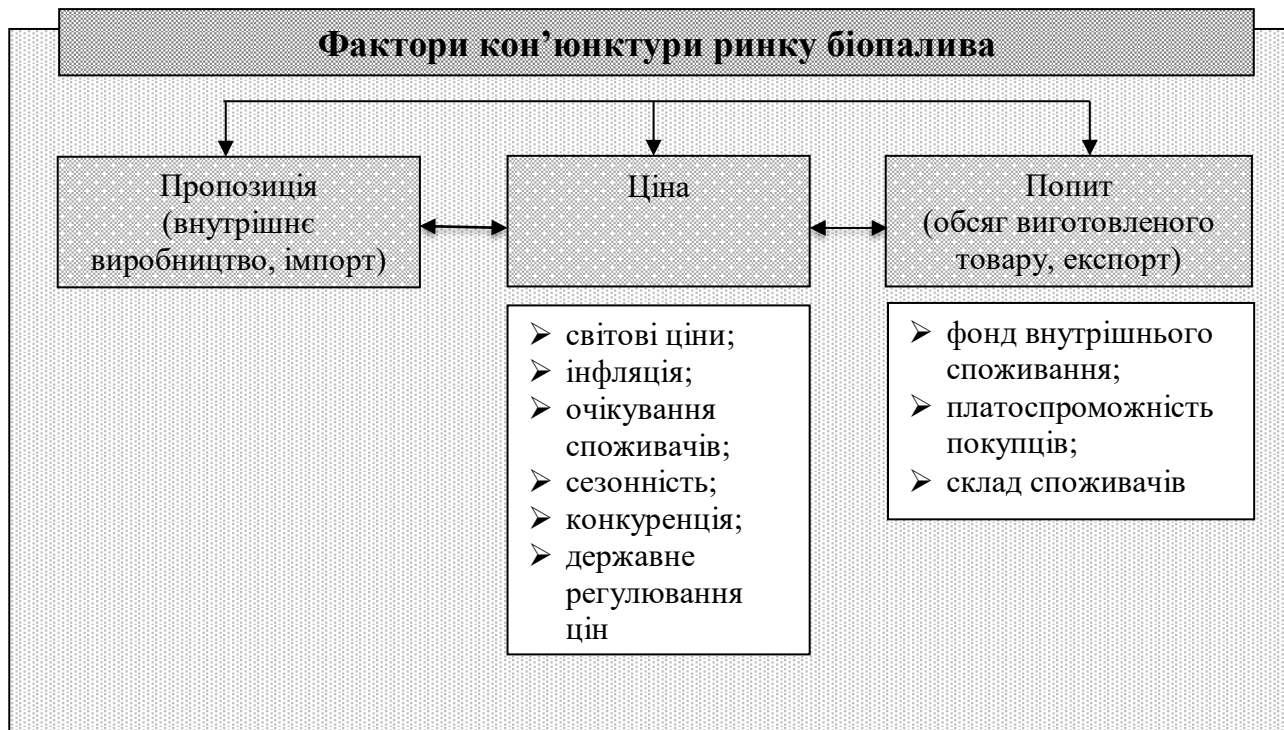


Рис. 2. Основні фактори кон'юнктури ринку біопалива

Джерело: власна розробка автора.

Формування внутрішнього ринку біопалива потребує часу й організаційних зусиль (переоснащення машин і механізмів, розробка стандартів, імплементація обов'язкових або рекомендованих норм споживання). Розвиток біопаливної промисловості в Україні на першому етапі можливий з розрахунком на експорт, зокрема до Європейського Союзу. Це важливо з урахуванням того, що масштабні інвестиції у розвиток біопаливної промисловості, ймовірно, могли б надійти від інвесторів із країн ЄС (Makarchuk, 2008). Для збільшення в Україні власного виробництва моторних палив доцільно організувати адекватну заміну традиційного моторного палива на моторні суміші з різними видами паливних домішок, що сприятиме збільшенню пропозиції на даний вид палива. Пропозиція біоенергетичних видів палива залежить від низки факторів, які впливають на її формування. По-перше, це сировинний потенціал, або біомаса сільськогосподарських енергетичних культур. А. Барвінський вважає, що Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання. Шляхом залучення цього потенціалу до виробництва енергії в перспективі можна задовольнити 13–15 % потреби держави в первинній енергії. Розвиток біоенергетичного сектору в Україні має відбуватися послідовно й обґрунтовано, з урахуванням можливого впливу на національну економіку та довкілля (Barvinskiy et al., 2001).

По-друге, це ресурсний потенціал біомаси. Ресурсний потенціал біомаси для різного регіону різний, що пов'язано з її географічним розміщенням та родючістю ґрунтів. Г. Г. Гелетуха, вважає, що потенціал біомаси поділяють на три види: 1) можливий (теоретичний); 2) технічний; 3) економічний (Geletuha et al., 2006). Під можливим потенціалом слід розуміти загальний максимальний обсяг наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії у фундаментальних біофізичних межах. Коли мова йде про біомасу сільськогосподарських та енергетичних культур та лісів, теоретичний потенціал представляє собою максимальну продуктивність при теоретично оптимальному менеджменті з урахуванням обмежень, що впливають з температури, сонячної радіації та опадів. У випадку відходів та залишків різного виду

теоретичний потенціал дорівнює максимально утвореному обсягу цих відходів та залишків. Технічний потенціал – частка теоретичного потенціалу, доступна за певних техніко-структурних умов та поточних технологічних можливостей. Крім того, беруть до уваги просторові обмеження, викликані конкуренцією між різними користувачами землі, а також деякі екологічні та інші нетехнічні обмеження. Економічний потенціал – частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов. Ми вважаємо, що потенціал біомаси слід поділяти на ресурсно-орієнтовний та на орієнтовно-виробничий. Ресурсно-орієнтовний потенціал дає можливість дослідити сировинну базу біомаси як для енергетичних, так і для неенергетичних потреб та конкурентоспроможність її використання кінцевими споживачами. Орієнтовно-виробничий потенціал – аналіз конкурентних переваг різних видів технологій виробництва енергії з біомаси у порівнянні з іншими відновленими джерелами енергії для задоволення енергетичних потреб як споживачів, так і держави.

Виробничий потенціал, або виробничі потужності, забезпечують максимально річний обсяг виробництва та переробки сировини для випуску готової продукції з визначеною номенклатурою. В даному випадку, це виробничі потужності устаткування та заводів з виробництва біоенергетичних видів палива. На підприємствах з виробництва біоенергетичних видів палива виробнича потужність характеризується кількістю перетвореної або переробленої біомаси на біоенергетичне паливо. Нині розрізняють такі види виробничої потужності: 1) перспективна виробнича потужність – відображає очікувані зміни технології й організації виробництва, номенклатури основної продукції, закладені в перспективних планах підприємства; 2) проєктна виробнича потужність – під час зазначення проєктних норм продуктивності окремих видів обладнання вказується сумарна загальна потужність споруджуваного підприємства або під час реконструкції виробничого об'єкта; 3) діюча (поточна) виробнича потужність підприємства (цеху, лінії, агрегату, машини) – відображає потенційну можливість виробити протягом календарного періоду часу максимальну кількість

продукції згідно з номенклатурним планом, визначається за потужністю провідних виробничих цехів, дільниць, лінії, агрегатів, груп обладнання, машини; 4) вхідна виробнича потужність – потужність на початок планового періоду (квартал, рік); виробнича потужність на виході: вказується потужність на кінець планового періоду; 5) вибуваюча виробнича потужність – вибуваюча з процесу виробництва потужність у плановому періоді; 6) середньорічна виробнича потужність – базис для розрахунку виробничої програми (Slepyan et al., 2017).

Розрахунок виробничої потужності потрібен для техніко-економічного обґрунтування плану виробництва продукції та оцінки його напруженості, виявлення вузьких місць і потреби в додатковому обладнанні, вирішення питання спеціалізації виробництва для підприємства, обґрунтування необхідності розвитку галузевої та міжгалузевої кооперації, розробки заходів щодо усунення внутрішньовиробничих і міжгалузевих диспропорцій (Krasilnikova, 2014). Виробнича потужність розраховується на всіх виробничих ланках підприємства у натуральних одиницях номенклатури продукції. Ефективне використання виробничих потужностей можливе при подоланні спаду виробництва, стабілізації та нарощуванні обсягів виробництва біопалив, які є конкурентоспроможними та користуються попитом на вітчизняному й світовому ринках.

Нарощування виробництва біопалив має відбуватися не стихійно, а відповідно до чітко розробленої комплексної державної програми, яка б враховувала й унеможливлювала потенційні загрози подальшої деградації сільськогосподарських ландшафтів і ґрунтів, створювала систему важелів підвищення привабливості використання біопалив, орієнтувала галузь на прискорення інноваційних процесів. Державні кошти треба направляти, передусім, на науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки, реалізацію пілотних проєктів, налагодження випуску сучасного обладнання й техніки (Prutska, 2010).

За наявності значного виробничого потенціалу та вільних трудових ресурсів постає питання залучення як внутрішніх, так і зовнішніх інвестицій для зменшення рівня безробіття та розвитку біоенергетичної індустрії. Інвестиції є стимулом для зростання обсягів виробництва, покращення якості продукції, модернізації

технічної бази підприємства та підвищення його конкурентоспроможності. Залучення інвестицій можливе при сприятливому інвестиційному клімату держави. С. О. Коваленко, вважає, що інвестиційний клімат – це узагальнена характеристика сукупності соціальних, економічних, організаційних, правових, політичних, соціально-культурних передумов, що зумовлює привабливість і доцільність інвестування в ту або іншу господарську систему (економіки країни, регіону, корпорації) (Kovalenko, 2012). Залучення інвестицій у виробництво біоенергетичних видів палива сприятиме зниженню енергетичної залежності країни, зменшенню навантаження на навколишнє природне середовище, розвитку соціальної сфери за рахунок створення додаткових робочих місць та економічного зростання країни.

Попит та пропозиція на товар формується за допомогою ціни на нього, що робить його конкурентним на ринку. Цінова політика на біопалива залежить від споживачів або споживчого попиту (кількість купленого товару за різних цін), ринкових конкурентів (наявності на ринку товарів-конкурентів та товарів-замінників), впливу торгових посередників, які можуть надавати знижки на товар для збільшення об'єму продаж та відмовити продавцям у зниженні ціни, що може призвести до зменшення отриманої ними націнки на товар та державне регулювання цін (встановлення державних фіксованих цін, граничних рівнів цін, граничних надбавок і коефіцієнтів, демпінгові ціни, несумлінну цінову рекламу тощо). Слід зауважити, що на формування цінової політики на біоенергетичні види палива впливає світова ціна та інфляція. Світова ціна формується під впливом світових цінових тенденцій експортерів та імпортерів альтернативних видів палива, а рух ціни на світовому ринку здійснюється за рахунок відхилень світової ціни від внутрішніх цін різних країн-виробників альтернативних палив. На формування світової ціни на біоенергетичні види палива впливають: ціна на нафту; видобуток нафти та її запаси; політика нафтовидобувних та нафтопереробних компаній; експорт та світове виробництво нафти; темпи розвитку світової економіки; податковий клімат країн-імпортерів та інші. Інфляція призводить до зростання цін на товари та послуги. В економіці розрізняють основні такі види, як інфляція попиту та інфляція

пропозиції. Інфляція попиту – це надлишок сукупного попиту з неможливістю збільшення об'ємів виробництва. Тобто відбувається збільшення платоспроможності попиту на товар у порівнянні з його величиною. Інфляція пропозиції – це зростання ціни на товар при збільшенні витрат виробництва. Витрати виробництва збільшуються за рахунок зростання ціни на сировину, зростання витрат на оплату праці, що призводить до зменшення або до не зростання продуктивності праці та виробництва.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Попит на біоенергетичні види палива з кожним роком зростає, що обумовлено як економічними, екологічними, так і соціальними факторами. Слід відмітити, що динаміка попиту зростає більшою мірою через екологічний аспект більшості країн світу та через енергозалежність країн від імпортованих джерел енергії. Процес формування попиту на біопаливо включає в себе обсяг виготовленого біопалива, який спроможні придбати покупці як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Формування та функціонування внутрішнього ринку біоенергетичних видів палива є актуальним для України, що сприятиме зменшенню енергетичної залежності країни від імпортованих палив і тим самим сприяти розвитку сільських територій.

References

- Abalkin, L. I. (Ed.). (1999). *Ekonomicheskaya entsiklopediya* [The Economic Encyclopedia]. Moskva : Ekonomik [in Russian].
- Barvinskyi, A. & Shumskyi, T. (2001). *Mozhlyvosti vykorystannia biomasy v Ukraini* [Possibilities of using biomass in Ukraine]. *Problemy ekonomii enerhii* : zb. materialiv III Mizhnar. nauk.-prakt. konf (pp. 41–43). Lviv : Lvivska politehnika [in Ukrainian].
- Bernard, F. & Prieur, A. (2007). Biofuel market and carbon modeling to analyse French biofuel policy. *Energy Policy*, 35 (12), 5991–6002. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.005>.
- Chaikin, O., Kirieieva, E. & Slobodeniuk, O. (2018). Environmental Management Certification: Socio-Economic Monitoring. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 40 (3), 297–306. doi: <https://doi.org/10.15544/mts.2018.28>.
- Gheewala, S., Damen, B. & Shi X, (2013). Biofuels: economic, environmental and social benefits and costs for developing countries in Asia. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* (Q1), 4 (6), 497–511. doi: 10.1002/wcc.241.
- Hassan, M. H. & Kalam, M. A. (2013). An Overview of Biofuel as a Renewable Energy Source: Development and Challenges. *Procedia Engineering*, 56, 39–53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.03.087>.
- Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., Matvieiev, Yu. B. & Zhovnir, M. M. (2006). *Vykorystannia mistsevykh vydiv palyva dlia vyrobnytstva enerhii v Ukraini* [Use of local fuels for energy production in Ukraine]. *Promyshlennaya teplotekhnika*, 2, 85–93 [in Ukrainian].
- Kaletnik, H. M. (2008). *Sotsialno-ekonomichne znachennia rozvytku rynku biopalyva v Ukraini* [Socio-economic importance of biofuel market development in Ukraine]. *Ekonomika APK*, 6, 128–132 [in Ukrainian].
- Kovalenko, S. O. (2012). *Investytsiinyi klimat v Ukraini ta napriamy yoho pokrashchennia* [Investment climate in Ukraine and directions for its improvement]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 38, 366–368 [in Ukrainian].
- Krasilnikova, K. Ye. (2014). *Efektivnist vykorystannia vyrobnychkykh potuzhnosti* [Capacity utilization]. *Ekonomika APK*, 10, 115–121 [in Ukrainian].
- Kyrylov, Yu. S. (2010). *Koniunktura svitovoho rynku silskohospodarskoi produktsii : teoriia, metodolohiia, praktyka* [Global Agricultural Market: Theory, Methodology, Practice]. Kharkiv : Oldi-Plyus [in Ukrainian].
- Lukianets, S. V. (2012). *Investytsiina pryvablyvist vyrobnytstva i vykorystannia ponovliuvanykh dzherel enerhii* [Investment attractiveness of production and use of renewable energy sources]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Ser. Ekonomichni nauky*, 2 (64), 1, 55–59 [in Ukrainian].
- Makarchuk, O. H. (2008). *Svitovi ta vitchyzniani tendentsii rozvytku vyrobnytstva biopalnoho* [Global and domestic trends in the development of biofuel production]. *Ekonomika APK*, 7, 152–155 [in Ukrainian].
- Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rakos, M. & Fari, M. (2014). The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews, 32, 559–578. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.056>.

Prutska, O. O. (2010). Derzhavne rehuliuвання rozvytku rynku biopalyva v Ukraini [State regulation of biofuel market development in Ukraine]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, 1 (5), 179–182 [in Ukrainian].

Savenko, A. Ye. & Koval, S. P. (2009). Doslidzhennia rynkovoi koniuktury – vazhlyvyi faktor finansovoi stabilizatsii [Market research is an

important factor in financial stabilization]. *Naukovyi visnyk Akademii munitsypalnoho upravlinnia. Ser. Ekonomika*, 6, 19–26 [in Ukrainian].

Slepian, E. V. & Sotchenko, Yu. K. (2017). Vyrobycha potuzhnist pidpriemstva ta pidvyshchennia efektyvnosti yii vykorystannia [Production capacity of enterprise and increase of efficiency of its use]. *Ekonomichnyi visnyk Zaporizhskoi derzhavnoi inzhenernoi akademii*, 1–1 (07), 120–124 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-23-31

UDC 3.33.339.5

ECOLOGICAL COMPONENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES EXPORT POLICY UNDER CONDITIONS OF EU-UKRAINE ASSOCIATION AGREEMENT**E. Levkovskyy**

e-mail: Evgenyy.Levkovskyy@gmail.com
Zhytomyr National Agroecological University
7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The necessity of increasing the environmental requirements to agri-food products trade with European countries consequently to the critical environmental state is substantiated. It is underlined that the ecological component is a prerequisite for export in accordance with current world and European standards of safety and quality of products. The content of the DCFTA on the common trade policy and strategic issues of fair and open trade, which is consistent with the Sustainable Development Goals, is disclosed. The main elements of trade agreements content, which are related to ecological issues and should be observed by trade partners (like environmental legislation, natural resources trade (timber and fisheries), illegal fauna and flora trade, combating climate change, corporate social responsibility etc.) are determined. It is noted, that, existing in a globalization environment, Ukraine should not ignore the role of agricultural holdings in export of products, since they provide most of the foreign currency into the country. At the same time, it is indicated the predominance of highly specialized production and agricultural resource trade in agroholdings activity. Consequently, ecological measures of agricultural enterprises' activity (including leading agroholdings) as the main subjects of foreign economic activity were analyzed. Both progressive gains in export of agri-food products relating to ecological requirements (based on the example of key players of the world agricultural market) and negative (caused by non-compliance with conditions of DCFTA) were defined. The perspectives on further ecologization of agribusiness, (such as prioritized by the EU Common Agricultural Policy evolution), were generalized.

The purpose of the research paper is justification of the main advantages and practical measures in agricultural enterprises (agroholdings) environmental policy and risks identification for agriculture from non-compliance and violation of environmental management principles under the Ukraine–European Union Association Agreement requirements implementation conditions. The objectives of the study are: identification of both positive and negative features of agriculture economic activities export oriented at EU agribusiness market agribusiness enterprises. The following scientific methods were applied in the research process of: monographic, analytical, statistical, etc.

Key words: agribusiness, agro-holding, environmental security, export, European integration, EU Common Agricultural Policy, trade policy, sustainable development.

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ЕКСПОРТНОЇ ПОЛІТИКИ ПІДПРИЄМСТВ АГРОБІЗНЕСУ В УМОВАХ УГОДИ ПРО АСОЦІАЦІЮ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА ЄС**Є. В. Левківський**

e-mail: Evgenyy.Levkovskyy@gmail.com
Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Обґрунтовано необхідність посилення екологічних вимог у торгівлі агропродовольчою продукцією з європейськими країнами у зв'язку з критичним станом навколишнього природного середовища. Метою наукової статті є аналіз та обґрунтування основних переваг й практичних заходів в екологічній політиці підприємств аграрного бізнесу (агрохолдингів) та виявленні ризиків для сільського господарства від недотримання і порушення екологічних принципів господарювання в умовах

виконання вимог Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС. Завдання дослідження полягають у виявленні як позитивних, так і негативних рис агрогосподарювання експортоорієнтованих на європейський ринок підприємств агробізнесу. У процесі дослідження застосовано такі наукові методи: монографічний, аналітичний, статистичний тощо.

Зазначено, що екологічна складова є обов'язковою умовою експорту відповідно до діючих світових та європейських стандартів безпечності і якості продукції. Розкрито зміст Угоди про ПВЗВТ в частині спільної торговельної політики та стратегічних питань чесної і відкритої торгівлі, що відповідає цілям сталого розвитку. Виділено основні положення змісту торговельних угод, яких мають дотримуватися торговельні партнери і які стосуються екологічних питань, а саме: екологічного законодавства, торгівлі природними ресурсами (деревиною та рибними), незаконної торгівлі видами фауни і флори, боротьби зі змінами клімату, корпоративної соціальної відповідальності тощо. Відмічено, що, перебуваючи в глобалізаційному середовищі, Україна не повинна ігнорувати роль аграрних холдингів в експорті продукції, оскільки на них припадає найбільша частина валютних надходжень в країну. Разом з тим, вказано на переважання в діяльності агрохолдингів вузькоспеціалізованого виробництва і торгівлі переважно сільськогосподарською сировиною. З огляду на це, здійснено аналіз екологічних заходів господарської діяльності підприємств агробізнесу, основних суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, зокрема провідних агрохолдингів. Виявлено як прогресивні здобутки в експорті продукції з урахуванням екологічних вимог (на прикладі ключових гравців світового аграрного ринку), так і негативні як наслідок недотримання Умов угоди про ПВЗВТ. Узагальнено перспективи щодо подальшої екологізації в агробізнесі на кшталт Спільної аграрної політики ЄС, яка прогресує у даному напрямку і постійно реформується.

Ключові слова: агробізнес, агрохолдинг, екологічна безпека, експорт, європейська інтеграція, Спільна аграрна політика ЄС, торговельна політика, сталий розвиток.

Вступ

Однією із вимог європейського законодавства є відповідність Спільної аграрної політики ЄС (САП ЄС) високим екологічним стандартам. Відповідно зовнішньоекономічна діяльність має здійснюватися не лише з метою максимізації прибутку, але й з урахуванням важливості екологічних питань. За певних умов екологічні пріоритети у зовнішньоторговельних відносинах між суб'єктами господарювання можуть сприяти сталому розвитку країни, підвищенню рівня добробуту населення, покращенню стану навколишнього середовища.

Водночас, характерними явищами сучасного стану сільського господарства і системи господарювання стали такі: втрата агробіорізноманіття, тобто недовикористання потенціалу та природно-ресурсних можливостей галузі щодо розширення асортименту агропродовольчої продукції; повільні темпи екологічної модернізації агропромислового виробництва; збільшення обсягів відходів агровиробництва та надмірне до критичних обсягів водоспоживання, особливо у таких галузях, як птахівництво, харчова промисловість, окремих підгалузях рослинництва; значне

застосування мінеральних добрив та ядохімікатів; забруднення ґрунтових і поверхневих вод (річок, озер, морів, океанів); спустошення територій лісових насаджень тощо.

Отже, сільське господарство на відміну від інших галузей, безпосередньо впливає на стан екологічного середовища через діяльність підприємств аграрного бізнесу. Втрата природних характеристик галузі призводить до катастроф не лише локального, але й світового масштабу. Зазначені проблеми завдають значної шкоди навколишньому середовищу та вимагають необхідних заходів з мінімізації ризикованого підприємництва з боку аграрних холдингів та інших підприємств аграрного бізнесу, що значною мірою сприятиме підвищенню ефективності експортної діяльності суб'єктів господарювання на європейському ринку.

В останнє десятиріччя у змісті наукових праць як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників все частіше спостерігається зв'язок між процесом і обсягами виробництва агропродовольчої продукції, масштабами експорту та екологічною безпекою підприємства. Виявляються мотивуючі чинники зовнішньоекономічної діяльності з одночасним аналізом основних гальмівних причин

невідповідності агропродовольчих товарів екологічним нормам і стандартам, що встановлені і діють на європейському і світовому ринках. Сертифікація експортної продукції – процедура відповідності, що підтверджує факт безпечності продукції. Це своєрідна гарантія якості агропродовольчої продукції. Аналіз ситуації стосовно формування механізму здійснення експортних операцій екологічно безпечною продукцією за європейськими нормами, обґрунтування основних засад САП ЄС у процесі еволюції та сучасними реаліями її розвитку здійснюють такі вчені: Т. Зінчук (*Zinchuk, 2008; Zinchuk et al., 2019*), О. Могильний та О. Хомаківська (*Mogilnij et al., 2017*), О. Попова (*Popova, 2013*), Н. Хомюк (*Homjuk, 2019*), В. Шукалович (*Shucalovych, 2019*) та інші. Перспективи розвитку САП ЄС на період до 2025–2030 рр. представлені у науковій праці європейських дослідників (*European, 2016*). Виходячи з орієнтирів сучасної САП ЄС, є можливим формування експортної стратегії вітчизняних аграрних підприємств з урахуванням фактора безпечності і якості агропродовольчої продукції.

Метою дослідження є обґрунтування переваг та практичних заходів в екологічній політиці підприємств аграрного бізнесу, зокрема аграрних холдингів, а також виявлення ризиків від недотримання і порушення екологічних принципів господарювання.

Матеріали та методи

Методами наукових досліджень слугували такі: монографічний (для виокремлення позитивного досвіду діяльності агроструктур у сфері екологічно безпечної організації виробництва продукції), аналітичний (з метою дослідження умов і обґрунтування результатів виконання Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС в сільському господарстві), статистичний (для узагальнення показників експортної діяльності підприємств-суб'єктів ЗЕД). Методичною базою дослідження стали основні положення Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС, Договір про Європейський Союз, концепції та погляди, представлені в аналітичних оглядах науковців і агровиробників з питань екологічної діяльності аграрних підприємств – суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності.

Результати досліджень та обговорення

Внаслідок створення та дії поглибленої і всеосяжної зони вільної торгівлі між Україною та ЄС (ПВЗВТ) суттєво активізувався процес руху сільськогосподарських товарів. В свою чергу, відмічається збільшення обсягів виробництва продукції та зростання ролі вертикально інтегрованих структур аграрного бізнесу в експортно-імпортній діяльності. Найбільшими експортерами та імпортерами сільськогосподарської продукції є країни-члени ЄС, для яких екологічні питання є невід'ємною частиною торговельної політики, що є важливим критерієм формування вітчизняної експортної стратегії в аграрному бізнесі.

Будучи виключним повноваженням ЄС, торговельна політика розглядається не як прерогатива окремих країн-членів, а законодавчо прийнята загальна міждержавна політика. Відповідно тільки ЄС, а не будь-яка окрема держава об'єднання, може укласти міжнародні торговельні угоди. Основні засади європейської торговельної політики закладено в Договорі про функціонування ЄС (Договір), де зазначено, що повноваження ЄС стосуються як торгівлі товарами і послугами, так і комерційних аспектів інтелектуальної власності та прямих іноземних інвестицій. У Статті 207 Договору відмічено, що “Спільна торговельна політика ґрунтується на уніфікованих принципах, зокрема стосовно змін тарифних ставок, укладання тарифних та торговельних угод, пов'язаних із торгівлею товарами та послугами, а також торговельних аспектів інтелектуальної власності, прямих іноземних інвестицій, досягнення уніфікованості заходів лібералізації, експортної політики та заходів для захисту торгівлі, таких як ті, які вживають у випадку демпінгу або субсидування. Спільна торговельна політика здійснюється у контексті принципів та цілей зовнішньої діяльності Союзу” (*Ecologichni, 2019; Consolidovany, 2019*). Цілі європейської торговельної політики спрямовані на досягнення чесної і відкритої торгівлі, відкриття ринків з ключовими партнерськими країнами, дотримання “правил гри”, відповідність принципам сталого розвитку.

У 2015 р. була прийнята стратегія ЄС у сфері торговельної політики: “Торгівля для всіх. У напрямку більш відповідальної торгівлі та

інвестиційної політики”. Стратегічними питаннями, які безпосередньо стосуються охорони навколишнього середовища виокремлено, такі: 1. Забезпечення доступу до енергії та сировини. Положення торговельних угод з третіми країнами повинні дотримуватися поваги до суверенітету кожної держави над її природними ресурсами і не повинні перешкоджати діям з охорони довкілля, включаючи боротьбу зі змінами клімату. 2. Здійснення оцінки впливу на сталість. 3. Договори ЄС вимагають, щоб ЄС сприяв своїм цінностям, включаючи розвиток бідних країн, високі соціальні та екологічні стандарти, повагу до прав людини у світі. 4. Досягнення Цілей сталого розвитку. Важливість потенційного внеску торговельної політики в сталий розвиток була підтверджена у Порядку денному для сталого розвитку 2030 (Trade, 2019).

ЄС та торговельні партнери, відповідно до вписаних спеціальних положень торговельних угод, мають дотримуватися таких вимог:

- виконання міжнародних трудових та екологічних стандартів та угод;
- ефективного використання екологічного і трудового законодавства;
- виконання екологічних і трудових законів для заохочення торгівлі;
- забезпечення сталої торгівлі такими природними ресурсами, як деревина та рибні ресурси;
- боротьба з незаконною торгівлею видами флори та фауни, які знаходяться на межі знищення;
- заохочення торгівлі, яка підтримує боротьбу із кліматичними змінами;
- сприяти практиці корпоративної соціальної відповідальності (Resursno-analitychnyi, 2017).

Отже, з метою забезпечення рівних умов, торгівля для всіх країн-учасниць, ЄС імплементує свою торговельну політику на засадах:

міжнародних екологічних норм, які визначені міжнародними екологічними угодами; дії системи екологічних стандартів, технічного регулювання і оцінки відповідності. Основні зобов'язання щодо дотримання екологічних стандартів встановлені в Угоді про асоціацію між Україною та ЄС, звіт виконання якої є щорічним і представляє собою відповідний рівень адаптації до європейського законодавства. За підсумками 2018 р. загальний рівень виконання Угоди становив 52 %. Водночас, суттєвого прогресу досягнуто у сфері екологізації (табл. 1). У напрямку екологізації відбуваються також і трансформаційні процеси в рамках САП ЄС та впроваджуються найсучасніші заходи (диверсифікація сільськогосподарських культур, фінансова допомога фермерським господарствам, стимулювання несільськогосподарської економічної диверсифікації), (Zinchuk et al., 2019).

До обов'язкових елементів САП ЄС належать екологічно сприятливі, або “зелені платежі”, які зв'язані з виробництвом агропродовольчої продукції. Це спеціальні виплати з бюджету САП ЄС, що були введені з 2015 р. й призначені за виконання умов, які сприяють оптимальному використанню природних ресурсів (диверсифікацію культур, утримання постійних пасовищ, створення екологічних зон тощо), (Popova, 2013).

Такий підхід стимулює основних виробників ЄС (фермерів) до жорсткого дотримання екологічних норм, споживання і експорту на європейський ринок екологічно безпечної продукції.

Водночас, всі вимоги щодо якості та безпечності сільськогосподарської сировини та харчової продукції в країнах-членах ЄС закладено у відповідних Директивах ЄС з обов'язковим посиленням на стандарт. Директиви мають характер прямої дії передбачають суттєву систему штрафних санкцій у разі їх порушення (Zinchuk, 2008).

Таблиця 1. Стан та аналіз виконання Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС з екологічних питань за 2018 р.

Назва розділу угоди	Нормативно-правові акти	Основний зміст та очікувані результати
4.4 Санітарні та фіто-санітарні норми	Закон України “Про безпечність та гігієну кормів”	✓ сприяння розвитку ринку кормів в Україні; ✓ збільшення обсягів виробництва якісних кормів; ✓ зменшення фінансового та адміністративного навантаження на операторів ринку; ✓ підвищення рівня захисту здоров'я тварин.
	Закон України “Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів”	✓ зобов'язання виробників харчових продуктів надавати повну інформацію про свою продукцію; ✓ спрощення та покращення торгівлі з країнами ЄС.
	Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо врегулювання проведення деяких фіто-санітарних процедур”	✓ можливості залучення приватного сектору до надання послуг із фіто-санітарного інспектування та експертизи продукції на кордоні; ✓ вдосконалення окремих фіто-санітарних процедур у відповідності із законодавством ЄС.
	Закон України “Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів”	✓ повний перехід підприємств на систему контролю за безпечністю харчових продуктів HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point).
	Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підвищення заходів стосовно забезпечення простежуваності” (проект)	✓ вимоги щодо простежуваності харчових продуктів, підвищення відповідальності операторів ринку, упорядкування подвійного забою тварин з метою попередження розповсюдження небезпечних хвороб тварин і проведення відбору зразків для державного контролю.
4.13 Навколишнє природне середовище та цивільний захист	Закон України “Про стратегічну екологічну оцінку”	✓ запровадженні механізму стратегічної екологічної оцінки; ✓ порядок здійснення державного моніторингу вод тощо.
	Закон України “Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року”	✓ управління довкіллям та інтеграції екологічної політики до інших галузевих політик.
	Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у частині доступу до екологічної інформації” (проект)	✓ прозорість і доступність екологічної інформації для споживачів продукції.
	Розпорядженням КМУ про схвалення Концепції створення загально-державної автоматизованої системи “Відкрите довкілля (від 7.11.2018 № 825-р.)”	✓ управління екологічною інформацією у сфері охорони довкілля відповідно до європейських стандартів; ✓ дотримання екологічних прав громадян і забезпечення надання вільного доступу до екологічної інформації про стан довкілля тощо.
	Закон України “Про управління відходами” (проект)	✓ зберігання, сортування, вторинне використання відходів різного походження; ✓ правила й норми поведінки з відходами.
4.19 Сільське господарство	Закон України “Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції”	✓ механізми щодо правил ведення органічного виробництва у всіх галузях; ✓ підвищення відповідальності органів сертифікації; ✓ державний контроль за операторами ринку і органами сертифікації; ✓ ведення Переліку органів іноземної сертифікації; ✓ звітність органів сертифікації щодо обсягів органічної продукції; ✓ створення прозорих умов для виробництва та обігу органічних продуктів тощо.
	Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення правової охорони географічних зазначень” (проект)	✓ забезпечення виконання вимог ст. 204-207 Угоди про асоціацію, положень Регламенту ЄС №1151/2012 Європейського Парламенту та Ради від 21 листопада 2012 р. про якість сільськогосподарських продуктів та продуктів харчування.

Джерело: Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом за 2018 р., <https://eu-ua.org/sites/default/files/inline/files/association-agreement-implementation-report-2018.pdf>, сс. 22, 31-32, 37.

Упродовж останніх років ЄС також утримує позиції лідерства у виробництві і експорті органічної продукції. Ринок органічної продукції досягнув рівня 37,3 млрд євро, зростаючи щорічно протягом останніх 17 років на 10% (Shukalovych, 2019).

На основі дослідження основних організаційних засад та методичних підходів до формування фінансової державної підтримки органічного виробництва в країнах-членах ЄС, сучасними вітчизняними вченими відмічається, що відсутність чітких прозорих правил та процедур для органічних операторів та функціонуючих інституцій не дозволяє повноцінно функціонувати органічному секторі в Україні (Khomjuk, 2019). Обсяг експорту сільськогосподарської продукції в країни-члени ЄС у 2018 р. досяг певного рекорду та склав 6,3 млрд дол. США у порівнянні з 5,8 млрд дол. США у 2017 р. При цьому, частка ЄС в загальній структурі експорту вітчизняної аграрної продукції у 2018 р. склала 33,5 % . Основною експортною продукцією стали зернові, олійні, насіння олійних, м'ясо та субпродукти, на які припадає 81% усього експорту (UNIAN, 2019).

Україна в умовах глобалізації не може будувати своє майбутнє без врахування ролі великих інтегрованих структур агрохолдингового типу. Вертикальна інтеграція – процес, який є характерним для будь-якої галузі, і свідчить, що такий тип ведення бізнесу фактично пом'якшує потенційні проблеми, пов'язані з нематеріальними активами (Misund et al., 2016). При цьому, рушіями позитивних наслідків у діяльності вертикально інтегрованих структур історично в процесі їх еволюції виступає держава, уряд та міжнародна конкуренція (Desai et al., 2001). Сучасна структура ринку стає все більш інтегрованою, але технологічний прогрес змушує переглянути їх зміст і посилити екологічну складову (Muhammad Khalil Shahid et al., 2007).

За даними асоціації “Український клуб аграрного бізнесу”, роль агрохолдингів в експорті сільськогосподарської продукції є ключовою, особливо у торгівлі зерновими і олійними культурами. За виключенням сої, обсяги експорту агрохолдингів значно перевищують обсяги виробництва сільськогосподарських підприємств інших організаційних форм. Так, частка агрохолдингів у загальному експорті пшениці становить – 37 %, ячменю – 27 %, кукурудзи – 45

%, сої – 28 %, ріпаку – 41 % (Ukrainskyi, 2019).

Суттєвими мотивуючими чинниками розширення експортних можливостей для великих структур агробізнесу є певні стійкі досягнення у сфері інноваційних технологій, впровадженні сучасних методів контролю якості та безпеки продовольчої продукції, застосуванні нових профілактичних методів боротьби зі шкідниками й хворобами та інші. Так, вертикально інтегрований агропромисловий холдинг “Астарта-Київ”, маючи у своєму арсеналі найновіше обладнання, сучасні елеватори з якісним очисним та сушильним обладнанням і пробовідбірниками, має можливість виконувати вимоги щодо системи безпеки продуктів, дотримуватися нових правил та стандартів якості зерна та іншої як рослинницької, так і тваринницької продукції. Також, за формування експортної стратегії, виходити з сортових особливостей, природно-кліматичних умов, нових методів визначення пестицидів, які завдають негативної дії на якість зернової продукції.

Масштабні зміни у технології збору та транспортуванні цукрового буряку, відродження системи водопостачання та зрошення, біоутилізація відходів у відповідності до європейських стандартів, внесення інвестицій в модернізацію виробничих потужностей дозволили освоїти ринки збуту таких країн, як Азербайджан, Судан, Таджикистан, Шрі-Ланка. Щорічно на екологізацію виробництва лише цукрового буряку витрачається близько 3 млн грн. На підприємстві діє замкнутий цикл виробництва, який включає такі стадії, як вирощування цукрового буряку – переробка продукції – переробка відходів на торф на біоенергетичному комплексі. Присутність на Варшавській фондовій біржі – це для компанії визнання її у якості гравця світового бізнесу (Astarta-Kyiv, 2019).

У 2017 р. підрозділ компанії “Лист-Ручки” перейшов на систему органічного землеробства. Процесом сертифікації охоплено вирощування органічної кукурудзи, гречки, вівса та сої на 1,76 тис га. З 2014 р. АМКУ надав дозвіл агрохолдингу “Астарта” на придбання підприємства “Зерно-Агротрейд”, яке здійснює оптову торгівлю зерном, насінням, кормами для тварин, цукром тощо (Astarta-Kyiv, 2019). Органічне рослинництво – це перспективний напрям

розвитку агрохолдингових компаній та шлях до створення конкурентоспроможної галузі сільськогосподарського виробництва.

Реальний внесок у забезпечення сталого розвитку та світової продовольчої безпеки належить компанії ТОВ СП “Нібулон” як світового лідера у продажах зернових та олійних. Географія експорту представлена більш, ніж 70-а країнами світу. У 2017–2018 маркетинговому році експортовано продукції у 29 країн, серед яких країни-члени ЄС, зокрема: Данія, Іспанія, Німеччина, Нідерланди, Франція та Фінляндія. У структурі експорту на пшеницю припадає 44,7 %, кукурудзу – 38,1 %, ячменю – 10,0 %, ріпаку – 3,5 %, сої – 2,8 %, сорго – 0,9 % (ТОВ СП «NIBULON», 2019). В рамках співпраці з Всесвітньою продовольчою програмою ООН (World Food Program, WFP), високоякісна сільськогосподарська продукція експортується в країни, що розвиваються, а саме, в Бангладеш, Ефіопію, Кенію, Ефіопію, Ємен, Мавританію, Пакистан. Екологічна політика компанії спрямована на запровадження нових технологій з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Обов’язковою вимогою компанії є проходження державної екологічної експертизи з метою заборони реалізації екологічно небезпечних проєктів. На даному підприємстві постійно відбувається екологічні дослідження виробничих процесів для оцінки їх впливу на довкілля та впроваджуються екологічно безпечні технології. Компанія здійснює реалізацію власного екологічного стандарту, демонструє приклад екологічно свідомого бізнесу, популяризує високий рівень соціальної відповідальності. Найвідоміший екологічний проєкт компанії це – підтримка рівня глибин у своїх операційних акваторіях та постійне проведення заходів зариблення. ЄБРР за підсумками 2018 р. відзначив ТОВ СП “Нібулон” бронзовою нагородою у категорії “Екологічні і соціальні інновації” (ТОВ, 2019).

Значні зрушення у напрямку посилення екологічної складової у виробничій та торговельній діяльності характерні й для такого агрохолдингу, як агроіндустріальний холдинг “Миронівський хлібопродукт” (МХП), де розроблено єдину форму ручної внутрішньої звітності з екологічних питань. Зібрані дані детально інформують зацікавлені сторони про відходи, стічні води, викиди в атмосферу як

окремого підприємства, так і агрохолдингу в цілому. Крім того, в документі відображається інформація стосовно витрат на збереження довкілля та призначені для цього споруди. МХП застосовує очисні системи за голанськими технологіями, постійно впроваджує методи екологічного господарювання за досвідом європейських країн. Екологічно орієнтоване виробництво дозволяє нарощувати обсяги експорту: за підсумками 2017 р. МХП експортовано м’яса птиці в кількості 220,98 тис. тонн, у тому числі до ЄС 64 тис. тонн, або 30 % від усього експортного обсягу при зниженні споживання енергії на виробництві 1 кг курятини впродовж останніх 10 років на 50%. МХП в своїй торговельній діяльності дотримується правил угоди та обов’язкової сертифікації продукції за європейськими стандартами. Відповідно до умов ПВЗВТ Україна має право експортувати в ЄС 20 тис. тонн м’яса птиці, у тому числі курячого філе та ще 20 тис. тонн курячих тушок. Продукція МХП експортується виключно у рамках європейського законодавства з відповідним митним кодом (CN code) та за системою кодування продукції ВТІ.

Разом з тим, відомими є факти МХП “обійти” жорсткі обмеження на експорт курятини, а саме курячого філе до ЄС. Ситуація загострилася у зв’язку з експортом на європейський ринок без сплати мита кісток курятини, які у подальшому, в процесі обрізки, реалізовувалися як продукти ЄС у вигляді курячого філе. Крім того, ця продукція експортувалася не лише до ЄС, але і в безмитному режимі на треті ринки, зокрема у Південну Африку. Таким чином, дана компанія намагалася обійти жорсткі обмеження на експорт курятини (філе) в ЄС. Як відомо, птахівництво є найпроблемнішою галуззю сільського господарства стосовно дотримання екологічних вимог господарювання. Збільшення обсягів виробництва продукції призводить до дефіциту водних ресурсів, недотримання стандартів у роботі з тваринами, загострення соціальних проблем на сільських територіях тощо.

Суттєвою перешкодою цивілізованого експорту екологічно безпечної сільськогосподарської продукції є моноспеціалізація аграрних холдингів на виробництві найприбутковіших культур. Така ситуація набуває жорсткої критики з боку вітчизняних вчених. Зокрема, О. Могильним та

О. Ходаківською відмічено, що “суспільство має усвідомлювати, що агрохолдинги, використовуючи індустріальні технології монокультурного виробництва, продукуючи побічні негативні екстерналії, збагачуються шляхом накопичення рентних надприбутки від економії коштів на заходах із відтворення і охорони родючості ґрунтів, збереження природних екосистем і ландшафтів, від використання місцевих ресурсів сільських громад. При цьому, проблемами, які вже є і будуть у майбутніх покоління українців, вони не переймаються” (Mogilnij et al., 2017). З огляду на це, повинна набувати значення диверсифікація виробництва. Так, якщо фірма збільшує диверсифікацію продуктового асортименту, досвід сприяє формуванню можливостей для управління виробничими лініями та стратегіями аутсорсингу (Carlos et al., 2018), тим самим нівелюється негативний вплив на екологію наслідків моноспеціалізації. Теорія та докази свідчать про те, що фірми диверсифікуються за умов, якщо мають такі види ресурсів, які важко замінити і які є особливими для різних галузей, або доповнюють ресурси в інших галузях (Klein et al., 2009). Види ресурсів (наприклад, земельних), які використовуються в сільському господарстві, є особливо цінними і в першу чергу, відчувають екологічну небезпеку з боку аграрних холдингів.

Висновки

Отже, дотримання екологічних принципів у торговельній політиці вертикально інтегрованих структур агробізнесу набуває подальшого розповсюдження. Водночас, екологічні пріоритети повинні постійно враховуватися в інституційних змінах, а недотримання екологічних норм та правил суб'єктами агробізнесу має стати, на кшталт європейської практики, умовою для зняття субсидій, позбавлення бюджетної підтримки, відмови в пільгових кредитах тощо. Екологізація в країнах-членах ЄС є магістральним шляхом реформування САП ЄС, а вимоги до імпорту сільськогосподарської продукції відповідають Угоді про санітарні та фітосанітарні норми СОТ, Директивам ЄС, умовам маркування, сертифікації, документального обліку та іншим нормативам. В усіх європейських країнах дотримуються однакових, діючих в ЄС стандартів, за якими імпортується та реалізується

агропродовольча продукція. Отже, агрохолдинги, результат діяльності яких свідчить про стійку тенденцію до збільшення експорту вітчизняної агропродовольчої продукції, мають бути основними агентами не лише організаційно-виробничих змін, але й, насамперед, екологічних, особливо у процесі виконання Угоди про ПВЗВТ між Україною та ЄС.

References

- Astarta-Kyiv (2019). *Latifundist*. Retrieved from <https://latifundist.com/kompanii/132-astarta-kiev> [in Ukrainian].
- Beskletko A. (2016). Astarta-Kiyev: 10 let publicnosti - put ot rosta k effektivnosti [Astarta-Kiev: 10 years of publicity - the path from growth to efficiency] *Latifundist*. Retrieved from <https://latifundist.com/blog/read/1526-astarta-kiev-10-let-publicnosti--put-ot-rosta-k-effektivnosti-fotoreportazh> [in Russian].
- Carlos, A., Nogueira, L. & Bataglia, W. (2018). How Diversification affects vertical integration through experience in pharmaceuticals. *Journal of technology management & innovation*, 13 (4), 3–12.
- Desai, A. & Mukherji, A. (2001). The evolution of vertically integrated organizations: the role of historical context. *Management Decision*, 39 (3), 233–243. doi: 10.1108/EUM0000000005454.
- European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development and its Policy Department (2016). Research for Agri Committee – CAP Reform post-2020. Challenges in Agriculture : workshop documentation. Brussels : European Union.
- European Union (2015). Trade for all: towards a more responsible trade and investment policy. Retrieved from http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2015/october/tradoc_153846.pdf.
- Khalil Shahid, M., Jie, R. & Shoulian, T. (2007). Vertically integrated market structure of communications industry and future horizontal market structure. In *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1935–1939). Singapore : IEEE.
- Khomiyuk, N. L. (2019). Metodichni pidkhody do formuvannia finansovoi derzhavnoi pidtrymky orhanichnoho vyrobnytstva v YeS [Methodical approaches to forming of state financial policy for

support the organic production in EU]. In Zinchuk, T. O. (Ed.). *Ahrarna polityka Yevropeiskoho Soiuzu: vyklyky ta perspektyvy* (pp. 476–487). Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].

Klein, P. G. & Lien, L. B. (2009). Diversification, industry structure, and firm strategy: An organizational economics perspective. In Nickerson, J. A. & Silverman, B. S. (Eds.). *Economic Institutions of Strategy. Advances in Strategic Management* (vol. 26) (pp. 289–312). Bingley, UK : Emerald, JAI Press.

Misund, B. & McMillan, D. (2016). Vertical integration and value-relevance: Empirical evidence from oil and gas producers. *Cogent Economics & Finance*, 4 (1). doi: <https://doi.org/10.1080/23322039.2016.1264107>.

Mohylnyi, O. & Khodakivska, O. (2017). Vplyv ahrokhodynhy na rozvytok ahrarnoho sektora krainy [Influence of agroholdings on development of state agricultural sector]. *Ekonomika ta derzhava*, 6, 4–9 [in Ukrainian].

Popova, O. L. (2013). Novi priorityty Spilnoi ahrarnoi polityky YeS na 2014-2020 roky: stratehichni oriiientyry dlia rozvytku ahrosfery Ukrainy [The new priorities of CAP EU for 2014-2020: strategic guidelines for Ukrainian agrosphere development]. *Ekonomika APK*, 12, 89–96 [in Ukrainian].

Resursno-analitychnyi tsentr "Suspilstvo i dovkillia" (2017). Ekolohichni pytannia u torhovelnii politytsi YeS ta Ukrainy: shliakh do staloho rozvytku [Environmental issues in EU and Ukrainian trade policy: a path to sustainable development]. Retrieved from <http://www.rac.org.ua/uploads/content/406/files/webenvironmentalissuessocietyandenvironment2017ua.pdf> [in Ukrainian].

Shukalovych, V. F. (2019). Orhanichne vyrobnytstvo yevropeiskoho soiuzu: osnovni trendy ta aktualni instytutysiini transformatsii [Organic production of EU: the main trends and current institutional transformations]. In Zinchuk, T. O. (Ed.). *Ahrarna polityka Yevropeiskoho Soiuzu: vyklyky ta perspektyvy* (pp. 487–494). Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].

TOV SP «NIBULON» (2019). Zovnishnoekonomichna diialnist [Foreign economic activity]. Retrieved from [http://www.nibulon.com/data/pro-](http://www.nibulon.com/data/pro-kompaniyu/napryamki-)

[diialnosti/zovnishnoekonomichna-diialnist.html](http://www.nibulon.com/data/pro-kompaniyu/napryamki-diialnosti/zovnishnoekonomichna-diialnist.html) [in Ukrainian].

Ukrainskyi klub ahrarnoho biznesu (2019). Ahrokhodynhy zabezpechuiut ponad tretynu eksportu osnovnykh s/h kultur [Agro holdings account for over a third of the exports of major agricultural crops]. UCAB. Retrieved from http://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/novosti/agrokhodynghi_zabezpechuyut_ponad_tretynu_eksportu_osnovnykh_sg_kultur [in Ukrainian].

UNIAN (2019). Ukraina v 2018 rotsi vstanovyla rekord z eksportu silhospproduktisii [Ukraine has set a record in 2018 for agricultural exports]. Retrieved from https://www.unian.ua/economics/agro/10416159-ukrajina-v-2018-roci-vstanovila-rekordzeksportusilgospprodukciji.html?_ga=2.36732448.1213109107.1574339838-994570817.1469084145.

Uriadovyi ofis koordynatsii yevropeiskoi ta yevroatlantychnoi intehtatsii (2018). Zvit pro vykonannia Uhody pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu ta Yevropeiskym Soiuzom za 2018 r. [Report on the Implementation of the Association Agreement between Ukraine and the European Union for 2018]. Retrieved from <https://eu-ua.org/sites/default/files/inline/files/association-agreement-implementation-report-2018.pdf> [in Ukrainian].

Yevropeyskyi Soiuz (1992). Konsolidovani versii Dohovoru pro Yevropeyskyi Soiuz ta Dohovoru pro funktsionuvannia Yevropeiskoho Soiuzu [Consolidated versions of the Treaty on European Union and the Treaty on the Functioning of the European Union]. Retrieved from http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU10267.html [in Ukrainian].

Zinchuk, T. O. & Skydan, O. V. (2019). Strukturna modernizatsiia SAP YeS yak vidpovid na vyklyky hlobalizatsii [Structural modernization of CAP EU as the answer on globalization challenges]. In Zinchuk, T. O. (Ed.). *Ahrarna polityka Yevropeiskoho Soiuzu: vyklyky ta perspektyvy* (pp. 113–125). Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].

Zinchuk, T. O. (2008). Yevropeiska intehtatsiia: problemy adaptatsii ahrarnoho sektora [European integration: problems of agricultural sector adoption]. Zhytomyr : DVNZ "Derzhavnyi ahroekolohichniy universytet" [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-32-40

UDC 332.146.2

**STRENGTHENING THE RURAL RESOURCES OF THE RURAL AREAS IN
THE CONDITIONS OF PUBLIC AUTHORITY REFORM****Yu. Popova***e-mail: popovayuliya777@gmail.com*Local Development Agency of Poltava District Local Communities
6, Podlisnyi lane, Novoselivka village, Poltava region, 38702, Ukraine

Today, the issue of strengthening the resource base of rural territories in the context of reforming public power is of particular relevance.

The purpose of the study is to analyze the theoretical bases and practical recommendations on the resource support for rural development in the conditions of decentralization. To achieve this goal, the following tasks were solved: the dynamics of the formation of united territorial communities in Ukraine was analyzed; the structure of state support of communities is characterized; sources of filling the resource base of local budgets of rural territories under decentralization conditions are substantiated. During the study, the following methods were used: analysis and synthesis, theoretical generalization, modeling, as well as graphical and tabular methods.

It is determined that decentralization is a way of moving away from a centralized model of public administration, ensuring the capacity of local self-government and building an effective system of territorial organization of power in Ukraine. In the course of the analysis of formation of united territorial communities in Ukraine, over the last five years, positive dynamics of unification have been established, both by number of inhabitants and by area of communities. The dynamics and structure of state support for local and regional development are characterized. It is proved that rural development depends directly on the amount of available financial and other resources, as well as on the efficiency of their use. The tools and components of strengthening the community resource base have been generalized and a model for enhancing the financial capacity of territorial communities has been proposed. The sources of filling the local budgets of rural territories are substantiated, in particular: own and attracted resources; use of mechanisms of inter-municipal cooperation, public-private partnership; attraction of grants and international technical assistance, etc. The subject of further research is to substantiate the prospects for rural development using strategic planning tools.

Key words: rural area, decentralization, public administration, integrated territorial community, local budget, resource base.

**ЗМІЦНЕННЯ РЕСУРСНОЇ БАЗИ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ
В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ****Ю. М. Попова***e-mail: popovayuliya777@gmail.com*Комунальна установа «Агенція місцевого розвитку територіальних громад Полтавського району»
пров. Підлісний, 6, с. Новоселівка, Полтавська область, 38702, Україна

Нині питання зміцнення ресурсної бази сільських територій в умовах реформування публічної влади набувають особливої актуальності. Метою дослідження є аналіз теоретичних основ та практичних рекомендацій щодо ресурсного забезпечення розвитку сільських територій в умовах децентралізації влади. Для досягнення мети вирішено такі завдання: проаналізовано динаміку формування ОТГ в Україні; охарактеризовано структуру державної підтримки громад; обґрунтовано джерела наповнення ресурсної бази місцевих бюджетів сільських територій в умовах децентралізації. У ході дослідження були використані наступні методи: аналізу й синтезу, теоретичного узагальнення, моделювання, а також графічний і табличний методи.

Визначено, що децентралізація є способом відходу від централізованої моделі державного управління, забезпечення спроможності місцевого самоврядування та побудови ефективної системи територіальної організації влади в Україні. В ході аналізу формування об'єднаних територіальних громад в Україні протягом останніх 5-и років встановлено позитивну динаміку об'єднання як за кількістю мешканців, так і за площею громад. Охарактеризовано динаміку і структуру державної підтримки місцевого та регіонального розвитку. Доведено, що розвиток сільських територій безпосередньо залежить від обсягів наявних фінансових та інших ресурсів, а також від ефективності їх використання. Узагальнено інструменти й складові зміцнення ресурсної бази громад, запропоновано модель підвищення фінансової спроможності територіальних громад. Обґрунтовано джерела наповнення місцевих бюджетів сільських територій, зокрема: власні та залучені ресурси; використання механізмів міжмуніципального співробітництва, публічно-приватного партнерства; залучення грантових коштів і міжнародної технічної допомоги тощо. Об'єктом подальших досліджень є обґрунтування перспектив розвитку сільських територій з використанням інструментарію стратегічного планування.

Ключові слова: сільська територія, децентралізація, публічне управління, об'єднана територіальна громада, місцевий бюджет, ресурсна база.

Вступ

Наразі частка сільських територій України складає близько 90% площі країни; на них проживає третина населення. Разом з тим, саме на сільських територіях погіршується демографічна ситуація, спостерігається руйнування соціальної інфраструктури, відсутність робочих місць. Це призводить до погіршення якості життя сільського населення, його відтік до міст або закордон. Реформа децентралізації, яка триває в Україні, відкриває не лише нові можливості для органів місцевого самоврядування (ОМС), вона покликана створити умови для перегляду існуючої парадигми сільського розвитку та сформувати передумови самозабезпеченості новостворених об'єднаних територіальних громад (ОТГ), ядром яких виступають сільські поселення. Таким чином, питання розвитку сільських територій України є вкрай актуальними.

Проблеми розвитку сільських територій знайшли відображення у наукових доробках Батир Ю., Бібік Н., Шаповал Г., Россохи В., Плотнікової М. Питання ресурсного забезпечення об'єднаних територіальних громад розкрито у роботах Вакаря Т., Мороза І., Штанька О., Борща Г., Вакуленка В., Гринчука Н. та інших. Різноманітні аспекти децентралізації висвітлено у працях Свистун О., Казюк Я., Двігун А., Метеленко Н. Разом з тим, питання ресурсного забезпечення розвитку сільських територій у процесі впровадження реформи децентралізації потребують поглибленого дослідження. У зв'язку з цим, метою дослідження є аналіз теоретичних основ та практичних рекомендацій щодо ресурсного забезпечення розвитку сільських

територій в умовах децентралізації влади. Завданнями дослідження є наступні: здійснити аналіз динаміки формування ОТГ в Україні; охарактеризувати структуру державної підтримки громад; обґрунтувати джерела наповнення ресурсної бази місцевих бюджетів сільських територій в умовах децентралізації.

Матеріали та методи

Інформаційну базу дослідження склали наукові дослідження вітчизняних і зарубіжних фахівців. Статистичною базою слугували дані профільного міністерства, Internet видань тощо. Дослідження побудовано з використанням методів аналізу й синтезу тенденцій формування об'єднаних територіальних громад; законодавчого забезпечення управління регіонального розвитку; групування громад за критерієм чисельності населення, їх площі; методу узагальнення складових зміцнення ресурсної бази сільських територій в умовах децентралізації влади, моделювання. Для візуалізації результатів дослідження використано графічний і табличний методи.

Результати досліджень та обговорення

Розвиток сільських територій є комплексною проблемою та можливий за таких умов: досягнення макроекономічної стабільності та збільшення валового внутрішнього продукту; забезпечення економічного зростання в сільському господарстві; розвитку несільськогосподарської зайнятості в сільській місцевості; досягнення на селі соціально рівних з містом умов отримання доходів та громадських благ; поліпшення доступу для господарюючих

суб'єктів, які ведуть підприємницьку діяльність на селі, до ринків матеріально-технічних, кредитних, інформаційних, інших ресурсів; формування на селі інститутів громадянського суспільства, які б забезпечували захист економічних та соціальних інтересів різних груп сільського населення; зміна парадигми публічного управління територіальним розвитком (Batyr, 2018).

Стратегією сталого розвитку “Україна – 2020” з-поміж першочергових реформ і програм визначено децентралізацію як спосіб відходу від централізованої моделі державного управління, забезпечення спроможності місцевого самоврядування та побудову ефективної системи територіальної організації влади в Україні. Після об'єднання в ОТГ села отримують не лише виборні органи управління, компетентні вирішувати всі місцеві питання, а й кошти з державного бюджету на розвиток, які потрапляють в ОТГ безпосередньо з державного бюджету, а не опосередковано, як було до об'єднання (через бюджет області, тоді району і аж потім у село).

Аналіз зарубіжного досвіду впровадження реформи децентралізації публічної влади свідчить, що в кожній країні спосіб організації децентралізованої влади безпосередньо пов'язаний з її історією, політичною і

управлінською культурою, соціально-економічним потенціалом. Певні відмінності унеможливають розробку та впровадження універсальної моделі децентралізації країн ЄС. Разом з тим, існує деяка подібність у підходах до вирішення проблем. Перш за все, це стосується підвищеної адміністративної ролі регіонального рівня. У федеральних або високорегіоналізованих країнах територіальні суб'єкти федерації (регіонів, земель) тривалий час вирішували питання внутрішнього устрою. У зв'язку з цим, навіть унітарні держави тепер включають регіони зі спеціальним статусом. У деяких випадках це острови (Азорські острови, Корсика, Мадейра), в інших – регіони в усьому уряді територій (Шотландія, Ірландія, Уельс у Великобританії, регіон Іль-де-Франс в Північно-Центральній частині Французької Республіки), (Bibik et al., 2019).

В Україні процеси децентралізації публічної влади перебувають на початкових стадіях. Узагальнення даних Міністерства розвитку громад і територій України свідчать про позитивну динаміку утворення ОТГ протягом останніх 5-и років (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка формування ОТГ в Україні

Індикатор	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	10.08.2019 р.
Кількість ОТГ, од.	159	366	665	806	936
Кількість жителів ОТГ, млн осіб	1,4	3,1	5,6	8,3	10
Площа ОТГ, тис. км ²	36,5	84,2	164,1	193,4	225,1
Кількість територіальних громад, що утворили ОТГ, од.	804	1747	3124	3740	4330
Кількість необ'єднаних територіальних громад, од.	10411	9468	8091	7221	6631

Джерело: побудовано за даними Міністерства розвитку громад та територій України.

Як бачимо, кількість ОТГ протягом 5-и років зросла у 5,7 раза і станом на 10.08.2019 р. становить 936 одиниць. Відповідно, збільшилася кількість мешканців, що проживають в ОТГ з 1,4 млн осіб у 2015 р. до 10 млн осіб у 2019 р. – у 7 разів. Площа, охоплена ОТГ складає 225,1 тис. км² (збільшилася у порівнянні з 2015 р. у 6 разів). Станом на 10.08.2019 р. 55 громад очікують рішення Центральної виборчої комісії (ЦВК) про призначення перших місцевих виборів.

Ефективна реалізація реформи залежить не стільки від обсягу повноважень ОМС, скільки від

наявності в їх розпорядженні матеріальних, фінансових та інших ресурсів, необхідних для виконання покладених на них функцій (Svystun, 2019). Тобто, держава має надавати всебічну підтримку територіальним громадам. Основні форми підтримки розвитку ОТГ визначаються Законом України «Про добровільне об'єднання територіальних громад» (Ст. 9) і полягають в організаційній, методичній, інформаційно-просвітницькій та фінансовій підтримці добровільного об'єднання громад.

Державна підтримка децентралізації включає

такі «джерела» для об'єднаних територіальних громад (ОТГ), як субвенцією на соціально-економічний розвиток, Державний фонд регіонального розвитку (ДФРР), субвенцією на інфраструктуру ОТГ, субвенцією на розвиток

медицини у сільській місцевості, кошти на будівництво футбольних полів (Rossokha et al., 2018). У 2019 р. порівняно з 2014 р. державна підтримка місцевого та регіонального розвитку зросла у 41,5 раза (рис. 1).

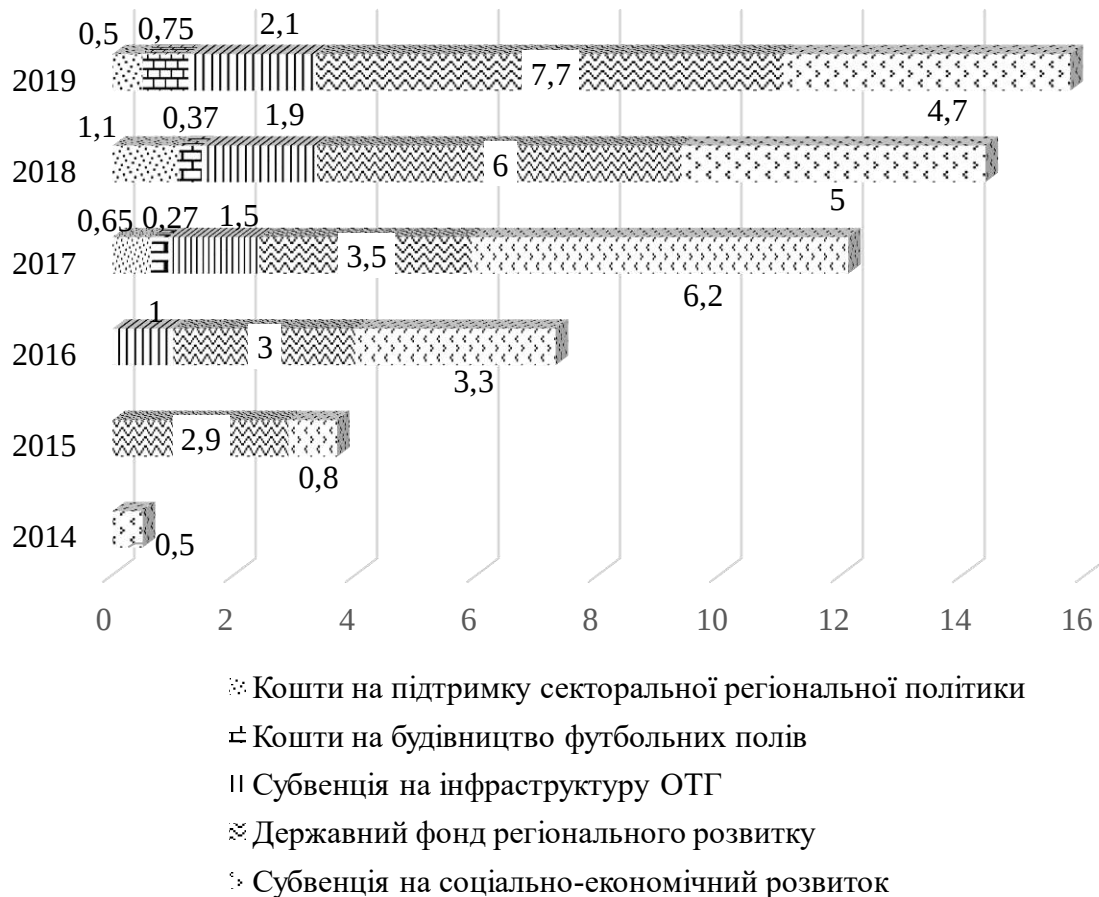


Рис. 1. Державна підтримка органів місцевого самоврядування

Джерело: побудовано за даними (Kaziuk, 2019).

Колектив авторів (Vakar et al., 2019) відмічає перспективну роль такого напрямку розвитку сільських територій, в основу якого закладено унікальні конкурентні переваги територій та місцевих економік. Зазначений підхід до ідеології сільського розвитку автори визначають як політику "внутрішнього розвитку".

Фінансові ресурси є одним із найважливіших видів ресурсного забезпечення ОТГ. Основним джерелом формування бюджетів різних рівнів є розподіл державних податків і зборів та закріплення їхніх конкретних видів за державним та місцевими бюджетами на тривалий час. Це

сприяє забезпеченню самостійності бюджетів, дозволяє суб'єктам місцевого самоврядування без втручання центральних органів влади формувати власну ресурсну базу та складати перспективні плани соціально-економічного розвитку територіальних громад у довгостроковому періоді. Крім того, громади вступають у міжбюджетні відносини та отримують державну допомогу для реалізації своїх зобов'язань. Нині структура міжбюджетних трансфертів наступна: базова дотація (трансферт, що надається з державного бюджету місцевим бюджетам для горизонтального вирівнювання податко-

спроможності територій); субвенції; реверсна дотація (кошти, що передаються з місцевих бюджетів до державного з метою горизонтального вирівнювання податкоспроможності територій); додаткові дотації. Проте загальна державна підтримка сільського господарства (основний вид діяльності на сільських територіях) за допомогою фінансових інструментів в Україні є досить помірною (Batyra, 2018).

Розвиток ОТГ значною мірою залежить від ефективності використання ними всіх земельних ресурсів, цінність яких проявляється у забезпеченні таких базових властивостей: життєзабезпечення як чинник виробництва та у цивільному обігу (Borshch et al., 2017). ОТГ мають доступ до зовнішніх фінансових ресурсів. Зокрема, ОТГ може здійснювати місцеві

запозичення до бюджету ОТГ – як місцеві, так і внутрішні, в т. ч. шляхом отримання кредитів, що надаються міжнародними фінансовими організаціями. Запозичення зараховуються до бюджету розвитку. Ці кошти використовуються для реалізації інвестиційних програм і проєктів, які мають на меті розвиток комунальної інфраструктури громад, впровадження сучасних інформаційних та ресурсозберігаючих технологій тощо (Borshch et al., 2017).

Аналіз наукових досліджень і спеціальних джерел дозволив узагальнити основні складові зміцнення ресурсної бази ОТГ (бюджетну, інвестиційну, грантову, кредитну, співробітництво громад та земельні ресурси), кожна з яких має відповідний набір інструментального забезпечення (рис. 2).

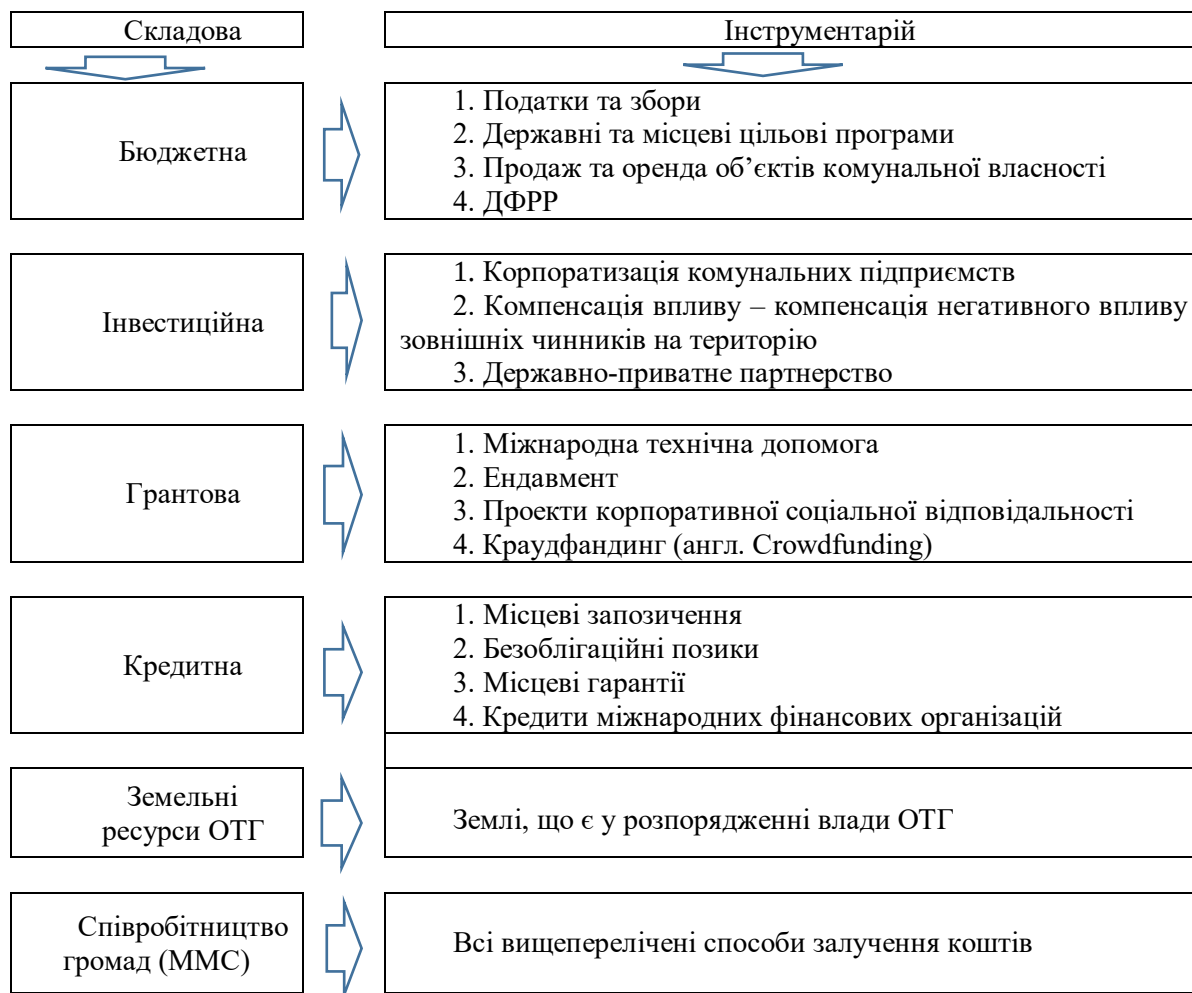


Рис. 2. Інструменти та складові зміцнення ресурсної бази ОТГ в Україні
Джерело: побудовано за даними (Borshch et al., 2017; Dvigun et al., 2017; Batyr, 2018).

Оскільки бюджетна складова фінансового забезпечення ОТГ є вичерпною, громадам слід зосередитися на альтернативних джерелах наповнення бюджету. ОТГ можуть залучати додаткові кошти для розвитку громад за рахунок державного й іноземного фінансування (зокрема, з ЄС, США, Канади, Фінляндії й ін. країн) шляхом розробки і подання проєктів для участі у конкурсних програмах. Успіх у таких конкурсах можливий у разі наявності якісно підготовленої проєктної заявки відповідно до вимог потенційного донора. А для цього у складі виконавчого апарату ОТГ має працювати кваліфікована команда проєктних менеджерів, які б розробляли і супроводжували проєктні заявки від початкового (пошук донора) до кінцевого етапу (реалізація проєктних заходів) інвестиційної діяльності.

Альтернативний варіант – залучення сторонніх експертів для виконання цих зазначених функцій. Яскравим прикладом залучення фінансових та інших ресурсів у громаду є створення Новоселівською ОТГ Полтавського району Комунальної установи «Агенція місцевого розвитку територіальних громад Полтавського району» (далі – Агенція). Фахівці Агенції здійснюють проєктну діяльність (підготовка проєктів для участі у різноманітних конкурсах з метою залучення інвестицій), проводять тренінги (з проєктного менеджменту, залучення громадськості для вирішення місцевих проблем тощо), розробляють Стратегію розвитку Новоселівської ОТГ, здійснюють популяризацію досягнень громади, надають інформаційну та консультативну підтримку комунальним установам, навчальним закладам і мешканцям ОТГ, а також організовують процеси міжмуніципального співробітництва громад Полтавського району.

Необхідно відмітити, що застосування механізму міжмуніципального співробітництва (ММС) в сучасних умовах є важливим для розвитку громад і підвищення їх ресурсної бази. Цей механізм набуває поширення, оскільки дає можливість поєднувати зусилля і ресурси різних громад для розв'язання проблем локального розвитку, які виходять за рамки повноважень і спроможностей окремої ОТГ. ММС може бути реалізоване як на проєктній основі – для реалізації спільного проєкту, що представляє спільний інтерес для громад-партнерів (наприклад,

будівництво спортивного комплексу для мешканців кількох ОТГ), так і мати довгостроковий характер та діяти на регулярній основі (спільне утримання інфраструктурних об'єктів кількох ОТГ, будівництво й утримання доріг тощо). Дані Реєстру договорів про співробітництво громад свідчать, що станом на 10.08.2019 р. 1100 громад по всій Україні уклали 451 договір про міжмуніципальне співробітництво.

Заслугує на увагу такий вид акумулювання коштів як ендавмент (англ. endowment) – пожертва фінансових чи майнових ресурсів певній інституції. Ендавменти можуть формуватися у вигляді цільових фондів, сформованих за рахунок благодійних внесків. Ці кошти використовуються виключно для фінансування організацій та ініціатив у таких сферах як освіта, охорона здоров'я, культура тощо (Borshch et al., 2017).

Важливим інструментом забезпечення розвитку сільських територій є публічно-приватне партнерство (ППП), сутність якого полягає у взаємозв'язку органів публічної влади, представників бізнесу та інститутів громадянського суспільства. Партнерство у формі PPP передбачає спільну участь зазначених суб'єктів у проєктах з метою отримання соціально-економічного ефекту, з одного боку, та перерозподіл між учасниками завдань, відповідальності, ризиків і прибутку, з іншого. Застосування механізму PPP у контексті розвитку сільських територій достатнє широке та фактично охоплює усі можливі сфери діяльності. Найбільш привабливими є такі моделі PPP у сільських територіальних громадах:

- спрямовані на розвиток аграрного виробництва (будівництво зрошувальних систем і систем внесення добрив, відновлення родючості ґрунтів; овоче- та зерносховищ, переробних та складських потужностей; об'єктів транспортної та логістичної інфраструктури; тепличного господарства; плодово-ягідних садів, виноградарств; оптових ринків сільськогосподарської продукції; утворення сільськогосподарських кооперативів);

- зорієнтовані на реалізацію соціально-економічних потреб громади (реконструкцію або будівництво об'єктів соціальної інфраструктури: спортивні майданчики, соціальне житло, реконструкція опалювальної мережі, будівництво

соціального житла та житла для фахівців тощо; покращення якості комунальних послуг: водопостачання та очищення стічних вод, збір та утилізація відходів; покращення якості життя: реконструкція лікарень і закладів освіти тощо), (Guba, 2019).

Поділяємо думку фахівців (Dvigun, 2017) щодо доцільності проведення розрахунків міжбюджетних трансфертів на основі консолідованих бюджетів регіонів, переносючи відповідальність за подальший перерозподіл бюджетних коштів на обласні державні адміністрації. Для цього необхідно посилити фінансову базу місцевого самоврядування шляхом реалізації наступних заходів:

- підвищення зацікавленості ОМС у збільшенні власних доходів, стимулюючи збільшення обсягів виробництва, валової доданої вартості, обсягу інвестицій та рівня доходів ОТГ;
- збільшення частки загального фонду місцевих бюджетів ОТГ у зведеному бюджеті України;
- підвищення рівня самодостатності ОТГ шляхом подальшого вдосконалення податкового законодавства відповідно до напрямів реформування податкової системи, зокрема системи місцевих податків і зборів;
- оптимізація розподілу податків і зборів між державним і місцевими бюджетами, передача окремих джерел доходів місцевим бюджетам;
- перерозподіл доходів між місцевими бюджетами та перегляд доходів, які враховуються і не враховуються при визначенні розміру міжбюджетних трансфертів.

Важливим кроком у вирішенні питання зміцнення ресурсної бази ОТГ є підвищення ефективності управління місцевими бюджетними коштами та посилення контролю й відповідальності за дотриманням бюджетного законодавства, що вимагає: надання місцевим органам влади методичної та консультативної допомоги з питань реформи місцевого бюджету; удосконалення процедури фінансового контролю за дотриманням бюджетних нормам

законодавства його учасниками, забезпечення економічного та ефективного управління бюджетними коштами відповідно до встановлених напрямів їх використання; удосконалення процедури фінансової та адміністративної відповідальності за порушення ОМС вимог бюджетного законодавства; запровадження механізму моніторингу та оцінки ефективності виконання своїх повноважень ОМС, підвищення відповідальності за здійснення цих повноважень; розробка системи моніторингу результатів роботи ОМС у контексті реформування місцевих бюджетів; запровадження системи щорічної рейтингової оцінки результатів роботи ОМС в управлінні бюджетними коштами; удосконалення процедури впровадження внутрішнього фінансового контролю в бюджетних установах тощо.

Враховуючи вищезазначене, пропонуємо модель (рис. 3), яка поєднує напрями та інструменти державного регулювання у сфері ресурсного забезпечення місцевих бюджетів ОТГ і дозволить підвищити її фінансову спроможність. Зазначені в моделі інструменти державного регулювання можуть застосовуватися за окремими напрямами розвитку. Проте їх комплексне застосування створить мультиплікативний ефект, що пришвидшить результати взаємодії і, в результаті рахунку, дозволить зміцнити фінансову спроможність ОТГ, а отже, і якість життя населення.

Основною метою процесу децентралізації є створення нових потужних адміністративних одиниць, на території яких буде забезпечене максимально комфортне проживання для мешканців, шляхом добровільного об'єднання і концентрації усіх можливих ресурсів. При цьому, одним з головних завдань об'єднання територіальних громад є економічна результативність і досягнення мультиплікативного ефекту, коли отримані ресурси посилюють потенціал громади і стимулюють появу додаткових ресурсів, які є резервом для розвитку.



Рис. 3. Модель підвищення фінансової спроможності ОТГ

Джерело: розроблено автором.

Висновки

Результати дослідження свідчать про активну діяльність громад щодо реалізації процесів децентралізації. Житомирська область протягом 3-х років зберігає лідируючі позиції у формуванні ОТГ. Найгірша ситуація зберігається на Вінниччині та Закарпатті. Станом на серпень 2019 р. не залишилося жодного району без ОТГ у Волинській, Житомирській, Запорізькій та Чернігівській областях. Зростають обсяги державної підтримки ОТГ.

Для забезпечення своїх потреб сільські територіальні громади можуть використовувати ресурси, залучені від різних економічних суб'єктів, зокрема: з бюджетів місцевих та центральних органів влади; за рахунок приватного бізнесу; фінансових установ та організацій, неурядових організацій; урядів і приватних донорів з іноземних держав; міжнародних фінансових організацій. У

результаті об'єднання ОТГ мають змогу отримувати значно більші обсяги фінансових ресурсів шляхом переходу бюджету на прямі міжбюджетні взаємовідносини з державним бюджетом. Разом з тим, ОТГ мають активно використовувати сучасні механізми зміцнення своєї ресурсної бази, такі як ММС, ППП, залучення грантових коштів і міжнародної технічної допомоги, краудфандинг, ендавмент, та інші інструменти, які є у розпорядженні громад.

Запропоновані в роботі напрями зміцнення ресурсної бази ОТГ базуються на моделі підвищення фінансової спроможності ОТГ. Дана модель передбачає взаємодію центральних органів державного управління та ОМС за певними напрямами (бюджетне регулювання, податкове адміністрування, розвиток підприємництва, адміністративно-територіальна реформа тощо) з використанням відповідних інструментів (податкове, бюджетне

законодавство, адміністративний вплив, фінансово-кредитні регулятори, просторова організація територій тощо). За умови їх ефективної взаємодії місцеві бюджети ОТГ будуть наповнюватися коштами з різних джерел. Важливим джерелом зовнішніх надходжень до бюджетів громад є гранти – ОТГ можуть брати участь у різноманітних конкурсах. Підвищення результативності у таких конкурсах, і відповідно, шансів залучення додаткових ресурсів можливе за наявності в громаді фахівця з проєктного менеджменту, оскільки проєктна заявка має бути підготовлена на високому рівні.

References

- Batyr, Yu. H. (2018). Derzhavne upravlinnia rozvytkom silskykh terytorii [State management of rural development]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu tsyvilnoho zakhystu Ukrainy*, 2, 328–334 doi: 10.5281/zenodo.1491346 [in Ukrainian].
- Bibik, N. V. & Shapoval, H. M. (2019). Analiz mizhnarodnoho dosvidu rozvytku terytorialnykh hromad ta vyznachennia napriamkiv yoho vprovadzhennia v Ukraini [Analysis of international experience of development of territorial communities and determination of directions of its implementation in Ukraine]. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnologii v promyslovosti*, 2 (8), 5–14. doi: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.8.005> [in Ukrainian].
- Borshch, H. A., Vakulenko, V. M., Hrinchuk, N. M., Dekhtiarenko, Yu. F., Ihnatenko, O. S., Kuibida, V. S. ... Yuzefovich, V. V. (2017). Resursne zabezpechennia obiednanoi terytorialnoi hromady ta yii marketynh [United Territorial Community Resources and Marketing]. Kyiv [in Ukrainian].
- Dvigun, A. & Metelenko, N. (2017). Decentralization of power: financial problems and priority development directions. *StrategIchna panorama*, 2, 74–80.
- Huba, M. I. & Kartashova, O. H. (2019). Rozvytok silskykh terytorii cherez publichno-pryvatne partnerstvo [Rural development through public - private partnership]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, 4. Retrieved from <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1414>. doi: 10.32702/2307-2156-2019.4.21 [in Ukrainian].
- Kaziuk, Ya. (2019). Finansova detsentralizatsiia: eksperty rozpovily pro rezultaty 2018 roku ta perspektyvy 2019 [Financial decentralization: Experts talk about 2018 results and 2019 prospects]. *Detsentralizatsiya*. Retrieved from <https://storage decentralization.gov.ua/uploads/library/file/382/Four pager.pdf> [in Ukrainian].
- Rossokha, V. & Plotnikova, M. (2018). Rozvytok silskykh terytorii Ukrainy v umovakh detsentralizatsii upravlinnia: stan, problemy, perspektyvy [Development of rural territories of Ukraine under conditions of decentralization of management: state, problems, prospects]. *Ekonomichnyi dyskurs: mizhnarodnyi naukovyi zhurnal*, 4, 41–53 [in Ukrainian].
- Svyistun, O. (2019). Koly detsentralizatsiia staie stylem zhyttia [When decentralization becomes a lifestyle]. *Stratehiia rozvytku*, 12, 18–20 [in Ukrainian].
- Vakar, T. V., Moroz, I. O. & Shtanko, O. S. (2019). Rol ta osoblyvosti unikalnykh terytorialnykh aktyviv u formuvanni polityky silskoho rozvytku [The role and features of unique territorial assets in shaping rural development policy]. *Ahrosvit*, 5, 61–66. doi: 10.32702/2306-6792.2019.5.61 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-41-50

UDC 338.43:339.564

RESULTS OF ANALYTICAL REVIEWS OF AGRICULTURAL EXPORT OF UKRAINE**M. Voronych**

e-mail: Mikhail.voronych@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

Staryi Blvd 7, Zhytomyr, 10008 Ukraine

The intensification of the globalization processes and international integration lead to the objective necessity for continuous monitoring of trends in changes in the volume and structure of agricultural exports, as one of the main export items. The purpose of the research is to assess the state and dynamics of foreign trade in the agricultural sector and to substantiate the advantages of the domestic agricultural sector in the world agricultural markets. The following tasks were identified within this research: to investigate the activity of domestic agricultural business entities in the world food markets; to identify comparative advantages of the agricultural sector of Ukraine in the world agricultural markets in the context of the main branches of agricultural production; to assess the main risks of FEA of domestic agricultural business entities. The study used the methods of mathematical statistics, comparison, and theory of risk.

The export specialization of domestic producers of agricultural products was determined and it was established that the largest export ratio is of cereals and legumes, fats and oils of animal or vegetable origin and prepared food. It was found out that there is a trend to decrease the export price of the vast majority of agricultural products. The types of agricultural products which give Ukraine comparative advantages in the world agricultural markets were identified. These include vegetables and root crops, nuts, wheat, corn, soybeans, sunflower seeds, rapeseed, oil, prepared food. The most considerable risks of domestic agricultural business entities arising from their foreign economic activity are related to random fluctuations in the yields of agricultural crops.

It is promising to substantiate directions and mechanisms for solving geo-economic problems of development of the agricultural sector of Ukraine within the scope of maximizing its competitive ability and achieving global goals of sustainable development.

Key words: agricultural sector, foreign trade, exports, comparative advantage, risk.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНОГО ОГЛЯДУ АГРАРНОГО ЕКСПОРТУ УКРАЇНИ**М. М. Воронич**

e-mail: Mikhail.voronych@gmail.com

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Активізація процесів глобалізації та міжнародної інтеграції зумовлює виникнення об'єктивної необхідності у безперервному моніторингу тенденцій зміни обсягів й структури експорту аграрної продукції як однієї із основних статей експорту. Метою дослідження визначено оцінку стану і динаміки зовнішньої торгівлі в аграрній сфері та обґрунтування переваг вітчизняного аграрного сектору на світових аграрних ринках. Для досягнення поставленої мети виділено такі завдання: дослідити активність вітчизняних суб'єктів аграрного бізнесу на світових продовольчих ринках; ідентифікувати порівняльні переваги аграрного сектору України на світових аграрних ринках у розрізі основних галузей аграрного виробництва; оцінити основні ризики ЗЕД вітчизняних суб'єктів агробізнесу. У дослідженні використано методи математичної статистики, порівняння, теорії ризиків.

Визначено експортну спеціалізацію вітчизняних виробників аграрної продукції і встановлено, що найбільша питома вага експорту припадає на зернові та зернобобові культури, жири та олії тваринного або рослинного походження і готові харчові продукти у цілому. Виявлено тенденцію до зменшення експортної ціни переважної більшості видів аграрної продукції. Ідентифіковано види аграрної продукції, за

якими Україна сформувала порівняльні переваги на світових аграрних ринках. До них належать овочі і коренеплоди, горіхи, пшениця, кукурудза, соя, насіння соняшника, ріпак, олія, готові харчові продукти. Найвагоміші ризики вітчизняних суб'єктів агробізнесу, що виникають під час їх зовнішньоекономічної діяльності, пов'язані з випадковими коливаннями рівнів урожайності сільськогосподарських культур.

Перспективним є обґрунтування напрямків і механізмів вирішення геоекономічних проблем розвитку аграрного сектору України у рамках максимізації його конкурентоспроможності та досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

Ключові слова: аграрний сектор, зовнішня торгівля, експорт, порівняльна перевага, ризик.

Вступ

Сучасні економічні трансформації світового геоекономічного простору супроводжуються активізацією процесів глобалізації та міжнародної інтеграції. Конкурентоспроможність та економічна безпека країни залежить від того, наскільки активно та ефективно вона інтегрується у світовий глобальний простір, у т. ч. шляхом поглиблення взаємодії із іншими країнами шляхом встановлення нових і збереження існуючих торговельних відносин. Характерною рисою зовнішньоекономічної діяльності України є те, що понад 35 % вітчизняного експорту припадає на продукти харчування, живі тварини та олії й масла, що є свідченням вагомої ролі аграрного сектору у забезпеченні стійких позицій України у глобальному економічному просторі. Відтак, у контексті пошуку латентних джерел підвищення рівня конкурентоспроможності України та формування стійких конкурентних позицій вітчизняних товаровиробників на світових ринках актуальним є ідентифікація тенденцій зміни обсягів й структури експорту аграрної продукції, як однієї із основних статей експорту.

З огляду на те, що розвиток вітчизняної економіки неможливий без ефективної організації та розвитку торгівлі України з іншими країнами, питання дослідження зовнішньоекономічної діяльності вітчизняних виробників аграрної продукції широко досліджується у науковій літературі. Зокрема, О. Білорус, О. Бородіна, Ю. Кирилов, Ю. Лупенко, О. Попко, М. Сичевський та ін. узагальнили теоретичні та практичні аспекти конкурентоспроможного розвитку аграрного сектору економіки України в умовах глобалізації (Kyrylov, 2015; Lupenko, 2019; Popko, 2019). Проблематику адаптації аграрного сектору до умов євроінтеграції вивчають О. Бородіна, Т. Зінчук, Л. Молдаван, М. Пугачов та ін. (Zinchuk, 2008; Moldavan, 2015; Borodina,

2018). Значна увага до питань формування світових ринків аграрної продукції приділена В. Губенком, С. Квашою, Ю. Лупенком, М. Пугачовим та ін. (Hubenko, 2011; Lupenko et al., 2015). О. Білорус глибоко дослідив тематику геофінансів, які перебувають у нерозривному взаємозв'язку із процесами інтеграції України у глобальний геоекономічний простір (Bilorus et al., 2016).

Однією із характерних рис функціонування сучасних геоекономічних систем є динамічність їх розвитку та високий рівень невизначеності й ризиковості. Зумовлена зазначеним нестабільність обсягу та структури експорту аграрної продукції, виготовленої вітчизняними товаровиробниками, а також високий рівень варіабельності кон'юнктури світових аграрних ринків, зумовлюють об'єктивну необхідність у відслідковуванні й моніторингу трендів у сфері інтеграції вітчизняного аграрного сектору у світовий аграрний ринок.

Матеріали та методи

Метою дослідження визначено оцінити стан і динаміку ЗЕД України в аграрній сфері та обґрунтувати переваги вітчизняного аграрного сектору на світових аграрних ринках. Для досягнення поставленої мети необхідно:

1) дослідити активність вітчизняних суб'єктів аграрного бізнесу на світових продовольчих ринках;

2) ідентифікувати переваги аграрного сектору України на світових аграрних ринках у розрізі основних галузей аграрного виробництва шляхом оцінювання порівняльних переваг вітчизняного аграрного сектору за методологією Б. Баласса:

$$k_{ij} = \frac{E_{ij} / E_i}{E_j^w / E^w},$$

де k_{ij} – порівняльна перевага i -ої країни у розрізі j -го виду продукції; E_{ij} – вартість експорту j -го виду продукції i -ою країною; E_i – загальна вартість експорту i -ої країни; E_j^w – вартість світового експорту j -го виду продукції; E^w – загальна вартість світового експорту;

3) оцінити ризиковість вітчизняного аграрного сектору як елемента світової торгівлі. Для цього необхідно кількісно оцінити рівень ринкових ризиків, які відображають амплітуду коливань основних ринкових показників. В якості показників ризику пропонується використовувати коефіцієнти варіації та семіваріації. Відмінною рисою цих показників є те, що коефіцієнт семіваріації враховує лише несприятливі випадкові коливання індикаторів ефективності функціонування гео економічних систем, тоді як коефіцієнт варіації – як сприятливі, так і несприятливі відхилення. Однак, для показників, які мають певний тренд (тобто тенденцію до збільшення або зменшення з року рік), показник семіваріації застосовувати недоцільно. До таких показників належать рівні урожайності (поступове збільшення середнього рівня урожайності за всіма сільськогосподарськими культурами завдяки НТП), вартісні показники (через дію інфляційного чинника). У цьому випадку пропонується розраховувати коефіцієнт ризику, у якого середнє значення показника буде замінене на розрахункове (трендове). У загальному вигляді коефіцієнт ризику визначатиметься за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{\sum_t \alpha_t (x_t - \tilde{x}_t)^2}{\sum_t \alpha_t - 1}} \cdot \frac{1}{\bar{x}},$$

де x_t – фактичне значення показника в рік t ; $\tilde{x}_t$ – розрахункове значення показника в рік t ; α_t – коефіцієнт, який може набувати значень 0, або 1. Якщо відхилення фактичного та розрахункового значень показника має від'ємне значення, то α_t дорівнює 1, а якщо додатне – то 0:

$$\alpha_t = \begin{cases} \alpha_t = 0, & \text{якщо } x_t - \tilde{x}_t > 0 \\ \alpha_t = 1, & \text{якщо } x_t - \tilde{x}_t < 0 \end{cases}, \quad \bar{x} - \text{середнє значення показника.}$$

Ризиковість аграрного сектору як гео економічної бізнес-системи пропонується оцінювати на базі коливань таких показників:

1) рівень урожайності сільськогосподарських культур, за експортом яких на світовому ринку Україна має порівняльні переваги. Оскільки рівень урожайності впливає на випадкову складову обсягів експорту, ризик коливань урожайності у дослідженні ототожнено із ризиком коливання пропозиції на світових аграрних ринках. Крім того, недостатній рівень урожайності, нижчий за очікуваний, суттєво підвищує ризик невиконання зобов'язань за контрактами;

2) світовий обсяг імпорту на ринках товарних груп, на яких Україна має порівняльні переваги. Цей показник використано як аналог обсягу попиту на світових ринках.

Загалом у дослідженні використано методи математичної статистики, порівняння, теорії ризиків.

Результати досліджень та обговорення

Дослідження ЗЕД вітчизняних суб'єктів агробізнесу передбачає вивчення стану та динаміки обсягів, структури і географії експорту. За більшістю товарних груп у 2013–2017 рр. мало місце суттєве зростання їх питомої ваги у загальній вартості вітчизняного експорту. Передусім, це стосується експорту живих тварин (зростання понад як у 5 разів) та цукру і кондитерських виробів (підвищення частки експорту понад як удвічі). Найбільша питома вага експортованої продукції характерна для зернових культур (майже 17 %), жирів та олій тваринного або рослинного походження (понад 10 %) і готових харчових продуктів у цілому (понад 6 % від загальної вартості експорту). Саме за зазначеними товарними групами доцільно проводити подальший поглиблений аналіз.

Протягом останніх п'яти років спостерігається чітка тенденція до збільшення часток експорту зернових культур (окрім сорго) вітчизняними суб'єктами агробізнесу у загальному світовому експорті (табл. 1). Найбільшими темпами зростання характеризується питома вага експорту пшениці (вдвічі – з 3 % до 6,4 %) і ячменю (збільшення на 80 %). Однак, вартість експорту 1 т основних видів зернових культур за останні п'ять років зменшувалася. Як результат, незначне збільшення обсягів експорту кукурудзи у 2017 р. не змогло пережити загальну тенденцію до зниження його вартості, а збільшення вартості

експортованих пшениці, ячменю та ін. зернових динаміку вартості 1 т експортованої продукції, могло б бути більшим, у разі сталості їх яка як мінімум перекидає негативну дію експортних цін. Оптимальним слід вважати інфляційних процесів.

Таблиця 1. Динаміка показників експорту зернових культур вітчизняними суб'єктами агробізнесу

Товарна група	Значення показника					Відхилення 2017 р. від 2013 р., %
	2013	2014	2015	2016	2017	
Обсяг експортованої продукції, тис. т						
Кукурудза	16729,5	17556,5	19048,7	17275,4	...	3,3*
Пшениця	7762,3	10543,8	13451,8	17921,2	...	130,9*
Ячмінь	2339,5	4165,9	4629,5	4801,7	4855,3	107,5
Сорго	180,4	195,6	153,0	93,2	148,3	-17,8
Гречка, просо, канаркове насіння та інші зернові культури	41,2	47,3	61,2	96,9	77,5	88,1
Вартість експортованої продукції, млн дол. США						
Кукурудза	3833,3	3350,7	3002,5	2653,2	2989,1	-22,0
Пшениця	1891,5	2290,8	2238,2	2717,5	2759,8	45,9
Ячмінь	575,7	841,9	768,5	665,9	710,5	23,4
Сорго	42,5	35,9	23,5	13,4	21,6	-49,1
Гречка, просо, канаркове насіння та інші зернові культури	12,1	11,6	13,5	16,6	14,6	20,7
Питома вага у вартості світового експорту, %						
Кукурудза	6,05	6,21	7,87	7,3	6,88	13,7
Пшениця	2,99	4,25	5,87	7,47	6,35	112,4
Ячмінь	0,91	1,56	2,02	1,83	1,64	80,2
Сорго	0,07	0,07	0,06	0,04	0,05	-28,6
Гречка, просо, канаркове насіння та інші зернові культури	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	50,0
Вартість експорту 1 т продукції, дол. США/т						
Кукурудза	229	191	158	154	...	-32,8*
Пшениця	244	217	166	152	...	-37,7*
Ячмінь	246	202	166	139	146	-40,7
Сорго	236	184	153	144	146	-38,1
Гречка, просо, канаркове насіння та інші зернові культури	294	246	220	172	188	-36,1

Примітка: ... – дані відсутні; *розраховано за період 2013–2016 рр.

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Відносно географії експорту зернових і зернобобових культур слід значити, що за останні 5 років вона зазнала певних змін. Зокрема, значно збільшилися обсяги та питома вага експорту зернових і зернобобових до Сьєра-Леоне (куди до 2016 р. Україна зерно не постачало), Китаю, Бангладешу і Філіппін. До Європейського Союзу Україна у 2017 р. експортувала близько 26 % реалізованих закордоном зернових і зернобобових культур проти 27 % у 2013 р. Основними імпортерами вітчизняного зерна були Іспанія, Нідерланди, Італія, Португалія та Бельгія. Найвагомніше скорочення питомої ваги

експортованих Україною зернових і зернобобових у 2013–2017 р. характерне для торгівлі з Португалією (на 30 %) та Іспанією (на 14 %). До азіатських країн у цілому у 2017 р. з України експортовано 49 % зернових і зернобобових (проти 43 % у 2013 р.), до країн Африки з України 26 % (проти 29 % у 2013 р.), до європейських країн – 27 % (проти 28 % у 2013 р.).

Після зернових і зернобобових культур найбільша частка експортованої Україною продукції рослинництва припадає на насіння і плоди олійних культур (майже 5 % у 2017 р.). Передусім, це стосується сої, обсяги та вартість

експорту якої у 2017 р. порівняно з 2013 р. зросли, відповідно, на 92 та 43 % (табл. 2). Натомість, зменшення попиту на ріпак зумовило скорочення об'ємів його експорту на 9 %, а вартості експортованої продукції – на 26 %. Невідповідність змін обсягу та вартості експортованої продукції свідчить про тенденцію до зниження світової ціни на ріпак та, як наслідок, зменшення обсягів вітчизняного виробництва цієї сільськогосподарської культури. Аналогічно зерновим і зернобобовим у 2017 р. порівняно з

2013 р. мало місце зменшення ціни 1 т всіх видів насіння і плодів олійних культур. Такі зміни стосуються, передусім, насіннєвого матеріалу, насіння льону і соняшника. Відносно ж частки України у світовому експорті зауважимо, то найбільш істотною вона є на ринку сої. За період 2013–2017 рр. питома вага експортованої вітчизняними суб'єктами агробізнесу сої у вартості світового експорту зросла вдвічі і склала 2,4 %.

Таблиця 2. Динаміка показників експорту насіння і плодів олійних культур вітчизняними суб'єктами агробізнесу

Товарна група	Значення показника					Відхилення 2017 р. від 2013 р., %
	2013	2014	2015	2016	2017	
Обсяг експортованої продукції, тис. т						
Ріпак	2346,7	2036,7	1435,0	994,0	2136,7	-9,0
Соя	1492,5	1675,1	2199,0	2735,7	2866,5	92,1
Насіння соняшника	70,2	73,9	47,7	196,6	73,2	4,3
Насіння, плоди та спори	10,0	10,0	14,7	17,8	15,9	58,7
Насіння льону	10,9	22,1	29,5	44,1	56,9	у 5 разів більше
Вартість експортованої продукції, млн дол. США						
Ріпак	1197,2	871,2	570,0	392,5	881,7	-26,4
Соя	742,3	703,1	805,5	985,5	1059,5	42,7
Насіння соняшника	49,0	43,9	20,9	75,5	29,7	-39,3
Насіння, плоди та спори	23,3	20,4	19,4	18,9	15,2	-34,7
Насіння льону	7,1	10,2	12,4	15,3	19,4	173,7
Питома вага у вартості світового експорту, %						
Ріпак	1,9	1,6	1,5	1,1	2,0	7,4
Соя	1,2	1,3	2,1	2,7	2,4	108,5
Насіння соняшника	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	-12,5
Насіння, плоди та спори	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Насіння льону	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	у 4 рази більше
Вартість експорту 1 т продукції, дол. США/т						
Ріпак	510	428	397	395	413	-19,0
Соя	497	420	366	360	370	-25,6
Насіння соняшника	698	594	438	384	406	-41,8
Насіння, плоди та спори	2330	2053	1318	1061	959	-58,8
Насіння льону	648	462	420	347	341	-47,4

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Найкрупнішими імпортерами вітчизняних насіння і плодів олійних культур у 2017 р. були Нідерланди (15,1 %), Турція (14,5 %), Німеччина (10,8 %), Бельгія та Іран (по 9 %). За останні п'ять років кардинальні зміни у географії експорту пов'язані з активізацією торгівлі з Іраном (ще у 2013 р. насіння олійних культур у цю країну практично не експортувалося), збільшення об'ємів експорту до Білорусі (у 24 рази, у т. ч. з метою перепродажу Російській Федерації) та припинення торгівлі з Російською Федерацією, до якої у 2013 р. було експортовано понад 4 %

реалізованого на зовнішніх ринках вітчизняного насіння олійних культур. У цілому у 2017 р. до країн Європи було експортовано 56 % насіння олійних культур (проти 71 % у 2013 р.), а до країн Азії – 36 % (проти 23 % у 2013 р.). Країни-учасники ЄС у 2017 р. імпортували 11 % експортованого Україною насіння олійних, тоді як у 2013 р. цей показник становив лише 5 %.

Товарною групою продукції рослинного походження, питома вага експорту яких за 2013–2017 рр. зросла майже вдвічі, є істотні плоди та горіхи. З табл. 2.15 видно, що за всіма видами

продукції у межах цієї групи вартість експорту зростала. Експортна вартість 1 т горіхів за період 2013–2017 рр. зросла (на 33,5 %), що нехарактерно для жодної з груп товарів. Вартість експорту 1 т фруктів та ягід за зазначений період скоротилася несуттєво порівняно із зерновими, зернобобовими, олійними культурами, а також із продукцією тваринного походження. Що стосується географії експорту, то у 2017 р. основна частка експорту плодів і горіхів спрямовувалася до Польщі (21 % проти 11 % у 2013 р.), Франції (7,6 % проти 10 % у 2013 р.) та Білорусі (6 % проти 2 % у 2013 р.). Суттєво скоротилися поставки плодів та горіхів до Ірану (втричі) та Румунії (вдвічі). Припинено торгівлю з Російської Федерацією, до якої у 2013 р. експортовано 7 % плодів і горіхів.

Найістотніше збільшення обсягів вітчизняного експорту мало місце за групою 01 «Живі тварини». Найбільше з України було транспортовано живих тварин ВРХ (втричі більше порівняно з 2013 р.), (табл. 3). Суттєві темпи зростання також

характерні для вартості експортованих свиней (збільшення з 1 тис. дол. США до 4,6 млн дол. США) та овець і кіз (у 4 рази більше, ніж у 2013 р.). Однак, аналогічно зерновим і зернобобовим, вартість 1 т експортованих живих тварин у 2017 р. зменшилась, що є негативною динамікою, оскільки такий тренд не відповідає потребі у відшкодуванні щорічних додаткових витрат, зумовлених дією інфляційного чинника. Основна частка експорту живих тварин вітчизняного походження припадає на Ливан (31 %, здебільшого ВРХ та вівці й кози) та Йорданію (14 %, передусім, вівці й кози та ВРХ). Відповідний товар Йорданія з України не імпортувала до 2017 р., а Ливан – до 2016 р. Натомість, у 2013 р. основними імпортерами живих тварин з України були Узбекистан (зменшення експорту понад як вдвічі) та Таджикистан (у 2017 р. обсяги зросли вдвічі).

Таблиця 3. Динаміка показників експорту живих тварин вітчизняними суб'єктами агробізнесу

Товарна група	Значення показника					Відхилення 2017 р. від 2013 р, %
	2013	2014	2015	2016	2017	
Обсяг експортованої продукції, т						
ВРХ	3522	7864	13155	16673	26294	646,56
Живі тварини (за виключенням, ВРХ, коней, свиней, кіз, овець та ін.)	119	222	39	211	1211	917,65
Вівці та кози	0	77	65	2726	2948	х
Свині	262	177	232	248	363	38,55
Вартість експортованої продукції, млн дол. США						
ВРХ	10,97	12,72	24,32	26,37	37,79	у 3 рази більше
Живі тварини (за виключенням, ВРХ, коней, свиней, кіз, овець та ін.)	1,14	0,58	0,92	0,73	1,51	32,58
Вівці та кози	0,38	0,49	0,05	0,27	1,56	у 4 рази більше
Свині	0,001	0,20	0,07	3,20	4,57	у 460 разів більше
Вартість експорту 1 т продукції, дол. США/т						
ВРХ	3115	1618	1849	1582	1437	-53,87
Живі тварини (за виключенням, ВРХ, коней, свиней, кіз, овець та ін.)	4370	3294	4000	2956	4182	-4,30
Вівці та кози	3269	2248	1436	1284	1301	-60,20
Свині	...	2623	1154	1174	1550	-40,91*

Примітка: ... – дані відсутні; *розраховано за період 2014–2017 рр.

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Найбільша питома вага експорту жирів та олій, на які у 2017 р. припадало понад 10 % вартості вітчизняного експорту, характерна для соняшникової олії (93 % вартості всіх експортованих жирів та олій). За останні п'ять років за цією товарною групою спостерігається збільшення обсягів експорту на 79 %, вартості

експорту – на 31 % і зниження ціни за 1 т на 27 %. Що стосується частки України у світовому експорті, то вона за 2013–2017 рр. збільшилась майже вдвічі з 5,18 % до 9,92 %. Понад 37 % вітчизняної соняшникової олії експортовано до Індії, яка протягом останніх років залишається основним імпортером цього виду продукції. У

цілому обсяг експорту соняшникової олії до Європи за період 2013–2017 рр. зріс майже у чотири рази, а до країн Азії – на 80 % (насамперед, за рахунок збільшення обсягів експорту до Індії вдвічі).

Наступним етапом аналізу ефективності функціонування аграрного сектору України як цілісної гео економічної системи визначено оцінювання його порівняльних переваг, використовуючи індекс Баласса. Результати відповідного аналізу стануть підґрунтям для розробки цілісної стратегії посилення конкурентних позицій вітчизняного агробізнесу на світовій гео економічній арені. Відповідний

аналіз проведено за групами товарів, які експортує Україна. Погіршення порівняльних переваг за останні 5 років мало місце здебільшого за готовими продуктами харчування (табл. 4). За період 2013–2017 рр. сформовано порівняльні переваги на ринку овочів і коренеплодів. З-поміж видів аграрної продукції, на які припадає незначна частка вітчизняного експорту, переваги створено у сфері: торгівлі горіхами; готовими продуктами із зерна зернових культур, борошна, крохмалю або молока; борошняними кондитерськими виробами, а також за продуктами переробки овочів, плодів або інших частин рослин.

Таблиця 4. Динаміка індексів порівняльних переваг України за основними видами аграрної продукції

Товарна група	Значення показника					Відхилення 2017 р. від 2013 р, %
	2013	2014	2015	2016	2017	
Риби та ракоподібні, молюски та інші безхребетні	0,06	0,09	0,06	0,07	0,09	50,82
Молоко та молочні продукти; яйця птиці; натуральний мед; їстівні продукти тваринного походження, в іншому місці не зазначені	0,06	0,09	0,06	0,07	0,09	50,82
Живі дерева та інші рослини; цибулини, коріння та інші аналогічні частини рослин; зрізані квіти і декоративна зелень	0,03	0,02	0,05	0,08	0,08	162,61
Овочі та деякі їстівні коренеплоди і бульби	0,51	0,68	0,63	0,95	1,29	154,88
Інші горіхи, свіжі або сушені, очищені від шкаралупи або неочищені, з шкіркою або без шкірки	1,43	1,64	2,31	1,93	2,20	54,43
Абрикоси, вишні та черешні, персики (включаючи нектарини), сливи та терен, свіжі	0,21	0,12	0,04	0,06	0,65	204,97
Пшениця	11,47	16,78	24,86	32,59	28,61	149,46
Кукурудза	15,34	19,05	25,06	27,50	25,27	64,74
Соя	3,85	4,17	6,80	8,19	7,37	91,41
Ріпак	28,40	27,42	27,04	18,60	31,28	10,13
Насіння соняшника	3,46	4,47	2,92	9,72	3,31	-4,40
Соняшникова олія	298,03	350,35	430,67	437,23	404,22	35,63
Готові харчові продукти з м'яса, риби або ракоподібних, молюсків або інших водяних безхребетних	0,35	0,23	0,12	0,14	0,13	-63,48
Готові продукти із зерна зернових культур, борошна, крохмалю або молока; борошняні кондитерські вироби	1,89	2,00	1,81	1,40	1,68	-11,29
Продукти переробки овочів, плодів або інших частин рослин	1,97	1,69	1,35	1,04	1,15	-41,65
Залишки і відходи харчової промисловості; готові корми для тварин	3,41	4,70	5,98	6,26	6,04	77,23

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Наразі в Україні надзвичайно гостро стоїть проблема необхідності відновлення вітчизняного скотарства, зниження залежності від імпортованого м'яса та продуктів з нього, а також нарощення експорту продукції тваринництва. Зважаючи на це, порівняльні переваги за такими групами товарів, як живі тварини і м'ясо та їстівні субпродукти оцінено для: 1) України; 2) країн із близькими до України обсягами експорту продукції; 3) країн-лідерів за обсягами експорту. З даних табл. 5 видно, що за живими тваринами

Україна не має порівняльної переваги (коефіцієнт менший 1). Це зумовлено невеликими обсягами експорту цього виду аграрної продукції по відношенню до загального обсягу експортованої продукції. Натомість, за групою товару 02 – М'ясо й їстівні субпродукти – Україна у 2017 р. мала порівняльну перевагу. Слід відзначити, що більшість країн, у яких індекс Баласса менший за вітчизняний рівень, експортують м'ясо та субпродукти в обсягах значно більших, ніж вітчизняні суб'єкти агробізнесу.

Таблиця 5. Динаміка індексів порівняльних переваг у країнах світу за живими тваринами і за продукцією тваринного походження

Товарна група	Значення показника					
	2013	2014	2015	2016	2017	
01 – Живі тварини						
Грузія	17,83	13,92	14,18	16,90	12,75	-28,52
Латвія	5,87	4,90	4,46	5,61	5,87	0,08
Румунія	5,20	4,64	4,55	4,91	5,37	3,12
Франція	3,52	3,30	3,49	3,32	3,51	-0,27
Угорщина	3,41	2,70	2,63	2,73	2,57	-24,71
Болгарія	0,69	0,50	0,79	1,27	1,82	162,93
Литва	1,14	1,16	1,38	1,50	1,49	30,38
Німеччина	1,15	1,04	1,01	0,92	0,91	-20,85
Австрія	0,93	0,88	0,87	0,83	0,89	-4,62
Україна	0,17	0,21	0,52	0,64	0,84	395,14
Аргентина	0,19	0,26	0,27	0,44	0,46	135,30
Польща	0,96	0,74	0,65	0,58	0,40	-58,33
Грузія	17,83	13,92	14,18	16,90	12,75	-28,52
02 – М'ясо та істівні субпродукти						
Аргентина	3,79	3,86	3,48	3,55	4,45	17,39
Польща	3,32	2,94	3,14	3,06	3,25	-1,86
Україна	0,84	1,02	1,43	1,50	1,73	106,72
Угорщина	1,81	1,65	1,53	1,53	1,37	-24,39
Литва	1,39	1,35	1,40	1,26	1,16	-17,08
Австрія	1,33	1,23	1,13	1,11	1,10	-17,01
Болгарія	0,97	0,98	0,94	1,05	0,96	-1,06
Франція	1,21	1,06	1,01	0,95	0,93	-23,07
Латвія	1,10	0,89	0,79	0,80	0,88	-19,44
Німеччина	1,09	0,96	0,88	0,89	0,88	-19,47
Італія	0,72	0,69	0,71	0,71	0,69	-4,47
Румунія	0,70	0,58	0,65	0,58	0,64	-8,91

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Заключним етапом аналізу стану вітчизняного аграрного сектору як елемента світової торгівлі є оцінка його ризиковості. Найвагомійші ризики характерні для ризиків, пов'язаних з випадковими коливаннями рівня

урожайності сільськогосподарських культур (табл. 6). Особливо це стосується плодів та ягід, пшениці й ріпаку. Слід відмітити, що саме за виробничим ризиком більшості сільськогосподарських культур (окрім сої)

спостерігається перевищення значення – очікуваного – рівня) за більшістю коефіцієнта семіваріації відносно коефіцієнта сільськогосподарських культур істотніші за варіації. Наведене означає, що коливання у усереднених коливань одночасно і у бік несприятливий для виробників бік (тобто у бік збільшення, і у бік зменшення зменшення урожайності відносно тенденційного

Таблиця 6. Рівень ризиковості функціонування аграрного сектору України як гео економічної системи

Група товару/с.- г. культура	Коефіцієнти ризиків	
	коефіцієнт варіації	коефіцієнт ризику/коефіцієнт семіваріації
<i>Ризик непередбачуваних коливань рівня урожайності (ризик пропозиції)</i>		
Пшениця	11,54	14,15
Кукурудза	11,86	12,26
Соняшник	8,17	9,00
Соя	10,09	9,99
Ріпак	9,27	14,09
Плоди та ягоди	17,38	18,88
Овочі	3,92	4,84
<i>Ризик непередбачуваних коливань обсягу імпорту (ризик попиту)</i>		
Пшениця	11,54	14,15
Кукурудза	11,86	12,26
Насіння соняшника	8,17	9,00
Соя	10,09	9,99
Ріпак	9,27	14,09
Плоди та ягоди	17,38	18,88
Овочі	3,92	4,84
Готові продукти із зерна зернових культур, борошна, крохмалю або молока; борошняні кондитерські вироби	11,54	14,15
Продукти переробки овочів, плодів або інших частин рослин	11,86	12,26
Залишки і відходи харчової промисловості; готові корми для тварин	8,17	9,00
М'ясо та їстівні субпродукти	10,09	9,99

Джерело: розроблено за даними Державної служби статистики України.

Протилежною є ситуація з рівнем ризику коливання обсягів імпорту (тобто ризику коливання попиту на аграрну продукцію). Встановлено, що лише за овочами спостерігається незначне перевищення коефіцієнта семіваріації. За іншими групами товарів високий рівень ризику сприятливого для експортера непередбачуваного коливання попиту. Передусім, наведене характерне для ринку насіння соняшника, пшениці та насіння ріпаку.

Висновки

Узагальнюючи результати дослідження стану та динаміки основних показників експорту вітчизняних суб'єктів агробізнесу, можна виділити такі його особливості:

1. Практично за всіма експортними позиціями в Україні має місце зростання як

обсягів, так і вартості експорту. Найбільша частка вартості експортованої аграрної продукції припадає на зернові і зернобобові культури (зокрема, на кукурудзу, пшеницю та ячмінь) і на жири та олії тваринного або рослинного походження (зокрема, соняшникову олію). Найістотніші темпи зростання обсягів і вартості експорту характерні для торгівлі живими тваринами, горіхами і плодами, а також м'ясом та їстівними субпродуктами;

2. За переважною більшістю експортних позицій за період 2013–2017 рр. мало місце зменшення вартості експорту 1 т продукції. Основною причиною наведеного стало зниження вартості нафти та, як наслідок, «обвал» сировинних ринків (передусім, ринку зерна). Найменше такі зміни вплинули на ринок горіхів та плодів. Водночас, той факт, що вітчизняні суб'єкти агробізнесу продовжують нарощувати

експорті потужності, дає підстави стверджувати, що у них є запас міцності, який забезпечує достатній рівень рентабельності, незважаючи на зниження світових цін. Географія експорту аграрної продукції за останні 5 років зазнала суттєвих змін. Зокрема має місце вагоме збільшення обсягів експорту до країн Азії (передусім, Китаю). Повністю припинено торгівельні відносини з Російською Федерацією. Що стосується країн-учасників ЄС, то останніми роками активізувалась торгівля з Нідерландами.

4. Україна має порівняльні переваги на світових аграрних ринках за такими експортними позиціями як горіхи, готові продукти із зерна зернових культур, борошна, крохмалю або молока, борошняні кондитерські вироби, а також продукти переробки овочів, плоди або інші частини рослини. Найвагоміші ризики у ЗЕД вітчизняних суб'єктів агробізнесу пов'язані із випадковими коливаннями рівнів урожайності сільськогосподарських культур.

5. У подальших дослідженнях перспективним вбачається обґрунтування напрямків та механізмів вирішення гео економічних проблем розвитку аграрного сектору України у рамках максимізації його конкурентоспроможності та досягнення глобальних цілей сталого розвитку. Зокрема, необхідно розробити методіку оптимізації зовнішньої економічної діяльності України у сфері торгівлі аграрною продукцією, яку у подальшому слід покласти в основу процесу формування конкурентних переваг вітчизняних суб'єктів агробізнесу на світових ринках аграрної продукції.

Reference

- Bilorus, O. H., Vlasov, V. I. & Piatachenko, H. O. (2016). Hlobalna konverhentsiia rynkiv ta reeksportni heofinansy svitovoho APK [Global convergence of markets and re-export geo-finance of the world agro-industrial complex]. *Finansy Ukrainy*, 8, 24–37 [in Ukrainian].
- Borodina, O. M. (Ed.). (2018). Implementatsiia yevropeiskyykh zasad silskoho rozvytku v Ukraini [Implementation of European rural development principles in Ukraine]. Kyiv : Instytut ekonomiky ta prohnozuvannia NAN Ukrainy [in Ukrainian].
- Hinloopen, J. & Marrewijk, C. (2001). On the Empirical Distribution of the Balassa Index. *Weltwirtschaftliches Archiv.*, 137 (1), 1–35.
- Hubenko, V. I. (2011). Stan ta mozhlyvosti rozvytku vyrobnytstva i eksportu produktsii APK v umovakh hlobalizatsii i prodovolchoi kryzy. [The state and possibilities of development of production and export of agricultural products in the conditions of globalization and food crisis]. *Formuvannia rynkovoi ekonomiky*, special issue (1), 131–138 [in Ukrainian].
- Kyrylov, Yu. Ye. (2015). Kontseptualni zasady konkurentospromozhnoho rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky Ukrainy v umovakh hlobalizatsii [Conceptual bases of competitive development of agrarian sector of economy of Ukraine in the conditions of globalization]. Kherson : Oldi-plus [in Ukrainian].
- Lupenko, Yu. O. (Ed.). (2015). Formuvannia hlobalnoho i rehionalnoho rynkiv silskohospodarskoi syrovyny ta prodovolstva [Formation of global and regional markets for agricultural raw materials and food]. Kyiv : NNTs „IAE” [in Ukrainian].
- Lupenko, Yu. O. & Patyka, N. I. (2019). Rol innovatsii u zabezpechenni konkurentospromozhnosti Ukrainy na svitovykh rynkakh silskohospodarskoi produktsii [Ukraine's Agrarian Policy: Origins, Current State, and New Opportunities in the Context of Institutionalism and the Challenges of Globalization]. *Ahrosvit*, 11, 16–23. doi: 10.32702/2306-6792.2019.11.16 [in Ukrainian].
- Moldavan, L. V. (2015). Implementatsiia stratehii konkurentospromozhnosti ahrarnoho vyrobnytstva v umovakh yevrointegratsiinykh protsesiv [Implementation of strategies for competitiveness of agricultural production in the context of European integration processes]. *Teoretychni ta prykladni pytannia ekonomiky*, 1 (30), 124–133 [in Ukrainian].
- Popko, O. V. (2019). Vazhlyvist hlobalnoi prodovolchoi problemy dlia Ukrainy [The importance of the global food problem for Ukraine]. *Visnyk ZhDTU*, 2 (88), 46–51. doi: [https://doi.org/10.26642/jen-2019-2\(88\)-52-58](https://doi.org/10.26642/jen-2019-2(88)-52-58) [in Ukrainian].
- Sychevskiy, M. P. (2019). Hlobalna prodovolcha bezpeka ta mistse Ukrainy v yii dosiagnenni [Global food security and Ukraine's place in achieving it]. *Ekonomika APK*, 1, 6. doi: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201901006> [in Ukrainian].
- Zinchuk, T. O. (2008). Yevropeiska intehtatsiia: problemy adaptatsii ahrarnoho sektora ekonomiky [European integration: problems of adaptation of the agrarian sector of the economy]. Zhytomyr : DVNZ “Derzhavnyi ahroekolohichnyi universytet” [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-51-60

UDC [634.23:551.58](477.7)

REGRESSION ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE CHERRY YIELD FROM HYDROTHERMAL FACTORS IN THE CONDITIONS OF MULTICOLLINEARITY**V. Malkina, I. Ivanova, M. Serdiuk, I. Kryvonos, E. Bilous**

e-mail: irynaivanova2017@masl.com

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

18, B. Khmelnytsky Ave, Melitopol, Zaporizhzhia obl., 72312, Ukraine

In the conditions of the Southern Steppe zone of Ukraine the influence of weather factors of the region on the formation of cherry yield within the limits of 2007–2019 years of researches is revealed. The correlation analysis allowed us to identify ten weather factors that have a notable (significant) and strong, both direct and inverse linear correlation with cherry yield ($r = 0.68... -0.86$).

The model describing the influence of hydrothermal factors on cherry yield is proposed. Multicollinearity effects were detected when analyzing data using paired correlation coefficients and VIF. In this case, using the least squares method to construct and analyze the regression model is inefficient. A regression model based on the LASSO method is proposed. The LASSO method allows reliable estimation of regression parameters. On the basis of the constructed model the factors influencing the cherry yield index are analyzed and it is shown that the most significant factor is the average monthly rainfall for August, mm, then the factor is the absolute minimum relative humidity in May, %, the amount of rainfall during the flowering period, mm, the amount of the effective flowering temperatures, °C, the difference between average maximum and minimum flowering temperatures, °C, the total number of days with precipitation during flowering period, day, the average of maximum air temperatures during flowering period, the amount of active temperatures during flowering period, °C, the amount of active temperatures during the growing season (before the fruit ripening phase), °C, the hydrothermal coefficient (HTC) during flowering period. The indices of the share of influence of each factor on the total variance of the cherry yield index are determined. The share of influence of the factor is $x_1 - 9.90\%$, factor $x_2 - 5.56\%$, factor $x_3 - 1.95\%$, factor $x_4 - 8.22\%$, factor $x_5 - 14.83\%$, factor $x_6 - 10.12\%$, factor $x_7 - 12.12\%$, factor $x_8 - 3.81\%$, factor $x_9 - 27.96\%$, factor $x_{10} - 5.54\%$.

Key words: cherry yield, weather factors, regression analysis, multicollinearity, LASSO method.

РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ УРОЖАЙНОСТІ ВИШНІ ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ**В. М. Малкіна, І. Є. Іванова, М. Є. Сердюк, І. А. Кривонос, Е. С. Білоус**

e-mail: irynaivanova2017@masl.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна

В умовах Південного Степу України виявлено вплив погодних факторів регіону на формування показників врожайності вишні в межах 2007–2019 років досліджень. Проведення кореляційного аналізу дозволило визначити десять погодних факторів, що мають помітний (значний) та сильний як прямий, так і обернений лінійний кореляційний зв'язки з урожайністю вишні ($r = 0,68...0,86$).

Запропоновано модель, яка описує вплив гідротермічних факторів на врожайність вишні. При аналізі даних з допомогою парних коефіцієнтів кореляції і показника VIF був виявлений ефект мультиколінеарності. У цьому випадку використовувати метод найменших квадратів для побудови і аналізу регресійної моделі є неефективним. Запропонована регресійна модель, яка побудована на основі методу LASSO. Метод LASSO дозволяє побудувати достовірні оцінки параметрів регресії. На основі побудованої моделі проаналізовано чинники, що впливають на показник врожайності вишні і показано, що найбільш значущими є такі фактори: середньомісячна сума опадів за серпень, мм; абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %; сума опадів у період цвітіння, мм; сума ефективних температур у період цвітіння, °C; різниця між середньою максимальною та

мінімальною температурою повітря в період цвітіння, °C; загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба; середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння; сума активних температур в період цвітіння, °C; сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів), °C; гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння. Визначено показники частки впливу кожного фактора на загальну дисперсію показника врожайності вишні. Доля впливу фактору складає $x_1 - 9,90\%$, фактору $x_2 - 5,56\%$, фактору $x_3 - 1,95\%$, фактору $x_4 - 8,22\%$, фактору $x_5 - 14,83\%$, фактору $x_6 - 10,12\%$, фактору $x_7 - 12,12\%$, фактору $x_8 - 3,81\%$, фактору $x_9 - 27,96\%$, фактору $x_{10} - 5,54\%$.

Ключові слова: врожайність вишні, погодні фактори, регресійний аналіз, мультиколінеарність, метод LASSO.

Вступ

Вишня – одна з найбільш популярних культур у населення, завдяки своїй скоростиглості та невибагливості до умов навколишнього середовища. Найморозостійкіша кісточкова плодова порода, що за зазначеним показником поступається тільки яблуні. Культура не вимоглива до ґрунтових умов і тому набула поширення по всій території України (Bublyk, 2005; Vasylyshyna, 2019).

Найбільші площі вишневих садів у Донецькій, Вінницькій і Дніпропетровській областях – близько четвертої частини усіх площ, значна їх кількість знаходиться у Луганській, Київській, Черкаській, Запорізькій та Полтавській областях – більше третини площ (Bohdaniuk, 2016).

В останнє десятиліття до Реєстру включено низку нових високопродуктивних сортів вишні селекції станції зрощуваного садівництва УААН – Шалунья, Примітна, Ожиданіє, Ігрушка, Встреча, селекції Мліївського інституту садівництва УААН – Альфа, іноземної селекції – Норд Стар. Сорти вишні та вишнево-черешневих гібридів, що створені селекціонерами півдня Степової зони України М.І. Туровцевим і В.О. Туровцевою, відрізняються високою продуктивністю та стійкістю до несприятливих факторів. Однак найповніше ці сорти можуть реалізувати свої кращі ознаки тільки при розміщенні їх в найбільш сприятливих зонах вирощування (Turovceva et al., 2013).

Зміни клімату можуть мати істотні наслідки, які вплинуть на врожайність та якість плодів культур. Тому, актуальним є питання дослідження впливу метеорологічних умов на врожайність провідних плодів культур Півдня Степової зони України. Завдання науки в цих умовах зводиться до того, щоб підготувати відповідну інформацію для прийняття рішень (Semenov et al., 2000; Vasylyshyna & Postolenko, 2019).

Останнім часом в світовій аграрній науці, у зв'язку зі значним зниженням врожаю сільськогосподарських (в тому числі і плодівих) культур, під дією погодних умов у провідних країнах склалася чітка думка про те, що в найближчий час прогрес в аграрному виробництві буде відбуватися не стільки від розвитку біології та техніки, а завдяки удосконаленню методів отримання погодних даних, вивчення впливу погодних факторів на продуктивність порід, технологій розміщення цих порід в регіонах, де вони здатні максимально реалізувати свій біологічний потенціал (Ivashenko, 2019). Тому адаптація плодівих культур, зокрема вишні, до умов довкілля також вимагає розробки нових методик та створення моделей продуктивності цієї культури на основі погодних факторів.

Ефективним інструментом для виявлення впливу на урожайність вишні різних природних факторів є аналіз регресійної моделі, побудованої на основі зібраних експериментальних спостережень.

Як відомо, для отримання незміщених ефективних оцінок параметрів регресійної моделі повинні виконуватися умови теореми Гауса-Маркова (Damodar, 2004).

Одна з умов теореми – вектори-фактори повинні бути незалежні, тобто фактори не повинні корелювати між собою. Порушення цієї умови призводить до прояву ефекту мультиколінеарності.

Ефект мультиколінеарності означає, що принаймні два чинники (незалежні змінні), які беруть участь в моделі, зв'язані тісною кореляційною залежністю між собою. Питанням складнощів і негативному впливу мультиколінеарності на весь процес дослідження присвячено багато публікацій (Aiken & West, 1991; Graham, 2003). Як описано в літературних джерелах, основна проблема при проявленні мультиколінеарності – нестабільні і зміщені

похибки, що означає велике значення показника p -values для оцінки статистичної значущості параметрів регресійної моделі. Як результат, це призводить до неефективних оцінок параметрів моделі.

Мультиколінеарність серед факторів робить практично неможливо адекватну інтерпретацію виявлення і оцінки впливу кожного регресора (фактора) на результуючу ознаку. Це відбувається через ефект перекриття інформації. Як відомо, коефіцієнти регресійної моделі використовують для інтерпретації показника зміни очікуваного значення результуючої ознаки через посилення ролі фактора на одиницю при незмінних значеннях інших змінних. При прояві ефекту мультиколінеарності така інтерпретація не дає адекватного результату.

Тому слід розглядати дві проблеми - як виявити ефект мультиколінеарності і як побудувати ефективну регресійну модель в умовах мультиколінеарності.

Відомо багато способів виявлення мультиколінеарності. Ознакою мультиколінеарності також є велике значення коефіцієнта детермінації, адекватність моделі (яка підтверджується критерієм Фішера) і, при цьому, велика кількість незначущих параметрів моделі (що перевіряється за критерієм Стюдента). Одним з широко використовуваних методів виявлення мультиколінеарності є метод на основі показника variance inflation factor (VIF) (Yu-Kang et al., 2004; Kutner et al., 2004), який вимірює збільшення дисперсії в порівнянні з тим, яка б вона була в разі однофакторної регресії:

$$VIF = \frac{1}{1-R_j^2},$$

де R_j^2 – коефіцієнт детермінації регресії фактора X_j від інших факторів.

Вважається (Aiken & West, 1991; Graham, 2003), що якщо $VIF > 10$, то присутній ефект мультиколінеарності.

При побудові адекватної регресійної моделі в умовах мультиколінеарності найчастіше пропонується видалити з аналізу один з факторів, які корелюють. Однак, це призведе до втрати важливої інформації. Ми не зможемо на підставі такої моделі оцінити ступінь впливу на результуючу ознаку тих чинників, які ми видалили з розгляду. До того ж, в нашому випадку, корелюють між собою практично всі фактори, і видалення їх з моделі призведе до неефективності всього дослідження.

Для вирішення другої проблеми при проведенні досліджень в умовах виявленої мультиколінеарності пропонується використовувати методи регуляризації, які коригують відхилення від нормального розподілу залишків. Таким методом, наприклад, є метод LASSO (Hastie et al., 2015; James et al., 2013), який пропонується у роботі.

Як відомо, при визначенні параметрів регресійної моделі на основі МНК мінімізують функцію:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

де:

y_i – експериментальні значення регресанта,

$\hat{y}_i$ – теоретичні значення регресанта, які розраховуються на основі побудованого рівняння регресії.

Згідно з методом LASSO, для визначення параметрів моделі знаходять мінімум функції:

$$L = RSS + \lambda \sum_{i=1}^n |\beta_i|,$$

де: λ – заданий параметр (штраф);

β_i – коефіцієнти регресійної моделі.

Іншими словами, вводиться штраф за не виправдано великі значення параметрів β_i . Причому величина цього штрафу пропорційна величині параметра λ , за допомогою якого можна підібрати більш стійке рішення.

Суть алгоритму визначення параметра λ полягає в наступному. Дані випадковим чином розбивають на Q підвибірок. Одна з підвбірок є контрольною, інші $Q - 1$ в сукупності утворюють загальну вибірку. Визначається вектор значень $\lambda = \{\lambda_s\}$ з деяким кроком. Для λ_s за навчальною вибіркою будується регресійна модель. Для кожної моделі обчислюється помилка прогнозу, тобто сума квадратів залишків регресії:

$$RSS_{\lambda_s}^q = \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{j=0}^{k-1} \hat{b}_j(q, \lambda_s) x_{ij})^2,$$

де: $q = 1, Q$ – номер блока, обраного в якості вибірки;

y_i – експериментальні значення регресанта;

x_{ij} – експериментальні значення регресорів;

λ_s – параметр.

Потім обчислюють середнє значення помилки за всіма блоками:

$$MSE_{\lambda_s} = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q RSS_{\lambda_s}^q.$$

В якості оптимального λ обирається таке λ_s , за якого MSE_{λ_s} буде мінімальним.

Для оцінки ступеня впливу кожного фактора окремо на показник врожайності вишні знаходять для кожної із запропонованих моделей

(побудованих за значень параметра λ_{min} і λ_{1se}) коефіцієнт детермінації R^2 , коефіцієнти еластичності E_i , коефіцієнти β_i .

Коефіцієнт детермінації визначається за формулою:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

де:

$\hat{y}_i$ – теоретичні значення врожайності, розраховані на підставі регресійної моделі,

y_i – експериментальні значення врожайності,

$\bar{y}$ – середнє значення показника урожайності.

Коефіцієнт характеризує ступінь впливу виділених чинників на врожайність вишні в порівнянні з іншими неврахованими і випадковими факторами.

На підставі коефіцієнтів

$$\beta_i = b_i \frac{\bar{S}_{x_i}}{\bar{S}_y}$$

де b_i – розраховані коефіцієнти регресійної моделі,

$\bar{S}_{x_i}$ – середні квадратичні відхилення факторів,

$\bar{S}_y$ – середнє квадратичне відхилення показника у,

впорядкуємо фактори за ступенем їх впливу на показник «Урожайність вишні».

Таким чином, встановлення пріоритетності основних параметрів погодних умов та побудова ефективної регресійної моделі в умовах мультиколінеарності з метою визначення найповнішого прояву біологічного потенціалу вишні, що вирощена в умовах Півдня степової зони України, є дуже актуальним питанням.

Матеріали та методи

Дослідження проводилися в 2007–2019 роках в межах Мелітопольського району Запорізької області. З метою дослідження впливу погодних чинників на врожайність вишні використано данні, що були надані Головним управлінням статистики в Запорізькій області та метеорологічні данні за період з 2007 по 2019 роки Мелітопольської метеостанції.

Метою досліджень було встановити пріоритетність об'єктивних агрокліматичних показників, що мають вплив на врожайність вишні в умовах Півдня Степової зони України та створити ефективну регресійну математичну модель врожайності культури на підставі виявлених стресових чинників.

Для досягнення мети нами було проведено кореляційний та регресійний аналізи: розрахована міцність кореляційних зв'язків між агрокліматичними показниками та врожайністю культури; визначено комплекс погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні; встановлено моделі залежності врожайності вишні від погодних умов, що склалися в Запорізькій області у 2007–2019 рр., виходячи з практичної доцільності визначена найбільш ефективна математична модель; отримано рівняння регресії, яке можна використовувати для побудови статистичних прогнозів.

Розрахунок моделей врожайності вишні у зв'язку з абіотичними погодними факторами проводили за наступною схемою (Ivanova et al., 2019; Bublyk, 2005):

1.Збір даних та створення комп'ютерної бази про середню врожайність вишні в умовах Мелітопольського району. Середню врожайність породи визначали в виробничих насадженнях, узагальнюючі врожайність сортименту регіону.

2.Створення комп'ютерної бази погодних умов у роки досліджень з відбором показників: температура (мінімальна, середня, максимальна), сума опадів, кількість днів з опадами більш одного міліметра, середня відносна вологість повітря.

3. Розрахунок показників: тривалість безморозного періоду, сума опадів, гідрометеорологічні коефіцієнти та перепад температур за певні періоди, суми активних температур та інші показники.

4. Визначення погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні.

5. Аналіз визначених в пункті 4 факторів методами регресійного аналізу з метою виявлення ефекту кореляції між факторами.

6. Побудова і аналіз регресійної моделі залежності врожайності вишні від погодних умов.

У період проведення досліджень було використано представлені нижче методи варіаційної статистики, що дозволили проаналізувати, обробити експериментальні данні та зробити прогноз остаточних результатів: проводили математичну обробку, парний та множинний кореляційний і регресійний аналізи – за загально-прийнятими методиками (Bublyk, 2005). Розраховано показник наявності ефекту мультиколінеарності – фактор інфляції дисперсії VIF. Також були використані комп'ютерні

програми Msoffice Excel, програмне середовище RStudio.

Результати досліджень та обговорення

За допомогою методів регресійно-кореляційного аналізу було отримано сільськогосподарську оцінку впливу погодних умов на врожайність вишні в період 2007–2019 рр. Врожайність – це складна ознака, яка залежить від багатьох чинників, тому проводили пошук кореляційних зв'язків між врожайністю вишні (Y) та комплексом гідротермічних умов (факторів) – x_i , де $i = 1..10$. Обрано 20 чинників (факторів), які можуть мати вплив на зміни врожайності вишні. Для визначення погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні в розрізі кожного року, проаналізовано 20 парних кореляційних залежностей на етапах: вегетаційний період, цвітіння, досягання плодів та в період знімання врожаю (Ivanova & Herasko, 2019; Ivanova & Malkina, 2019).

На рисунках 1–3 показані графіки зміни показників факторів зовнішнього середовища, які наведені за нормованою шкалою, де x_1 – сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів), °C, x_2 – різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря в період цвітіння, °C, x_3 –

сума активних температур в період цвітіння, °C, x_4 – сума ефективних температур в період цвітіння, °C, x_5 – гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння, x_6 – середньомісячна сума опадів за серпень, мм, x_7 – абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %, x_8 – сума опадів у період цвітіння, мм, x_9 – загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба, x_{10} – середня з максимальних значень температур повітря у період цвітіння.

Згідно з даними рисунку 1 максимальна врожайність вишні за роки досліджень в діапазоні 9,9...11,4 т/га спостерігалася на фоні значень суми активних температур вище 10°C (CAT 10) за вегетаційний період (до фази досягання плодів); 1391,6 °C ... 1499,1 °C ($r_{YX1} = 0,77$). Різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря впродовж 13 років становить від 10,7 °C до 18,6°C; значення r у досліджуваного гідротермічного параметру по відношенню до врожайності вишні становить $r_{YX2} = 0,68$. Для забезпечення максимальної врожайності черешні на рівні 2010, 2013 та 2018 років, показник – сума активних температур вище 10°C (CAT 10) у період цвітіння, повинен мати діапазон значень 209,3–261,4 °C, тенденція підтверджується значенням $r_{YX3} = 0,76$.



Рис. 1. Динаміка зміни показників, наведених у нормованій шкалі, де x_1 – сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів), °C, x_2 – різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря в період цвітіння, °C, x_3 – сума активних температур у період цвітіння, °C, y – урожайність вишні

Аналіз даних рисунку 2 свідчить, що діапазон значень досліджуваного показника – суми ефективних температур вище 10°C у період цвітіння (СЕТ10) для отримання максимальної врожайності культури на рівні 2013 та 2018 років повинен становити $-91,4 \dots 92,6^{\circ}\text{C}$ ($r_{YX4} = 0,75$). Значення ГТК для 2010, 2013, 2018 років, в які відмічено найвищу врожайність вишні, дорівнює $0,0-0,1$ ($r_{YX5} = -0,75$). Коливання середньомісячної суми опадів в серпні по роках досліджень

відбувається в діапазоні від 0 мм до 42,4 мм. Оптимальна врожайність досліджуваної культури визначена в роки з максимальним значенням суми опадів у серпні при значеннях показника $36,9-42,4$ мм ($r_{YX6} = 0,84$). Абсолютна з мінімальних значень відносної вологості повітря в травні склала $13 \dots 14\%$ у 2013 та 2018 роках, коли спостерігалася найвища врожайність $9,9 \dots 11,4$ т/га ($r_{YX7} = -0,73$).

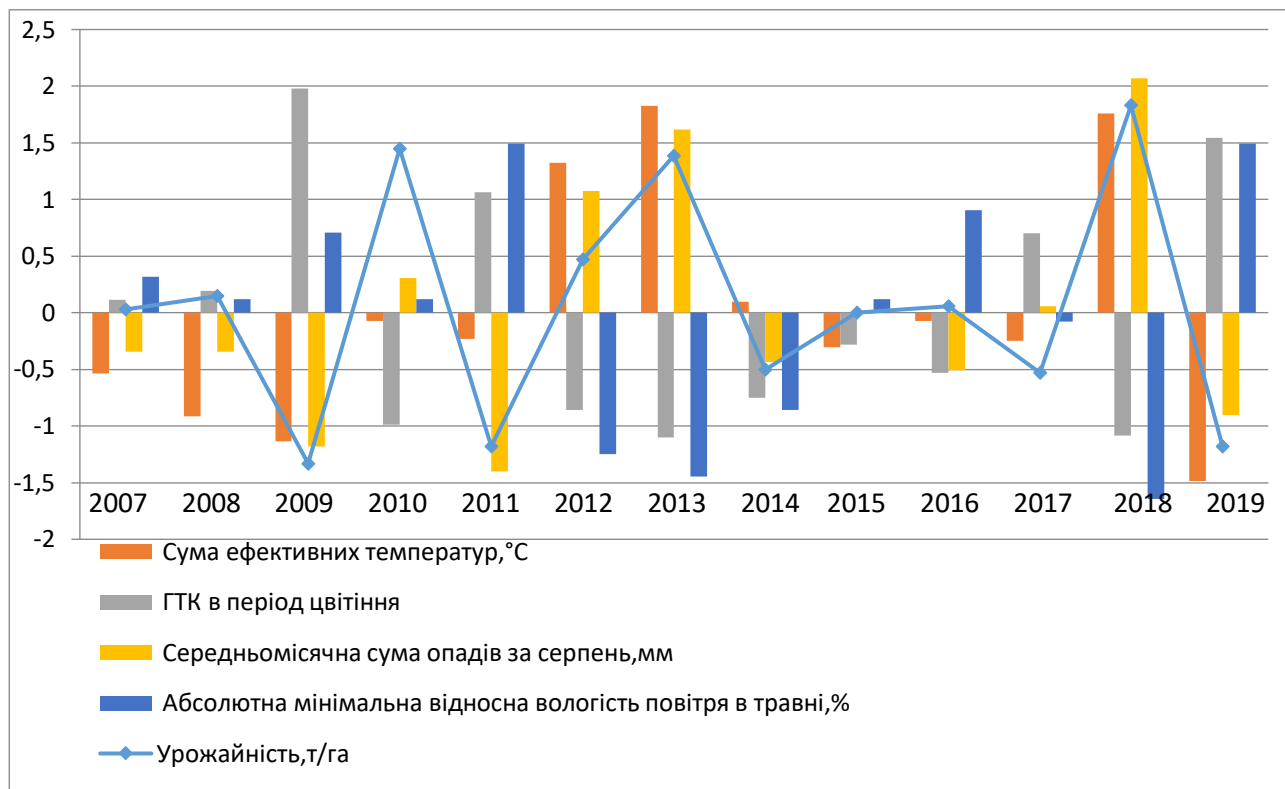


Рис. 2. Динаміка зміни показників, наведених у нормованій шкалі, де x_4 – сума ефективних температур у період цвітіння, $^{\circ}\text{C}$, x_5 – гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння, x_6 – середньомісячна сума опадів за серпень, мм, x_7 – абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %, y – урожайність вишні

Аналіз динаміки гідротермічних факторів по роках досліджень показує, що максимальна врожайність досліджуваної культури ($9,9 \dots 11,4$ т/га) визначена в роки з мінімальним значенням суми опадів у період цвітіння на рівні значень $0,7$ мм до $3,3$ мм ($r_{YX8} = -0,77$). Загальна кількість днів з опадами у період цвітіння в інтервалі досліджуваних років зафіксована з мінімальною кількістю днів що склали 2 доби. Між

урожайністю та досліджуваним параметром визначено міцну зворотну кореляційну залежність при $r_{YX9} = -0,86$. Середня з максимальних значень температур повітря у період цвітіння в досліджуваному інтервалі років коливається в діапазоні $17,8 \dots 25,4^{\circ}\text{C}$. У погодного фактора по відношенню до врожайності вишні визначений прямий міцний кореляційний зв'язок – $r_{YX10} = 0,68$;



Рис. 3. Динаміка зміни показників, наведених у нормованій шкалі, де x_8 – сума опадів в період цвітіння, мм, x_9 – загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба, x_{10} – середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння, y – урожайність вишні

Процес нормування значень проводиться для приведення різнопланових показників до єдиної шкали вимірювань за формулою:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\bar{\sigma}_i},$$

де: x_{ij} – реальне значення фактору x_i в j -му спостереженні,

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n} - \text{середнє значення фактору } x_i,$$

$$\bar{\sigma}_i - \text{дисперсія фактору } x_i.$$

В таблиці 1 наведені розраховані значення середніх $\bar{x}_i$ і середньоквадратичних відхилень $\bar{\sigma}_i$ для кожного фактора.

Таблиця 1. Значення середніх $\bar{x}_i$ і середньоквадратичних відхилень $\bar{\sigma}_i$

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}_i$	1260,100	12,631	189,846	60,615	1,283	17,123	21,385	20,177	4,231	20,354
$\bar{\sigma}_i$	152,703	1,568	36,404	17,533	1,139	12,228	5,107	16,154	2,006	2,321

Для проведення кореляційного аналізу побудована матриця парних коефіцієнтів кореляції, яка наведена в таблиці 2. Аналіз тісноти кореляційного зв'язку для десяти погодних факторів (x_i) по відношенню до урожайності вишні (Y) проведено згідно зі шкалою англійського статистика Чеддока (Ivanova, 2019). Згідно з даними таблиці 1, для десяти погодних факторів (x_i , $i=1..10$) встановлено середню та сильну лінійну кореляційну залежність з урожайністю вишні ($r_{yx_i} = 0,68..-0,86$). Це такі фактори (x_i): сума активних температур за

вегетаційний період, до етапу досягання плодів (x_1), середньомісячна сума опадів за серпень (x_6), абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні (x_7); у період цвітіння розглядались наступні гідротермічні параметри: різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря (x_2), сума активних температур (x_3), сума ефективних температур (x_4), гідротермічний коефіцієнт, ГТК (x_5), сума та загальна кількість днів з опадами (x_8 , x_9) та середня з максимальних значень температур повітря у період цвітіння (x_{10}).

Таблиця 2. Кореляційна матриця

	Y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀
Y	1	0,769	0,679	0,759	0,757	-0,753	0,839	-0,728	-0,772	-0,864	0,677
x ₁	0,769	1	0,545	0,469	0,468	-0,518	0,607	-0,388	-0,618	-0,463	0,530
x ₂	0,679	0,545	1	0,425	0,706	-0,584	0,808	-0,676	-0,724	-0,477	0,719
x ₃	0,759	0,469	0,425	1	0,779	-0,794	0,590	-0,596	-0,635	-0,798	0,688
x ₄	0,757	0,468	0,706	0,779	1	-0,672	0,841	-0,845	-0,652	-0,765	0,907
x ₅	-0,753	-0,518	-0,584	-0,794	-0,672	1	-0,562	0,674	0,945	0,816	-0,742
x ₆	0,839	0,607	0,808	0,590	0,841	-0,562	1	-0,897	-0,644	-0,700	0,746
x ₇	-0,728	-0,388	-0,676	-0,596	-0,845	0,674	-0,897	1	0,722	0,787	-0,752
x ₈	-0,772	-0,618	-0,724	-0,635	-0,652	0,945	-0,644	0,722	1	0,742	-0,728
x ₉	-0,864	-0,463	-0,477	-0,798	-0,765	0,816	-0,700	0,787	0,742	1	-0,665
x ₁₀	0,677	0,530	0,719	0,688	0,907	-0,742	0,746	-0,752	-0,728	-0,665	1

Перед тим як будувати регресійну модель (Ivanova, 2019; Ivanova, 2019) проведено аналіз даних на наявність ефекту мультиколінеарності.

Практично всі парні коефіцієнти кореляції між факторами мають значення, близькі по модулю до одиниці, що вже говорить про високий рівень кореляційної зв'язку між ними.

Лінійна регресійна модель, побудована на основі МНК, має вид:

$$y = 10,22 - 0,003x_1 - 1,151x_2 - 0,017x_3 + 0,105x_4 + 0,049x_5 + 0,431x_6 + 0,945x_7 - 0,187x_8 - 0,758x_9 - 0,479x_{10}.$$

Аналіз моделі показав, що практично всі фактори при рівні значущості 0,05 незначимі, а значення коефіцієнта детермінації дорівнює 0,9958. При цьому, модель адекватна, згідно з критерієм Фішера при рівні значущості 0,05 (p-value: 0,02072). Це свідчить про наявність сильної кореляції факторів, тобто про невиконання однієї з умов теореми Гауса-Маркова (Graham, 2003). Значення показників VIF для кожного фактора наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Значення показника VIF

Фактори	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀
VIF	15,14	8,66	10,67	46,32	45,99	54,48	17,41	10,78	42,67	11,45

Як видно, практично всі значення показника VIF перевищують значення 10, що говорить про сильну кореляцію факторів між собою. Іншими словами, присутній ефект мультиколінеарності.

Для побудови регресійної моделі в умовах мультиколінеарності було використано метод LASSO, який здійснює регуляризацию параметрів і дозволяє подолати недоліки методу найменших квадратів.

Після побудови регресійної моделі методом LASSO був виконаний аналіз регресії за різних значень параметра λ .

Після проведення кросвалідації були визначені оптимальні значення параметра λ : $\lambda_{min} = 0,000224834$ і $\lambda_{1se} = 0,03417277$.

Коефіцієнти регресії при значеннях λ наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Коефіцієнти регресії, розраховані методом LASSO

Коефіцієнти регресії при $\lambda_{min} = 0,000224834$	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅
	-8,8561	0,0008	0,4392	-0,0066	0,0579	1,6099
	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	
	0,1021	0,0293	-0,0293	-1,7263	-0,2945	

Наведемо оцінки дисперсій похибок для лінійної регресії, побудованої методом найменших квадратів і методом LASSO.

В першому випадку (для МНК) оцінка дисперсії похибок становить 2,5124. Для регресії, яка побудована методом LASSO при λ_{min} оцінка

дисперсії похибок дорівнює 2,5156. Для регресії, побудованої методом LASSO при λ_{1se} дисперсії похибок дорівнює 4,3341.

Виконаємо аналіз побудованої моделі шляхом дослідження коефіцієнту детермінації R^2 , коефіцієнтів еластичності та параметрів β_i .

У нашому випадку значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9928$ (для першої моделі) і $R^2 = 0,9864$ (для другої моделі), що говорить про

суттєвий вплив факторів на показник врожайності у порівнянні з випадковими похибками.

Значення коефіцієнтів еластичності для кожного коефіцієнта регресійної моделі наведені в таблиці 5. На основі коефіцієнтів еластичності робимо наступний висновок.

Розраховані коефіцієнти β_i наведені у таблиці 5.

Таблиця 5. Коефіцієнти еластичності та β_i

β_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
	0,03609	0,20342	-0,07099	0,299925	0,541895
	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
	0,368873	0,04421	-0,13984	-1,02309	-0,201984

На основі першої моделі фактори розташовуються у наступному порядку (від найвпливовішого фактору, до того, що має найменший вплив): x_9 – загальна кількість днів з опадами у період цвітіння; x_5 – гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння; x_7 – абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні; x_6 – середньомісячна сума опадів за серпень; x_1 – сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів); x_4 – сума ефективних температур у період цвітіння; x_2 – різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря у період цвітіння; x_{10} – середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння; x_8 – сума опадів у період цвітіння; x_3 – сума активних температур у період цвітіння.

На основі показників цих же коефіцієнтів оцінимо долю впливу кожного фактору в дисперсії показника урожайності вишні по абсолютному значенню (результати наведено на основі першої моделі).

Доля впливу фактору складає: x_1 – 9,90%, фактору x_2 – 5,56%, фактору x_3 – 1,95%, фактору x_4 – 8,22%, фактору x_5 – 14,83%, фактору x_6 – 10,12%, фактору x_7 – 12,12%, фактору x_8 – 3,81%, фактору x_9 – 27,96%, фактору x_{10} – 5,54%.

Висновки

У підсумку, в умовах Південного Степу України виявлено вплив погодних факторів регіону на формування показників врожайності

вишні в межах 2007–2019 років досліджень. Проведення кореляційного аналізу дозволило визначити десять погодних факторів, що мають помітний (значний) та сильний як прямий, так і обернений лінійний кореляційний зв'язки з урожайністю вишні ($r = 0,68$ – $0,86$).

При аналізі впливу факторів погодних умов на урожайність вишні методами регресійного аналізу вкрай важливо враховувати ефект кореляції факторів. Несприятливий ефект мультиколінеарності негативно позначається на інтерпретації побудованої моделі, а саме, за аналізу ступеня впливу кожного фактора на досліджуваний показник. Запропоновано модель, яка описує вплив гідротермічних факторів на врожайність вишні. За аналізу даних з допомогою парних коефіцієнтів кореляції і показника VIF був виявлений ефект мультиколінеарності. У цьому випадку використовувати метод найменших квадратів для побудови і аналізу регресійної моделі є неефективним. Запропонована регресійна модель, яка побудована на основі методу LASSO. Метод LASSO дозволяє побудувати достовірні оцінки параметрів регресії. На основі побудованої моделі проаналізовано чинники, що впливають на показник врожайності вишні і показано, що найбільш значущим є фактор): загальна кількість днів з опадами у період цвітіння, доба; гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у період цвітіння; абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %; середньомісячна сума опадів за серпень, мм; сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів); сума ефективних температур в період цвітіння, °C; різниця між

середньою, максимальною та мінімальною температурами повітря в період цвітіння, °C; середня з максимальних значень температур повітря у період цвітіння; сума опадів у період цвітіння, мм; сума активних температур у період цвітіння, °C.

Визначено показники частки впливу кожного фактору на загальну дисперсію показника врожайності вишні. Доля впливу фактору складає: x_1 – 9,90%, фактору x_2 – 5,56%, фактору x_3 – 1,95%, фактору x_4 – 8,22%, фактору x_5 – 14,83%, фактору x_6 – 10,12%, фактору x_7 – 12,12%, фактору x_8 – 3,81%, фактору x_9 – 27,96%, фактору x_{10} – 5,54%.

References

- Aiken, L. S. & West, S. G. (1991). Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions. Newbury Park : Sage Publications.
- Bohdaniuk, O. V. (2016). Otsinka vplyvu chynnykiv na urozhainist plodovo-iahidnykh kultur v konteksti efektyvnoho upravlinnia sadivnytstvom [Assessing the impact of factors on the yield of fruit and berry crops in the context of effective horticulture management]. *Molodyi vchenyi*, 11, 555–558 [in Ukrainian].
- Bublyk, M. O. (2005). Metodolohichni ta tekhnolohichni osnovy pidvyshchennia produktyvnosti suchasnoho sadivnytstva [Methodological and technological foundations for improving the productivity of modern gardening]. Kyiv : Nora-print [in Ukrainian].
- Damodar, N. G. (2004). Basic Econometrics (4-th ed.). New York : McGraw-Hill.
- Graham, M. H. (2003). Confronting Multicollinearity in Ecological Multiple Regression. *Ecology*, 84 (11), 289–281. doi.org/10.1890/02-3114.
- Hastie, T., Tibshirani, R. & Wainwright, M. (2015). Statistical Learning with Sparsity. The Lasso and Generalization. London, New York : Chapman & Hall.
- Ivanova, I. Ye., Serdiuk, M. Ye., Herasko, T. V., Bilous, E. S. & Kryvonos, I. A. (2019). Urozhainist chereszni zalezno vid klimatychnykh umov rokiv vyroshchuvannia [The productivity of cherry is depending on the climatic terms of years of growing]. *Visnyk Ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 3, 32–48 [in Ukrainian].
- Ivanova, I. Ye., Serdiuk, M. Ye., Malkina, V. M., Shkinder-Barmina, A. M. & Kryvonos, I. A. (2019). Urozhainist vyshni zalezno vid klimatychnykh umov rokiv vyroshchuvannia [Cherry yields depending on the climatic conditions of the growing years]. *Visnyk Ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 4, 29–50 [in Ukrainian].
- Ivashenko, A. (2012). Budushee Ukrainy – v globalnoj sisteme proizvoditelej prodovolstviya [The future of Ukraine lies in the global system of food producers]. *Gazeta. zn. ua*. Retrieved from http://gazeta.zn.ua/LAW/budushee_ukrainy_v_globalnoy_sisteme_proizvoditeley_prodovolstviya.html [in Russian].
- James, G., Witten, D., Hastie, T. & Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. [S.I.]: Springer.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J. & Neter, J. (2004). Applied Learning Regression Models (4-th ed.). New York : McGraw-Hill.
- Semenov, V. A., Minin, V. B. & Jakushev, M. P. (2000). Climate changing and field experimental practice. *Aspects of Applied Biology*, 61, 113–120.
- Serdyuk, M. E. & Rastorguev, A. B. (2013). Ocenka vlianiya pogodnykh faktorov na urozhainost yabloni v usloviyah Yuzhnoj stepnoj zony Ukrainy [Assessment of the influence of weather factors on the yield of apple trees in the conditions of the southern steppe zone of Ukraine]. *Plodovodstvo*, 25, 132–140 [in Russian].
- Turovceva, V. A., Turovcev, N. I., Shkinder-Barmina, A. N. & Turovceva, N. N. (2013). Sozdanie sortov vishni i dyukov na yuge Ukrainy [Creation of varieties of cherries and dykes in the south of Ukraine]. *Metodologicheskoe obospechenie selekcii sadovykh kultur i vinograda na sovremennom etape*, 1, 135–142 [in Russian].
- Vasylyshyna, O. V. & Postolenko, Ye. P. (2019). Vplyv osoblyvostei sortu na yakist zamorozhenykh plodiv vyshni [Influence of variety characteristics on the quality of frozen cherry fruit]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 2 (75), 44–49. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-75-2-44-49> [in Ukrainian].
- Vasylyshyna, O. V. (2019). Vplyv obrobky rozchynom alginatu natriyu na plody vyshni pid chas zberigannya [The influence of sodium alginate processing on fruits of cherry of the storage]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 10 (83), 35–40. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-83-10-35-40> [in Ukrainian].
- Yu-Kang, Tu, Clerehugh, V., Gilthorpe, M. S. (2004). Collinearity in linear regression is a serious problem in oral health research. *Eur J Oral Sci*, 112 (5), 389–397. doi:10.1111/j.1600-0722.2004.00160.x.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-61-68

UDC 631.153.3:633.491

CHANGE IN SOIL AGROPHYSICAL INDICATORS AND POTATO PRODUCTIVITY IN SOIL PROTECTION AGROTECHNOLOGIES**M. Kravchuk, R. Kropyvnytskyi, V. Andriyash, V. Klymchuk, K. Mysko**

e-mail: knzt@i.ua, kropiwnizkij@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

Stary Boulevard, 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine

One of key problems of the industry of agriculture at the present stage is effective management of an ecosystem of the soil, prevention of distribution of processes of degradation of soil covering and maintaining its energy potential. In this regard, the purpose of researches consisted in studying of a possibility of improvement of the key agrophysical and water-physical indicators of an arable layer of light gray forest soil as making managements of fertility of light-textured soils of Polissya and forming of highly productive agroecosystem of potatoes. Results of researches which were conducted in the conditions of stationary experience "Ecologically safe agrotechnologies" for 2014–2016 years showed that in the conditions of Right-bank Polissya of Ukraine on light gray forest soil transition to moldboardless tillage and application traditional (50 t/hectare of manure and $N_{70}P_{60}K_{70}$ per culture) and alternative (per culture 50 t/hectare of manure, about 22 t of a green manure crop (*Raphanus sativum* d. var. *oleifera* Metrg.), 3 t/hectare of straw + 12.5 kg/hectare of N (compensatory) and $N_{45}P_{50}K_{60}$ were brought) organo-mineral fertilizer systems create conditions for significant improvement of agrophysical and water-physical indicators of fertility of light gray forest soil. So, at prolonged use of agrotechnologies on the basis of moldboardless and shallow moldboardless tillage without fertilization hardness decreased respectively by 30.0 and 30.9% concerning plowing. However, only on condition of imposing of organo-mineral systems the hardness of the soil decreased up to 16.2–17.5 kg/cm² (not very dense), having provided comfortable conditions for growth and development of root systems of plants in a layer of 0–20 cm. The specified options of agrotechnologies promoted decrease in equilibrium density in a layer of 0–20 cm to optimum values (1.25–1.31 g/cm³), to significant improvement of coefficient of degree of structure and increase in reserves of productive moisture. Thus, only use of agrotechnologies based on moldboardless tillage of soil and organo-mineral fertilizer systems provides significant improvement of agrophysical and water-physical indicators. It correlates with results of accounting of a harvest of tubers of potatoes as during the period of researches advantage of agrotechnologies, which are based on moldboardless tillage it was shown only on options where organo-mineral systems were applied.

Further studies should focus on the development of an optimization model for the formation of high productivity and sustainability of potato agroecosystem, including in the organic production system.

Key words: hardness and density of addition of the soil, structural aggregate state, productive moisture, productivity of potatoes, agrotechnology, light gray forest soils.

**ЗМІНА АГРОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ
ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ ЗА ҐРУНТОЗАХИСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ****М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький, В. В. Андріяш, В. В. Климчук, К. В. Мисько**

e-mail: knzt@i.ua, kropiwnizkij@gmail.com

Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Одним з ключових завдань галузі землеробства на сучасному етапі є ефективне управління екосистемою ґрунту, запобігання поширенню процесів деградації ґрунтового покриву та збереження його енергетичного потенціалу. В зв'язку з цим, мета досліджень полягала у вивченні можливості покращання основних агрофізичних та водно-фізичних показників орного шару ясно-сірого лісового

грунту як складової управління родючістю легких ґрунтів Полісся та формування високопродуктивних агроценозів картоплі. За результатами досліджень, які проводилися в умовах стаціонарного дослідю «Екологічно безпечні агротехнології» впродовж 2014–2016 рр. доведено, що в умовах Правобережного Полісся України на ясно-сірому лісовому ґрунті перехід на безполицеві способи основного обробітку й застосування традиційної (50 т/га гною та $N_{70}P_{60}K_{70}$ під культуру) та альтернативної (під культуру вносилося 50 т/га гною, близько 22 т сидерату (редька олійна), 3 т/га соломи + 12,5 кг/га N (компенсаційний) та $N_{45}P_{50}K_{60}$) органо-мінеральних систем удобрення створюють умови для суттєвого покращання агрофізичних та водно-фізичних показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту. Так, за тривалого застосування агротехнологій, на базі плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив твердість знизилася, відповідно, на 30,0 і 30,9% відносно оранки. Проте, лише за умови накладання органо-мінеральних систем, твердість ґрунту зменшилася до 16,2–17,5 кг/см² (цілнущата), забезпечивши комфортні умови для росту і розвитку кореневих систем рослин у шарі 0–20 см. Зазначені варіанти агротехнологій сприяли зниженню рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (1,25–1,31 г/см³), суттєвому покращанню коефіцієнта структурності та збільшенню запасів продуктивної вологи. Отже, лише застосування агротехнологій на базі безполицевих способів основного обробітку ґрунту та органо-мінеральних систем удобрення забезпечує суттєве покращання агрофізичних і водно-фізичних показників. Це корелює з результатами обліку врожаю бульб картоплі, оскільки впродовж періоду досліджень перевага агротехнологій, які базуються на безполицевому розпушуванні, проявилася лише на варіантах, де застосовувалися органо-мінеральні системи.

Подальші дослідження варто зосередити на розробці оптимізаційної моделі формування високої продуктивності та сталості агроценозу картоплі, в тому числі, у системі органічного виробництва.

Ключові слова: твердість і щільність будови ґрунту, структурно-агрегатний стан, продуктивна волога, урожайність картоплі, агротехнології, ясно-сірі лісові ґрунти.

Вступ

Одним з ключових завдань галузі землеробства на сучасному етапі є ефективне управління екосистемою ґрунту, запобігання поширенню процесів деградації ґрунтового покриву та збереження його енергетичного потенціалу. Наразі накопичений достатній інструментарій з управління продуктивною функцією ґрунту, що орієнтований на прогресивне нарощування його ефективної родючості, передусім, за рахунок оптимізації агрохімічних та біологічних показників (Veremeienko & Semenko, 2019). В той же час, питання регулювання агрофізичних показників потребує додаткового вивчення.

Наразі у науковій літературі широко висвітлено різні аспекти впливу способів обробітку ґрунту і удобрення на агрофізичні показники ґрунтів та їх вплив на продуктивність культур (Medvediev, 2007; Chen et al., 2014; Kuryliuk et al., 2019). Проте, деякі з них мають суперечливий характер. Так, наші дослідження доводять перевагу мілкого безполицевого основного обробітку та альтернативних систем удобрення щодо покращання агрофізичних

показників ґрунту (Kravchuk et al., 2016). Однак, деякі дослідники вказують на зниження вологоємності на фонах, де застосовувався мілкий обробіток, обґрунтовуючи такі зміни підвищенням щільності ґрунту (Budonnyi & Shevchenko, 2004; Kuryliuk, 2011).

Деякі автори зазначають, що зміни в щільності ґрунту не мають прямого впливу на розвиток коренів, але впливають на розташування та структуру шпарин, міцність ґрунту, загальну пористість, кількість великих шпарин, об'ємний вміст води, водопроникність та аерацію ґрунту (Taylor & Brar, 1991). Кожне з цих непрямих наслідків зміни щільності ґрунту може безпосередньо впливати на розвиток коренів. Інші вказують на уповільнення росту коренів за мілкого обробітку ґрунту, що зумовлено погіршенням водно-повітряного режиму, зокрема, різким скороченням запасів доступної вологи (Kadžienė et al., 2011). Автори підкреслюють, що недостатня інтенсивність розпушування може призводити до виникнення критичних рівнів фізичних властивостей ґрунту та порушення росту і розвитку кореневих систем рослин. Крім того, погіршення агрофізичних показників (переущільнення) та перезволоження

погіршують мікробіологічну активність ґрунту і посилюють непродуктивні втрати *N* (Torbert & Wood, 1992). В зв'язку з цим, дослідження впливу елементів біологізації агротехнологій на агрофізичні і водно-фізичні показники в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є важливою складовою екологізації агротехнологій та формування сталих агроєкосистем.

Матеріали та методи

Мета досліджень полягала у вивченні можливості покращання основних агрофізичних та водно-фізичних показників орного шару ясно-сірого лісового ґрунту як складової оптимізації показників родючості легких ґрунтів Полісся. Дослідження проводилися відповідно до НДР «Розробити наукові основи раціональної моделі землекористування для зони Полісся» (НТП «Екологічно безпечні агротехнології та моделі землекористування», номер державної реєстрації 0107U003280). У статті узагальнено результати спостережень 2014–2016 рр., які виконувались у стаціонарі «Екологічно безпечні агротехнології» на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету.

Об'єкт досліджень: процес зміни агрофізичних показників орного шару в залежності від способів основного обробітку ґрунту та удобрення картоплі. *Предмет досліджень:* структурно-агрегатний стан, щільність складення, твердість і запас продуктивної вологи у орному шарі ясно-сірого лісового ґрунту, способи основного обробітку, система удобрення.

Варіанти дослідів:

Фактор А. Спосіб основного обробітку ґрунту:

1. Оранка (полицевий обробіток на 18–20 см) – контроль – ПО.
2. Плоскорізний (безполіцеве розпушування на 18–20 см) – БР.
3. Дискування (мілке безполіцеве розпушування на 10–12 см) – МБР.

Фактор Б. Варіант удобрення:

1. Без добрив – контроль.
2. Традиційна для зони Полісся органо-мінеральна (ТОМ) система удобрення, якою передбачалося внесення на 1 га сівозмінної площі 6,25 т гною і $N_{50}P_{48}K_{55}$, в т. ч. під культуру: гній, 50 т/га + $N_{70}P_{60}K_{70}$.

3. Альтернативна органо-мінеральна (АОМ) система удобрення (в сівозміні: гній, 6,25 т/га + солома, 1,25 т/га + N , 12,5 кг/га (компенсаційний N) + сидерат, 5,62 т/га + $N_{31}P_{32}K_{36}$, в т. ч. під культуру: гній, 50 т/га + солома, 3 т/га + N , 30 кг/га + сидерат, 22,5 т/га + $N_{45}P_{50}K_{60}$).

Дослідження виконувались у 8-пільній сівозміні з наступним чергуванням культур: конюшина лучна (зелена маса) – пшениця озима – льон-довгунець – пелюшко-вівсяна сумішка (зерно) – жито озиме – ріпак ярий – картопля – ячмінь із підсівом конюшини. Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий легкосуглинковий на лесоподібному суглинку. Площа ділянок із вивчення способів основного обробітку ґрунту – 343 м², площа елементарної облікової ділянки – 25 м². Сорт картоплі – Беллароса.

Твердість визначали за допомогою твердоміра Ревякіна з оцінкою отриманих результатів за шкалою Горячкіна, щільність будови ґрунту – методом Н. А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001), структурно-агрегатний склад – методом М. І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007), вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом (ДСТУ ISO 11465:2001), уміст продуктивної вологи – розрахунковим методом перед посадкою і перед збиранням врожаю. Статистичну обробку даних виконано за Б. А. Доспеховим з використанням пакету програм “Statistica 10”.

Результати досліджень та обговорення

Одним з ключових агропродуцторських показників є твердість ґрунту. Показник дозволяє оперативно оцінити умови росту коренів рослин з метою відповідного коригування системи обробітку ґрунту, що має важливе агроєкологічне значення і є актуальним для системи точного землеробства (Medvediev, 2007, 2009, 2010). Показник хоча й належить до конституційних характеристик твердої фази ґрунту, проте піддається регулюванню агротехнічними заходами, що підтверджено і нашими спостереженнями (табл. 1). Оскільки твердість є досить чутливим до вологості показником, тому обліки виконували перед посадкою культури у стані фізичної стиглості ґрунту.

Таблиця 1. Вплив елементів агротехнологій на твердість ясно-сірого легкосуглинкового ґрунту перед посадкою картоплі, кг/см² (n=10)

Спосіб основного обробітку	Система удобрення	Шар ґрунту, см			Відхилення			
		0-10	10-20	0-20	за способом обробітку		за варіантом удобрення	
					±	%	±	%
ПО	Без добрив	22,77	39,85	31,31	–	–	–	–
	ТОМ	19,41	33,27	26,34	–	–	-4,97	-15,9
	АОМ	19,10	34,10	26,60	–	–	-4,71	-15,0
БР	Без добрив	11,68	32,18	21,93	-9,38	-30,0	–	–
	ТОМ	12,03	20,30	16,16	-10,18	-38,6	-5,77	-26,3
	АОМ	11,52	22,10	16,81	-9,79	-36,8	-5,12	-23,3
МБР	Без добрив	10,38	32,87	21,63	-9,68	-30,9	–	–
	ТОМ	11,83	22,50	17,16	-9,18	-34,8	-4,46	-20,6
	АОМ	10,52	24,44	17,48	-9,12	-34,3	-4,15	-19,2
НІР ₀₅				3,12	1,56		1,56	

Аналіз результатів показав, що твердість шару 0–20 см на варіанті традиційного полицевого обробітку без добрив становила 31,3 кг/см² (щільна за шкалою Горячкіна). Звертає на себе увагу значна диференціація орного шару за твердістю навіть за полицевого обробітку.

Застосування органо-мінеральних систем удобрення на фоні полицевого обробітку сприяло зниженню твердості ґрунту у шарі 0–20 см на 15,0–15,9%. Проте це не забезпечило формування комфортних умов за цим показником для кореневих систем рослин, оскільки, як відмічає В. В. Медведєв, твердість вище 25–30 кг/см² значно ускладнює ріст і розвиток коренів рослин (Medvediev, 2009). Автор підкреслює, що оптимальний діапазон для суглинкового ґрунту становить 5–15 кг/см².

Тривале застосування плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив сприяло зниженню показника, відповідно, на 9,4 і 9,7 кг/см², або 30,0 і 30,9% відносно оранки. У варіантах з органо-мінеральними системами твердість ґрунту (шар 0–20 см) знизилася до 16,2–17,5 кг/см² (щільнувата), забезпечивши комфортні умови для росту і розвитку кореневих систем рослин (Medvediev, 2009). За таких умов покращується якість будови ґрунту і кореневі волоски рослин здатні освоювати не лише між-, але і внутрішньоагрегатний простір (Medvediev, 2009).

Під час обліку показника перед збиранням культури було відмічено суттєвий ріст твердості на усіх варіантах агротехнологій, а також

збільшення переваги безполицевих способів основного обробітку, особливо, у шарі 0–10 см. Останнє можна пояснити кращими умовами вологозабезпеченості посадок картоплі за дискового і плоскорізного розпушування.

Визначення щільності будови ґрунту перед посадкою картоплі показало, що спосіб основного обробітку ґрунту практично не впливав на зазначений показник. На удобрених варіантах з безполицевим розпушуванням зафіксовано лише тенденцію до зменшення щільності ґрунту порівняно з оранкою. В той же час системи удобрення забезпечили зниження рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (на 10,5–14,5% відносно неудобрених варіантів). В цілому, в досліді було зафіксовано наступні рівні показника:

$dV_{0-10\text{ см}}=1,31\pm0,06\text{г/см}^3$ (коефіцієнт варіації $V=7,6\%$), $dV_{10-20\text{ см}}=1,36\pm0,06\text{г/см}^3$ ($V=6,8\%$), $dV_{0-20\text{ см}}=1,34\pm0,06\text{г/см}^3$ ($V=7,0\%$).

Не менш важливим показником агроєкологічного стану ґрунту є структурно-агрегатний стан. Було встановлено, що агрофони, де тривалий час (більше 20 років) застосовувалися безполицеві способи основного обробітку, мали кращий структурно-агрегатний стан (в основному, за рахунок зменшення частки мікроагрегатів), (рис. 1). Так, на варіанті без внесення добрив приріст коефіцієнта структурності по шару 0–20 см на фоні плоскорізного обробітку становив 16,4%, а на фоні дискового розпушування – 13,0% порівняно з оранкою.

Таблиця 2. Запаси продуктивної вологи за різних способів основного обробітку та систем удобрення (картопля, середнє за 2014–2016 рр.), мм

Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Період обліків			
		перед посадкою		перед збиранням	
		0–30 см	0–100 см	0–30 м	0–100 см
Полицевий обробіток	Без добрив	31,0	81,5	28,3	57,8
	ТОМ	38,1	87,2	32,7	58,9
	АОМ	37,9	88,2	32,4	59,9
Плоскорізне розпушування	Без добрив	37,5	88,7	32,4	59,3
	ТОМ	43,0	92,7	37,2	61,9
	АОМ	44,1	95,2	38,2	61,1
Мілке безполицеве розпушування	Без добрив	39,2	89,0	33,5	60,9
	ТОМ	42,4	95,7	38,7	61,2
	АОМ	43,4	98,2	38,0	62,5
НІР ₀₅		3,6	4,4	3,3	3,6

Застосування традиційної органо-мінеральної та альтернативної систем удобрення забезпечило підвищення запасів продуктивної вологи в шарі 0–30 см на фоні оранки на 22,9 і 22,3%, плоскорізного розпушування – на 15,9 і 18,9%, дискування – на 9,0 і 11,6%, відповідно.

Перед збиранням врожаю вищі запаси продуктивної вологи сформувалися на варіантах безполицевих способів основного обробітку. Так, на фоні плоскорізного обробітку (без добрив) у шарі 0–30 см приріст становив 3,4 мм або 12,0%, а дискового розпушування – 4,2 мм, або 14,8% порівняно з контролем. Послаблення переваги безполицевих способів на зазначених варіантах у цей період (кінець вегетації культури) пов'язано з поступовим вирівнюванням ґрунтових показників на зазначених агрофонах, а також кращим станом рослин картоплі і, відповідно,

більшим використанням вологи на формування врожаю (Kravchuk, 2016). Застосування органо-мінеральних систем удобрення забезпечило підвищення запасів вологи в шарі 0–30 см на фоні полицевого обробітку на 15,5 і 14,5%, плоскорізного розпушування – на 17,4 і 20,5% та дискування – на 19,1 і 16,9%.

У метровому шарі перед збиранням картоплі запас продуктивної вологи суттєво не відрізнявся між варіантами дослідів і становив $60,39 \pm 0,99$ ($V=2,52\%$).

Облік врожаю бульб картоплі показав, що впродовж 2014–2016 рр. перевага агротехнологій, які базуються на безполицевому розпушуванні, проявилася лише на удобрених варіантах, забезпечивши тенденційне підвищення показника на фоні без внесення добрив (рис. 2).

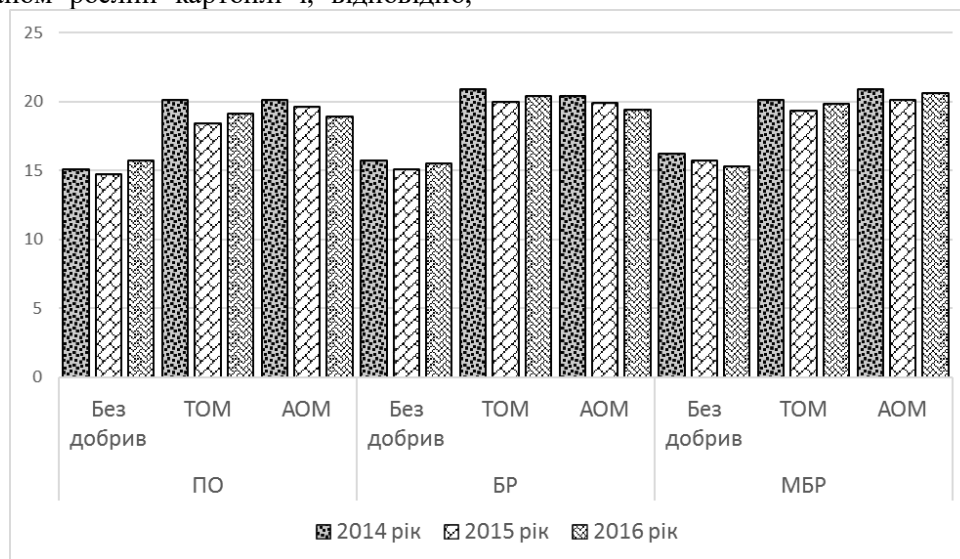


Рис. 2. Урожайність картоплі за різних способів основного обробітку та систем удобрення, т/га (НІР₀₅ (заг.) у 2014 і 2015 рр. становила 0,92 т/га, у 2016 р. – 0,98 т/га)

За умови застосування традиційної системи удобрення приріст врожаю картоплі відносно контролю (без добрив) за полицевого обробітку становив 4,0 т/га (26,3%), плоскорізного розпушування – 5,0 т/га (32,5%), дискового розпушування – 4,0 т/га (25,5%). За альтернативної системи приріст становив 4,3–4,8 т/га або 28,3–30,6% порівняно з контролем.

Комплексну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність ранньостиглої картоплі сорту Беллароса проведено за кластерним аналізом, концепція якого базується на встановленні оптимального значення цільової функції. Більшість алгоритмів кластеризації побудовані на використанні евристичних методів, тому їх вибір зводиться до отримання найбільш

корисного результату. Кластери, що характеризують загальну ефективність способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення в досліді під картоплю, об'єднані в групи за віддалями, які вимірюються за методом «найближчого сусіда». Чим нижче розташована лінія зв'язку чи паралель пари до осі X, тим ці варіанти є найбільш наближені між собою.

Проведений кластерний аналіз підтвердив попередні висновки (рис. 3). Так, за комплексом показників серед варіантів, що досліджувались у досліді, кращими виявились агротехнології, які передбачали мілке безполіцеве розпушування й альтернативна та традиційна системи удобрення, а також безполіцеве розпушування й альтернативна система удобрення.

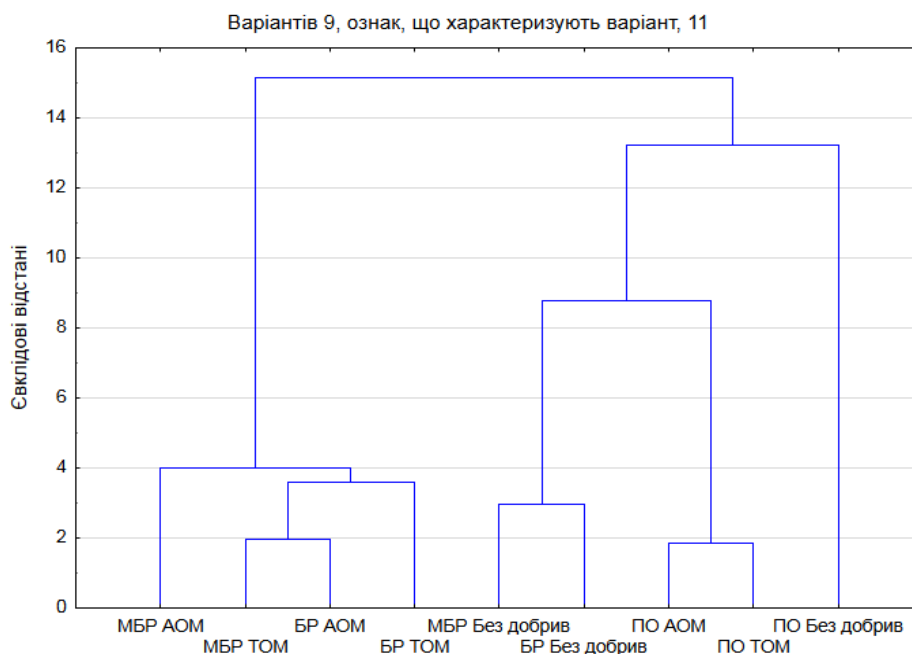


Рис. 3. Результати кластерного аналізу застосування способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення в досліді

Висновки

1. Спостереження в стаціонарному досліді впродовж 2014–2016 рр. показали, що твердість 0–20 см шару ясно-сірого лісового ґрунту на варіанті традиційного полицевого обробітку без добрив становила 31,3 кг/см² (щільна). Тривале застосування плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив сприяло зниженню показника, відповідно, на 9,4 і 9,7 кг/см² відносно оранки. Проте, лише за умови накладання органо-мінеральних систем твердість ґрунту зменшилася до 16,2–17,5 кг/см²

(щільнувата), забезпечивши зниження рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (1,25–1,31 г/см³).

2. Перехід на безполіцеві способи основного обробітку на варіанті без внесення добрив сприяв підвищенню коефіцієнта структурності у шарі 0–20 см на 13,0–16,4% порівняно з оранкою. Система удобрення забезпечила покращання коефіцієнта структурності на фоні полицевого обробітку на 21,8–41,3%, плоскорізного розпушування – на 20,8–29,9, а мілкового безполіцевого – на 15,5–43,7% відносно варіанту без добрив.

3. Агротехнології на базі безполицевих способів основного обробітку сприяли збільшенню запасів продуктивної вологи (шар 0–30 см) перед посадкою картоплі на фоні плоскорізного обробітку на 6,1 мм, або 19,7%, а дискового розпушування – на 7,9 мм, або 25,5%. Застосування традиційної орґано-мінеральної та альтернативної систем удобрення забезпечило підвищення зазначеного показника на фоні оранки на 22,9 і 22,3%, плоскорізного розпушування – на 15,9 і 18,9%, дискування – на 9,0 і 11,6% відповідно.

4. Отже, лише застосування агротехнологій на базі безполицевих способів основного обробітку ґрунту та орґано-мінеральних систем удобрення забезпечує суттєве покращання агрофізичних і водно-фізичних показників. Це корелює з результатами обліку врожаю бульб картоплі, оскільки впродовж періоду досліджень перевага агротехнологій, які базуються на безполицевому розпушуванні проявилася лише на варіантах, де застосовувались орґано-мінеральні системи. Так, за традиційної системи удобрення, приріст врожаю картоплі становив 4,0–5,0 т/га або 25,5–32,5%, а альтернативної системи – 4,3–4,8 т/га, або 28,3–30,6% відносно контролю (без добрив).

References

- Budonnyi, Yu. V. & Shevchenko, M. V. (2004). Gruntozakhyzna resursozberihaiucha systema osnovnoho obrobittku ґрунту pid kultury v polovykh sivozminakh dlia umov Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The soil-protective resource-saving system of the main soil tillage under cultures in field rotations for conditions of the Left-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho DAU. Ser. Ahronomiia*, 8, 67–72 [in Ukrainian].
- Chen, Y. L., Palta, J., Clements, J., Buirchell, B., Kadambot, H. M. & Siddique, R. Z. (2014). Root architecture alteration of narrow-leaved lupin and wheat in response to soil compaction. *Field Crops Research*, 165, 61–70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.007>.
- Kadžienė, G., Munkholm, L. J. & Mutegi, J. K. (2011). Root growth conditions in the topsoil as affected by tillage intensity *Geoderma*, 166, 1, 66–73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.07.013>.
- Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Dovbysh, L. L. & Yakovenko, O. P. (2016). Zmina ahrofizychnykh pokaznykiv svitlo-siroho lisovoho ґрунту zalezhno vid sposobiv osnovnoho obrobittku ta udobrennia v Pravoberezhnomu Polissi [Change in agrophysical indicators of light-gray forest soil, depending on the methods of basic processing and fertilization in Pravoberezhnyi Polesie]. *Zb. nauk. pr. Nats. nauk. tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3–4, 12–22 [in Ukrainian].
- Kyryliuk, V. P. (2011). Produktivnist kultur sivozminy zalezhno vid system osnovnoho obrobittku ґрунту [Productivity of cultures of a crop rotation depending on the systems of the main soil tillage]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1–2, 77–85 [in Ukrainian].
- Kyryliuk, V. P., Tymoshchuk, T. M. & Kotelnyska, H. M. (2019). Vplyv system osnovnoho obrobittku ґрунту ta udobrennia na produktyvnist yachmeniu yarooho [Influence of basic tillage and fertilizer systems on spring barley productivity]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 9 (82), 36–44. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44> [in Ukrainian].
- Medvedev, V. V. (2007). Neodnorodnost pochv y tochnoe zemledelye. Chast I. Vvedenye v problemu [Heterogeneity of soils and exact agriculture. Part I. Introduction to a problem]. Kharkiv : Drukarnia №13 [in Ukrainian].
- Medvediev, V. V. (2009). Tverdost y tverdohrammy v yssledovaniakh po obrabotke pochv [Hardness and tverdogramma in researches on tillage of soils]. *Pochvovedenye*, 3, 325–336 [in Ukrainian].
- Medvediev, V. V. (2010). Tverdist ґрунту yak kryterii dlia obgruntuvannia tekhnolohii i tekhnichnykh zasobiv yoho obrobittku [Soil hardness as criterion for justification of technologies and technical means of its processing]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 4, 14–18 [in Ukrainian].
- Taylor, H. M. & Brar, G. S. (1991). Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research*, 19 (2–3), 111–119. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90080-H](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90080-H).
- Torbert, H. A. & Wood, C. W. (1992). Effects of soil compaction and water-filled pore space on soil microbial activity and N losses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23 (11–12), 1321–1331. doi: <https://doi.org/10.1080/00103629209368668>.
- Veremeienko, S. I. & Semenko, L. O. (2019). Suchasni problemy dehradatsii ґруntiv – trofichnyi aspekt [Current problems of soil degradation are a trophic aspect]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 1 (74), 69–75. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-74-1-69-75> [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-69-76

UDC 635.21:631.527

THE ABILITY TO FORM POTATOES OF THE PROGENY OF INTERSPECIFIC AND INTRASPECIFIC POTATO HYBRIDS**A. Podhaietskyi, M. Gnitetskyi, I. Parchomenko**

e-mail: podgaje@ukr.net

Sumy National Agrarian University

160, H. Kondratiev Str., Sumy, 40021, Ukraine

The results of the study are devoted to the important problem of potatoes – the attachment of large numbers of tubers to plants. Therefore, the purpose of the experiment was to determine the effect of the crossing components on the expression of the index among the off spring of original material created with the participation of Mexican wild potato species. The studies were performed according to the methods adopted for breeding and genetic experiments with potatoes.

The highest number of tubers (up to 12 pieces/nest) was characterized by the six-species hybrid 81.459s18, three-time backcross of the six-species hybrid 08.195/73, as well as the variety of intra-species origin of Podolia. The mean of the parents on manifestation of the trait depended on its expression in the crossing components and the maximum was 13.6 tubers/nest in the crossing components of the hybrid 08.195/73 and the Partner variety.

The offspring of the combinations differed significantly in the limits of manifestation of the trait. It is established that its minimum value is due to the use of the maternal form of the Verdi variety. The opposite was true of the descendants of the crosses of Bagryana x 89.202s79. Depending on the other component of the crossing, a specific reaction of the Podolia variety to the maximum number of tubers in the nest was detected.

Selected populations with an average manifestation of a trait among offspring of more than 10 tubers/nest, which exceeded the expression of the standard varieties by 2 or more times. Successful in this respect were combinations of 10.6G38 x Podolia, Basis x Podolia, Bagryana x 89.202s79 and Teteriv x Streams. The opposite was true for populations of Verdi x Basis and Stream x Podolia.

A high or very close correlation was established between the mean population value of the indicator and, in part, offspring with a higher expression of the trait than in the better parental form; the average offspring and the proportion of hybrids with the number of tubers in the nest 10 pcs. and larger, and with more of them than in the best parent form.

Key words: potatoes, number of tubers in the nest, parental forms, offspring, correlation.

БУЛЬБОУТВОРЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ ПОТОМСТВА МІЖВИДОВИХ ТА МІЖСОРТОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ**А. А. Подгасцький, М. О. Гнітецький, І. І. Пархоменко**

e-mail: podgaje@ukr.net

Сумський національний аграрний університет

вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна

Результати дослідження присвячені важливій проблемі картоплярства – зав'язування у рослин великої кількості бульб. А тому метою експерименту було визначити вплив компонентів схрещування на вираження показника серед потомства оригінального матеріалу, створеного за участю мексиканських диких видів картоплі. Дослідження виконували згідно з методиками, прийнятими для селекційно-генетичних експериментів з картоплею.

Найбільшою кількістю бульб (до 12 шт./гніздо) характеризувалися шестивидовий гібрид 81.459с18, триразовий бекрос шестивидового гібрида 08.195/73, а також сорт внутрішньовидового походження Подоля. Середнє батьків за проявом ознаки залежало від вираження її у компонентів схрещування і максимальним було 13,6 бульб/гніздо у компонентів схрещування гібрида 08.195/73 і сорту Партнер.

Потомство комбінацій значно відрізнялося за лімітами прояву ознаки. Встановлено, що мінімальне його значення обумовлене використанням материнською формою сорту Верді. Протилежне стосувалося потомства від схрещування Багряна х 89.202с79. Залежно від іншого компоненту схрещування виявлена специфічна реакція сорту Подолія на максимальну кількість бульб у гнізді.

Виділені популяції з середнім проявом ознаки поміж потомства більше 10 бульб/гніздо, що в 2 і більше разів перевищувало вираження показника в сортів-стандартів. Вдалими в цьому відношенні виявилися комбінації 10.6Г38 х Подолія, Базис х Подолія, Багряна х 89.202с79 і Тетерів х Струмок. Протилежне стосувалося популяцій Верді х Базис і Струмок х Подолія.

Встановлена висока, або дуже близька до цього, кореляція між середнім популяційним значенням показника і часткою потомства з вищим вираженням ознаки, ніж у кращої батьківської форми; середнім потомства і часткою гібридів з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше, а також з більшою їх кількістю, ніж у кращої батьківської форми.

Ключові слова: картопля, кількість бульб у гнізді, батьківські форми, потомство, кореляція.

Вступ

Кількість бульб, які формуються у рослини – один з основних чинників її продуктивності. Між проявом ознаки та середнім урожаєм існує пряма кореляція (Kratzig, 1980). Обидві ознаки контролюються полігенно, а тому, по-перше, характеризуються, як правило, одновершинним розподілом потомства, по-друге, на прояв ознаки великою мірою впливають зовнішні чинники.

Відомі сорти з високим фенотиповим вираженням кількості бульб у гнізді. Серед створених в Україні до них відносяться – Обрій, Пост 86, Купава (Bondus et al., 2009), Дніпрянка, Поляна (Podhaietskyi & Kovalenko, 2013); білоруської селекції – Бриз, Дубрава, Янка, Рагнеда (Kovalenko, 2013); дальнього зарубіжжя – Sola, Sosna, Lipsi (Bondus et al., 2009).

Гетерозис за полігенними ознаками в картоплі досягається розміщенням різних алелів у локусах чотирьох хромосом (Howard, 1960). Водночас, гетероалелізм у межах культурних сортів певною мірою вичерпаний, що ускладнює створення нових сортів з вищим проявом ознак, ніж у батьківських форм. Ось чому спроба отримати гетерозисні форми серед потомства німецьких сортів не мали успіху (Engel, 1957). Аналогічну думку підтримують також інші дослідники (Muthoni et al., 2015).

Підвищити рівень гетероалелізму у сортів *S. tuberosum* L. можливо за умови розширення генофонду батьківських форм шляхом залучення в гібридизацію культурних та диких видів (Sanford et al., 1982; Staub et al., 1982). А це можна зробити, мобілізуючи генетичні ресурси культурних і диких видів (Kiru & Rogozina, 2016).

Результати дослідження з визначення перспективності вторинних міжвидових гібридів картоплі (Podhaietskyi, 2004) за участю дикого мексиканського виду *S. bulbocastanum* Dup. стосовно здатності їх зав'язувати велику кількість бульб засвідчили, що окремі з них мали більше 30 бульб/гніздо і майже у два рази перевищували в цьому відношенні сорти-стандарті (Podhaietskyi, 1988). Водночас, залучення у практичну селекцію генофонду культури – складний (Pershina & Trubacheeva, 2016; Anisimova & Gavrilenko, 2017), але перспективний шлях підвищення результативності селекційного процесу (Gavrilenko & Yermishin, 2017). У процесі беккросування (насичуючих схрещувань до B^1 – B^2) фенотиповий прояв ознаки дещо знижувався, проте окремі гібриди зав'язували в середньому по 20 бульб у гнізді, що в 1,5 раза більше, ніж у сортів-стандартів (Podhaietskyi & Kovalenko, 2013).

Для практичної селекції недостатньо знати вираження показника в компонентів схрещування. Дуже важливою є генетична характеристика батьківських форм, тобто здатність передавати властивість потомству. Це вищий рівень дослідження матеріалу, ніж спостереження за проявом ознаки. Тому метою дослідження було визначити вплив компонентів схрещування на вираження показника серед потомства оригінального матеріалу, створеного за участю мексиканських диких видів картоплі

Матеріали та методи

Вихідним матеріалом в експерименті використане потомство від схрещування беккросів, отриманих за участю вторинних

міжвидових гібридів: $[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}$ $\times S. \text{andigenum}$ $\times S. \text{tuberosum}$ – шестивидових, $[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}$ $\times S. \text{tuberosum}$ – п'ятивидових, $[(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{andigenum}] \times S. \text{tuberosum}$ – чотиривидових, $(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{tuberosum}$ – тривидових. Компонентами насичуючих схрещувань використані різні культурні сорти. Окремі комбінації отримані від схрещування двох сортів. Сортами-стандартами використані наступні: Тирас, Явір і Случ.

Методи дослідження загальноприйняті при проведенні досліджень з генофондом картоплі (Kutsenko et al., 2002). Кожен генотип вирощувався як окрема рослина популяції. Визначали кількість бульб у гнізді батьківських форм і потомства на матеріалі другого бульбового покоління.

Результати досліджень та обговорення

Як свідчать наведені дані (табл. 1), компоненти схрещування значно відрізнялись за кількістю бульб у гнізді. У цілому, їх більшу кількість мали беккроси міжвидових гібридів з максимальним значенням у V^3 шестивидового гібрида 08.195/73, на першому етапі одержання якого використане схрещування двох міжвидових гібридів – 15,6 шт./гніздо. Відносно високою здатністю зав'язувати бульби також характеризувався шестивидовий гібрид 81.459с18 – 12 бульб/гніздо. Водночас, окремі гібриди мали значно нижчий прояв ознаки, наприклад 10.6Г38 – 7,3 бульби/гніздо, 89.202с79 – 8,4. Аналогічне стосувалось сортів-міжвидових гібридів з аналогічним походженням до згаданих, а саме: Подолянка, Базис.

Серед сортів-компонентів схрещування максимальне вираження показника виявлено в сорту Подолянка – 12,0 бульб/гніздо. Невеликою мірою поступався йому у цьому відношенні сорт Партнер. У інших прояв ознаки був значно нижчим з мінімальним значенням у сортів Тирас, Струмок, Явір і Багряна – 4,3–6,8 бульби/гніздо.

Залежно від величини показника в компонентів схрещування середнє батьків виявилось різним. Максимальний прояв ознаки виявлений у батьків популяції 10 – 08.195/73 $\times$ Партнер (13,6 бульб/гніздо). Ненабагато меншим вираженням показника характеризувалася батьківська пара 08.195/73 $\times$ Подолянка – 12,9 бульб/гніздо. У обох вирішальним чинником високого значення середніх даних виступав беккрос міжвидового гібрида 08.195/73.

Водночас, у окремих комбінацій середнє значення показника у батьків виявилось дуже низьким. Це відносилось, головним чином, до сортів-компонентів схрещування. Наприклад, у пари Струмок і Явір воно було найнижчим у досліді – 6,3 бульби/гніздо, що в 2,2 рази менше, ніж у кращої комбінації з використанням компонентом схрещування триразового беккроса шестивидового гібрида 08.195/73 і сорту Партнер. Водночас, це лише на 0,2 бульби/гніздо менше, ніж у батьків комбінації Базис (міжвидовий гібрид) і Тирас. Стосовно сортів дуже низьке значення показника виявлено у батьків популяції Тетерів і Струмок – 7,1 бульба/гніздо.

Слід відмітити, що жоден з компонентів схрещування не поступався за здатністю формувати бульби сортам-стандартам – Случ і Тирас. Водночас, сорти Летана, Мелавіца і Струмок мали менше бульб у гнізді, ніж сорт-стандарт Явір.

Таблиця 1. Кількість бульб у гнізді батьківських форм та їх середнє значення, 2019 р.

№ ком-бінації	Походження	Кількість бульб шт./гніздо		
		♀	♂	середнє
1	2	3	4	5
4	Верді $\times$ Базис (85.291с12 $\times$ Багряна)	10,9	8,6	9,8
5	Верді $\times$ 81.459с18	10,9	12,0	11,5
6	Зелений гай $\times$ Подолянка (Аусонія $\times$ 88.1439с6)	11,3	10,1	10,7
7	Верді $\times$ Подолянка	10,9	10,1	10,5
8	Тетерів $\times$ Подолянка	8,0	10,1	9,1
9	08.195/73 $\times$ Подолянка	15,6	10,1	12,9

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
10	08.195/73 х Партнер	15,6	11,6	13,6
11	08.195/73 х Летана	15,6	6,1	10,9
12	08.195/73 х Мелавіца	15,6	6,3	11,0
13	08.195/73 х Тирас	15,6	4,3	10,0
14	10.6Г38 х Подолія	7,3	12,0	9,7
15	10.6Г38 х Білоруська 3	7,3	9,1	8,2
18	Подолія х Струмок	12,0	6,1	9,1
21	Тетерів х Струмок	8,0	6,1	7,1
22	Базис х Тирас	8,6	4,3	6,5
23	Базис х Подолія	8,6	12,0	10,3
24	Струмок х Подолія	6,1	12,0	9,1
25	Струмок х Явір	6,1	6,5	6,3
26	Подолія х 81.459с18	12,0	12,0	12,0
28	Багряна х 89.202с79	6,8	10,0	8,4
	Тирас, стандарт	-	-	4,3
	Явір, стандарт	-	-	6,5
	Случ, стандарт	-	-	3,0

Як свідчать дані таблиці 2, мінімальне значення кількості бульб у гнізді – 1 шт. виявлено лише серед потомства чотирьох популяцій. У трьох з них материнською формою використаний сорт Верді, а ще в однієї – сорт Тетерів. З викладеного можна припустити, що крайнє нижнє значення лімітів обумовлене впливом контролю ознаки зі сторони сорту Верді.

У трьох популяціях мало місце найбільше мінімальне значення лімітів, зокрема, серед потомства комбінації Багряна х 89.202с79 – 6 шт./гніздо, що близьке до прояву ознаки у кращого з сортів-стандартів – Явір. Ще у двох

популяціях: Подолія х 81.459с18 і Подолія х Струмок величина показника становила 5 бульб/гніздо. Це вище, ніж у сортів-стандартів Тирас і Случ. У обох материнською формою використовувався сорт Подолія, проте в популяції № 26 запилювачем був шестивидовий гібрид, а також № 18 сорт Струмок. Викладене можна розцінювати як позитивний вплив на прояв показника сорту Подолія серед потомства як з міжвидовим гібридом, так і сортом, хоча використання сорту Подолія запилювачем не відбилося позитивно на величині мінімального значення лімітів.

Таблиця 2. Кількість бульб у гнізді потомства від схрещування міжвидових та внутрішньовидових гібридів (друге бульбове покоління), 2019 р.

№ популяції	Кількість гібридів, шт.	Кількість бульб/гніздо, шт.			V, %	Гібридів (%) з кількістю бульб у гнізді	
		ліміти	різниця лімітів	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		вище кращої із батьківських форм	10 шт. і більше
1	2	3	4	5	6	7	8
4	5	1-7	6	3,6±0,9	56	0,0	0,0
5	13	1-16	15	8,1±0,5	38	23,1	38,5
6	15	4-18	14	8,0±1,1	49	20,0	26,7
7	15	1-20	19	8,5±1,1	49	40,0	40,0
8	19	1-15	14	7,1±0,9	54	21,1	31,6
9	17	4-27	23	8,5±1,3	61	5,9	11,2

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
10	10	2-17	15	7,1±1,3	56	0,0	20,0
11	24	3-18	15	7,0±0,8	57	8,3	16,7
12	9	2-14	12	7,6±1,1	42	0,0	22,2
13	22	4-16	12	8,8±0,9	40	4,6	36,4
14	21	2-20	18	10,3±1,1	51	57,1	52,4
15	20	3-17	14	8,3±0,9	48	30,0	30,0
18	8	5-15	10	9,7±1,3	37	50,0	37,5
21	7	4-22	18	11,3±2,2	44	28,6	28,6
22	28	3-20	17	9,0±0,9	47	39,3	39,3
23	38	3-28	25	11,3±1,0	48	49,1	20,5
24	7	2-8	6	4,9±0,9	47	0,0	0,0
25	7	3-16	13	9,1±1,5	44	71,4	57,1
26	5	5-10	5	7,2±0,7	22	0,0	20,0
28	8	6-21	15	12,0±1,8	41	50,0	50,0

Лише у двох комбінаціях: Верді х Базис і Струмок х Подолія максимальна кількість бульб серед гібридів виявилась менше 10 шт. Водночас, виділені популяції із значною кількістю бульб у гнізді. Це стосувалося потомства з походженням Базис х Подолія, у якої один з гібридів мав 28 бульб/гніздо. Незначною мірою поступалася згаданий популяція 08.195/73 х Подольнка – 27 шт.

Залежно від величини лімітів вираховувалась їх різниця. Як свідчать отримані дані, вирішальну роль відігравала при цьому максимальна кількість бульб у гнізді. Саме в згаданих вище комбінаціях: Базис х Подолія і 08.195/73 х Подольнка різниця лімітів виявилася найбільшою, відповідно, 25 і 23 бульби/гніздо. Протилежне стосувалося популяцій Верді х Базис, Подолія х 81.459с18 і Струмок х Подолія. Як свідчить походження потомства, серед трьох комбінацій двічі компонентом схрещування використовувався сорт Подолія, причому як з міжвидовим гібридом, так і сортом.

Важливим показником, який характеризує селекційну цінність комбінацій за досліджуваною ознакою є середньопопуляційна його величина. Як свідчать отримані дані, у чотирьох вона перевищувала 10 бульб/гніздо. Це такі популяції: 10.6Г38 х Подолія, Базис х Подолія, Багряна х 89.202с79 і Тетерів х Струмок. Три перші комбінації одержані за участю міжвидових гібридів, їх беккросів, а остання – в результаті міжсортних схрещувань. Ще одна особливість комбінацій – у двох запилювачем використовувався сорт Подолія.

Протилежне викладеному стосувалося

популяцій Верді х Базис і Струмок х Подолія, у яких, відповідно, середнє комбінаційне значення показника було 3,6 і 4,9 бульб/гніздо, що близьке до прояву ознаки в сорту-стандарту Тирас.

Отримані дані дозволяють судити про взаємний вплив компонентів схрещування на вираження показника серед потомства. У блоці з чотирьох комбінацій за участю запилювачем сорту Подольнка у трьох: з сортами Зелений гай, Верді і беккросом шестивидового гібрида отримані порівняно близькі дані – 8,0–8,5 бульб/гніздо. Інше стосувалося комбінації за використання материнською формою сорту Тетерів, у якої середнє популяційне значення показника поміж потомства становило лише 7,1 бульба/гніздо.

Порівняно з викладеним, дещо інше мало місце в блоці комбінацій з материнською формою беккросом шестивидового гібрида 08.195/73. Вважаємо, невдалим для високого прояву ознаки серед потомства виявилось використання запилювачем сорту Летана. У цієї комбінації середній прояв ознаки поміж потомства становив 7,0 бульб/гніздо. Незначною мірою вплинув на вираження показника запилювач сорт Партнер – 7,1 бульби/гніздо. Позитивно відбилось на кількості бульб серед потомства використання запилювачами сортів Подольнка і Тирас. Перший за походженням – міжвидовий гібрид, а останній – міжсортний.

Вдалим виявилось використання сорту-мідвидового гібрида Базис як материнської форми. У обох комбінаціях за його участю потомство характеризувалося порівняно високою бульбоутворюючою здатністю.

Негативно відбилосся на прояві кількості бульб серед потомства використання сорту Подолія запилювачем за схемою внутрішньовидових схрещувань. У комбінації з сортом Струмок середня популяційна величина показника виявилася дуже низькою – 4,9 бульб/гніздо, хоча в комбінаціях з міжвидовими гібридами (Базис, 10.6Г38) середнє значення гібридів було високим. Водночас, за використання сорту Струмок компонентом схрещування згідно зі схемою внутрішньовидових схрещувань отримані позитивні результати.

Зважаючи на широкі можливості розщеплення прояву ознаки серед потомства від беккросування міжвидових гібридів, величини коефіцієнта варіації показника високі. Особливо це стосувалося комбінацій за участю беккроса шестивидового гібрида 08.195/73. Водночас, у популяції Подолія х 81.459с18 його значення досить низьке – 22 %, що можна пояснити невеликою різницею лімітів.

Великою мірою практична цінність комбінацій за ознакою визначається часткою гібридів з вищим проявом показника, ніж у кращої батьківської форми. Як свідчать отримані дані, лише в п'яти комбінацій з 20-и відсутні гібриди зі згаданою характеристикою, у тому числі одна від міжсортних схрещувань.

Зважаючи на багатобульбовість більшості міжвидових гібридів, їх беккросів, лише в двох комбінаціях: 10.6Г38 х Подолія і Багряна х 89.202с79 частка потомства з вищим вираженням показника, ніж у кращої батьківської форми становила 50% і більше. Аналогічне також відносилось до двох комбінацій внутрішньовидового походження: Подолія х Струмок і Струмок х Явір. У останньому випадку викладене можна пояснити дуже низьким проявом ознаки у батьківських форм.

Ще вищу цінність для практичної селекції мають комбінації з часткою потомства 10 і більше бульб/гніздо. Тільки в двох популяціях: однієї від беккросування міжвидового гібриду (Верді х Базис) та однієї – від внутрішньовидових

схрещувань (Струмок х Подолія) відсутнє потомство із згаданою характеристикою. Водночас, у інших трьох комбінаціях: 10.6Г38 х Подолія, Багряна х 89.202с79 та Струмок х Явір частка потомства з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше як мінімум становила 50 %. Перші дві популяції отримані за схемою насичуючих схрещувань за участю міжвидових гібридів, а остання – в результаті внутрішньовидового схрещування.

Вираховували кореляційну залежність між проявом ознаки серед батьків, потомства та часткою гібридів з високим вираженням показника (табл. 3). Виявлена висока пряма залежність між кількістю бульб у материнських форм і середнього батьків, що пояснюємо більшим, за рідким винятком, прояву ознаки у материнських форм, ніж запилювачів. Останнє підтверджувалося також лише середньою прямою залежністю між вираженням показника у запилювачів та середнього батьківських форм.

Висока, або дуже близька до цього, пряма залежність виявлена між середнім популяційним значенням показника і часткою гібридів з кількістю бульб більшою, ніж у кращої батьківської форми; часткою гібридів з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше та середньо популяційним значенням показника, а також часткою гібридів з вищим вираженням ознаки, ніж у кращого з батьків.

Середня зворотна залежність мала місце між багатьма ознаками: середнє батьків та таке ж у популяції; часткою гібридів з кількістю бульб більшою, ніж у кращої батьківської форми та проявом ознаки у материнських форм, а також середнього батьків; часткою гібридів з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше та проявом ознаки у материнських форм, а також середнього батьків.

Викладене дозволяє стверджувати про цінність для відборів у практичній селекції використання не лише середнього популяційного вираження ознаки, але й частоти гібридів з більшою кількістю бульб у гнізді, ніж у кращої батьківської форми, а також з наявністю їх 10 шт. і більше.

Таблиця 3. Кореляційна залежність (r) між кількістю бульб у гнізді батьківських форм і потомства, 2019 р.

№ з/п	Показник	Прояв ознаки у запилювача	Середнє батьків	Середнє популяційне	Частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у крапці батьківської форми	Частка потомства з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше
1	Прояв ознаки у материнської форми	-0,22	+0,73	-0,26	-0,62	-0,35
2	Прояв ознаки у запилювача		+0,5	-0,11	-0,07	-0,19
3	Середнє батьків			-0,32	-0,61	-0,45
4	Середнє популяційне				+0,70	+0,68
5	Частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у крапці батьківської форми					+0,79

Висновки

Доведений значний потенціал складних міжвидових гібридів, їх беккросів за здатністю зав'язувати бульби, що у багатьох випадках перевищувало прояв ознаки у селекційних сортів та стандартів.

Визначена відмінність потомства популяцій за мінімальним значенням лімітів вираження показника. Часто (у трьох популяцій з чотирьох) таке спостерігалось серед комбінацій за участю материнської форми сорту Верді. Позитивно вплинуло на величину показника використання материнською формою сорту Подолія.

У окремих популяціях відмічено, що максимальна величина лімітів залежала від використання компонентами схрещування сортів Подолька (беккрос міжвидового гібрида) і Подолія, хоча останній з материнською формою сортом Струмок обумовив дуже низьке вираження показника.

Виділені окремі комбінації як з дуже великою різницею лімітів – до 25 бульб/гніздо (Базис х Подолія), так і досить малою – до 5 бульб/гніздо (Подолія х 81.459с18).

Встановлено, що комбінації з великою середньою кількістю бульб у гнізді серед потомства (більше 10 шт.) можна виділити, використовуючи як міжвидову, так і внутрішньовидову гібридизації. Виявлена вплив

на прояв показника материнських форм або запилювачів, міжвидових гібридів чи сортів. Більшості комбінацій властива селекційна цінність за часткою потомства з вищим проявом ознаки, ніж у крапці батьківської форми, або з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше.

References

Anisimova, I. N. & Gavrilenko, T. A. (2017). Tsitoplazmaticheskaya muzhskaya sterilnost i perspektivy eye ispolzovaniya v selektsionno-geneticheskikh issledovaniyakh i semenovodstve kartofelya [Cytoplasmic male sterility and prospects for its utilization in breeding. genetic studies and seed production of potato]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 21 (1), 83–95. doi: 10.18699/VJ17.226 [in Russian].

Bondus, R. O., Podhaietskyi, A. A. & Tokman, V. S. (2009). Otsinka serednorannikh sortiv kartopli – skladovykh kolektsii Ustymivskoi doslidnoi stantsii [Evaluation of middle-early potato varieties – constituents of the collection of the Ustimov Research Station]. *Henetychni resursy Roslyn*, 7, 164–173 [in Ukrainian].

Devaux, A., Kromann, P. & Ortiz, O. (2014). Potatoes for sustainable global food security. *Potato Research*, 57, 185–199. doi: 10.1007/s11540-014-9265-1.

Engel, K. H. (1957). Grundlegende Fragen zu

einem Schema für Arbeiten mit Inzuchten bei Kartoffeln. *Züchter*, 27, 98–112.

Gavrilenko, T. A. & Yermishin, A. P. (2017). Mezhdovaya gibridizatsiya kartofelya: teoreticheskiye i prikladnyye aspekty [Interspecific hybridization of potato: theoretical and applied aspects]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*, 21 (1), 16–29. doi : 10.18699/VJ17.220 [in Russian].

Kiru, S. D. & Rogozina, E. V. (2017). Mobilizatsiya, sokhraneniye i izucheniye geneticheskikh resursov kultiviruyemogo i dikorastushchego kartofelya [Mobilization, conservation and cultivated and wild potato genetic resources]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*, 21 (1), 7–15. doi: 10.18699/VJ17.219 [in Russian].

Kumari M., Kumar M. & Solankey S. (2018). Breeding Potato for Quality Improvement, Potato - From Incas to All Over the World. Retrieved from <https://www.intechopen.com/books/potato-from-incas-to-all-over-the-orld/breeding-potato-for-quality-improvement>. doi: 10.5772/intechopen.71482.

Kutsenko, V. S., Osypchuk, A. A. & Podhaietskyi, A. A. (2002). Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu [Methodological recommendations for

conducting research with potatoes]. Nemishaieve : Instytut kartopliarstva UAAN [in Ukrainian].

Muthons, J., Kabira, J., Shimelis, H. & Melis, R. (2015). Tetrasomic inheritance in cultivated potato and implications in conventional breeding. *Aust. J. Crop Sci.*, 9, 185–190.

Pershina, L. A. & Trubacheeva, N. V. (2016). Mezhdovaya nesovmestimost pri otdalennykh gibridizatsii rasteniy i vozmozhnosti eye preodoleniya [Interspecific incompatibility in wide hybridization of plants and ways to overcome]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*, 24 (4), 416–425. doi: 10.18699/VJ16.082 [in Russian].

Podhaietskyi, A. A. (1988). Vydilennia bahatobulbovykh form kartopli pry mizhvydovii hibrydyzatsii [Solation of multibull forms of potatoes in interspecific hybridization]. *Kartopliarstvo*, 19, 10–12 [in Ukrainian].

Podhaietskyi, A. A. & Kovalenko, V. M. (2013). Adaptivnist sortiv kartopli seleksii Instytutu kartopliarstva NAAN za kilkistiu bulb u hnizdi. [Adaptability of potato varieties of the NAAS Potato Breeding Institute by the number of potatoes in the nest]. *Kartopliarstvo Ukrainy*, 3–4 (32–33), 2–7 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-77-85

UDC 633.16:631.5/631.8

THE EFFECT OF GROWTH TECHNOLOGY FEATURES ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN THE CONTEXT OF UKRAINIAN WESTERN POLISSIA**M. Orlovsky¹, T. Tymoshchuk¹, O. Konopchuk¹,
V. Voitsehivsky², I. Didur³**

e-mail: orlovskyy2108@gmail.com, tat-niktim@ukr.net

¹Zhytomyr National Agroecological University
7, Sary Blvd, Zhytomyr, 10002, Ukraine²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
15, Heroyiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine³Vinnitsia National Agrarian University
3, Sonyachna Str., Vinnitsa, 21008, Ukraine

Due to climate change, it is necessary to take into account the stressors affecting plant growth and development to ensure a high yield of winter wheat grain. The realization of the genetic potential of winter wheat productivity in critical periods can be achieved by improving the cultivation technology features used for this grain crop.

The purpose of our research is to study the effect of seed treatment with the plant growth stimulator Vypel K and the spraying the plants with the growth stimulator Vypel-2 combined with microfertilizers Orakul on winter wheat productivity in Ukrainian Western Polissia.

It is established that while cultivating winter wheat Astarta on typical slightly humic black soil typical, it is effective to supplement the technology with growth stimulants Vypel-K and Vypel-2 in combination with liquid microfertilizer Orakul colofermin LLC "Dolyna-Tsentr". It makes possible to increase the resistance to adverse environmental factors, reduce plant death during the growing season and has a positive effect on the formation of the main indicators of winter wheat crop structure.

The investigation proves that treating seeds with growth stimulator Vypel-K (0,5 kg/t) and spraying crops with growth stimulator Vypel-2 (0,5 l/ha) at the 29th and 39th stages of organogenesis ensures obtaining the grain yield at the level of 7,03 t/ha, which is 7.7 % more compared to the control.

The highest productivity of winter wheat Astarta (7.48 t/ha) is provided by the use of growth stimulants Vypel-K (0.5 kg/t) to treat seed and Vypel-2 (0.5 l/ha) to spray with Orakul microfertilizer at the 29th and 39th stages of organogenesis. The grain yield proved to increase by 14.5 % compared to the control.

The prospects for further research should focus on the studying the effects of integrated using Orakul microfertilizer and growth stimulant Pennant on the quality of winter wheat grain.

Key words: plant growth stimulator, winter wheat, micronutrient fertilizer, seed dressing, foliar nutrition, grain yield.

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**М. Й. Орловський¹, Т. М. Тимошук¹, О. В. Конопчук¹,
В. І. Войцехівський², І. М. Дідур³**

e-mail: orlovskyy2108@gmail.com, tat-niktim@ukr.net

¹Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна² Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна;³Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

У зв'язку із змінами клімату, для забезпечення високої урожайності зерна пшениці озимої, слід враховувати чинники впливу стресових факторів на процеси росту і розвитку рослин. Реалізацію

генетичного потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в критичні періоди можна досягти за рахунок удосконалення елементів технології вирощування цієї зернової культури.

Метою наших досліджень було вивчити вплив оброблення насіння стимулятором росту рослин Вимпел К та обприскування рослин стимулятором росту Вимпел-2 сумісно з мікродобривами Оракул на продуктивність пшениці озимої в умовах Західного Полісся України.

Встановлено, що за вирощування пшениці озимої сорту Астарта на чорноземі типовому слабогумусованому ефективним є застосування у технології вирощування стимуляторів росту Вимпел-К і Вимпел-2 сумісно з рідкими мікродобривами Оракул колофермин ТОВ "Долина-Центр". Це дає можливість підвищити стійкість до несприятливих чинників довкілля, зменшити загибель рослин протягом вегетації та позитивно впливає на формування основних показників структури врожаю пшениці озимої.

Досліджено, що оброблення насіння стимулятором росту Вимпел-К (0,5 кг/т) та обприскування посівів стимулятором росту Вимпел-2 (0,5 л/га) на 29 і 39 етапах органогенезу забезпечує отримання урожайності зерна на рівні 7,03 т/га, що на 7,7% більше порівняно з контролем.

Найвищу продуктивність пшениця озима сорту Астарта (7,48 т/га) забезпечує використання стимуляторів росту Вимпел-К (0,5 кг/т) для оброблення насіння та Вимпел-2 (0,5 л/га) для комплексного обприскування з мікродобривами Оракул на 29 і 39 етапах органогенезу. Урожайність зерна підвищується на 14,5 % порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на вивченні впливу комплексного застосування мікродобрива Оракул і стимулятора росту рослин Вимпел на якість зерна пшениці озимої.

Ключові слова. стимулятори росту рослин, мікродобрива, оброблення насіння, підживлення, пшениця озима, урожайність зерна.

Вступ

Серед зернових культур в Україні перше місце за площами посіву традиційно займає пшениця озима, виробництво високоякісного зерна якої відіграє важливу роль у вирішенні продовольчої та кормової проблем. Важливим завданням аграрного сектору є стабільне нарощування обсягів виробництва зерна незалежно від несприятливих метеорологічних умов (посухи, суховії, високі температури тощо). За сучасних умов господарювання одним із першочергових напрямів розвитку сільськогосподарського виробництва є застосування новітніх технологій вирощування пшениці озимої, що дають змогу підвищувати врожайність і стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля (Tkachuk et al., 2017; Petrychenko & Korniichuk, 2018; Polovyi et al., 2018).

Одним із шляхів вирішення цього завдання є використання в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур біологічно активних речовин, які здатні регулювати ростові процеси рослин та захищати їх від абіотичних та біотичних стресів (Morhun, 2002; Makoveichuk et al., 2018).

Під регуляторами росту і розвитку рослин розуміють синтетичні й природні органічні хімічні речовини, яким властива біологічна активність навіть у невеликих кількостях викликати зміни у фізіологічних і біохімічних процесах рослин (Ponomarenko, 2014). Стимулятори росту рослин застосовують для оброблення насіння перед сівбою та обприскування посівів у період вегетації (Hrytsaienko et al., 2008). Позитивну дію регуляторів росту рослин на пшеницю озиму у польових умовах за різних способів застосування висвітлено у працях багатьох вчених (Popova, 2015; Solodushko, 2016; Sokolovska-Serhiienko et al., 2015). Застосування мінеральних добрив та рістрегулюючих речовин у технологіях вирощування зернових культур сприяє оптимізації живлення рослин впродовж усієї вегетації (Hamaiunova et al., 2019).

Стимулятори росту рослин посилюють інтенсивність протікання обмінних і ростових процесів у рослинах, внаслідок чого підвищується продуктивність сільськогосподарських культур та покращується якість продукції (Hrytsaienko et al., 2008; Ponomarenko, 2014).

На думку С. П. Пономаренко, вплив стимуляторів росту рослин біологічного походження на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур пов'язаний з тим, що вони посилюють інтенсивність життєдіяльності клітин рослин, покращують проникність міжклітинних мембран та прискорюють у них біохімічні процеси (Ponomarenko, 2014).

Стимулятори росту рослин виявляють позитивний вплив на накопичення рослинної біомаси та збільшення виносу біогенних елементів з ґрунту за рахунок стимуляції здатності рослин засвоювати макро- і мікроелементи (Tarariko & Lychuk, 2014).

За результатами досліджень встановлено, що обробка рослин пшениці озимої стимулятором росту Енерген та хелатованим мікродобривом Аватар впливає на активність фотосинтетичного апарату, сприяє підвищенню активності антиоксидантних ферментів хлоропластів упродовж періоду наливання зерна (Sokolovska-Serhiienko et al., 2015).

Застосування гумінових стимуляторів росту рослин сприяє не лише збільшенню показників енергії проростання, лабораторної та польової схожості, а й інтенсифікації процесів росту та розвитку рослин (Marenych & Yurchenko, 2017).

Досліджено, що поєднання передпосівної обробки Вимпелом, Біоланом та Радостимом з двократною обробкою ними у період вегетації підвищує урожайність пшениці озимої на 0,29–0,36 т/га порівняно з контролем (Popova, 2015).

Сумісне застосування гербіцидів зі стимуляторами росту зменшує його фітотоксичність по відношенню до рослин пшениці озимої (Leontiuk, 2015). Крім того, встановлено, що за сумісного застосування суміші гербіциду Лінтур 70 WG і стимулятора росту рослин Емістим С проявляються зміни структури епідермісу листків пшениці ярої, а саме збільшується площа клітин та кількість продихів на 1 мм² листової поверхні (Hrytsaienko & Zabolotna, 2012).

За даними З. М. Грицаєнко внесення гербіциду сумісно зі стимулятором росту позитивно впливає на перебіг основних фізіологічних процесів у рослинах пшениці ярої: зокрема, збільшується вміст хлорофілу в листках і сухих речовин, підвищується чиста продуктивність фотосинтезу (Hrytsaienko &

Zabolotna, 2012).

Дослідженнями доведено доцільність і безпечність широкого застосування нових добрив та регуляторів росту рослин під час вирощування пшениці (Vasylenko, 2017).

На основі узагальнення підсумків багаторічних досліджень можна зробити висновок, що стимулятори росту рослин не лише підвищують урожайність та покращують якість зерна, а й підсилюють стійкість рослин до несприятливих чинників середовища, зокрема високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів тощо.

Разом з тим, питання впливу стимуляторів росту рослин сумісно з комплексними добривами на формування продуктивності пшениці озимої у різних ґрунтово-кліматичних умовах залишаються недостатньо дослідженими. Тому метою наших досліджень було вивчення ефективності оброблення насіння та посівів пшениці озимої стимуляторами росту сумісно із позакореневим підживленням комплексним добривом Оракул на особливості росту і розвитку рослин та їх продуктивність в умовах Західного Полісся України.

Матеріали та методи

Дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. в умовах дослідного поля Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий слабогумусований легкосуглинковий. Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту: вміст гумусу (за Тюріним і Коновою) становив – 2,08 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 8,82 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору P₂O₅ (за Чириковим) – 19,34 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук калію K₂O (за Чириковим) – 12,66 мг/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 2,45 смоль/кг г ґрунту, рН_{KCl} – 5,65.

Схема польового дослідження включає наступні варіанти:

1. Контроль (оброблення водою);
2. Оброблення насіння Вимпел К, 0,5 кг/т; обприскування посівів на 29 етапі органогенезу Вимпел-2, 0,5 л/га; обприскування посівів на 39 етапі органогенезу Вимпел-2, 0,5 л/га;
3. Оброблення насіння Вимпел К, 0,5 кг/т; позакореневе підживлення на 29 етапі органогенезу Оракул колофермин фосфору, 1,5 л

+ Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га; позакореневе підживлення на 39 етапі органогенезу Оракул колофермин калію, 2,0 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га.

Попередником у сівозміні був ріпак озимий. Площа посівної ділянки – 82 м², повторність триразова. Агротехніка вирощування пшениці озимої сорту Астарт загальноприйнята для зони Полісся. Сівбу проводили 2–4 жовтня. Норма висіву – 5,0 млн схожих насінин на гектар.

Система захисту рослин на дослідних ділянках включала наступне:

1) протруювання насіння перед посівом препаратом Іншур Перформ, т.к.с., 50 мл/т;

2) обрискування у фазі куштиння сумішшю гербіцидів Римакс Плюс 750, ВГ, 25 г/га + Пума супер, ЕВ, 1 л/га;

3) три обробки фунгіцидами: 1-ша – Таффін 320, КС, 0,5 л/га; 2-га – Таффін 320, КС, 0,5 л/га; 3-тя – Колосаль Про, МЕ, 0,4 л/га;

4) обприскування інсектицидом Суперкіл 440, КЕ, 0,7 л/га;

5) обробка посівів ретардантом Хлормекват-хлорид, в.р.к., 2,0 л/га.

Препарати ТзОВ "Долина-Центр" вносили у бакових сумішах з пестицидами. Позакореневе підживлення посівів пшениці озимої добривами Оракул сумісно із стимуляторами росту рослин і пестицидами проводили на 29 та 39 етапах органогенезу за шкалою ВВСН.

Протягом вегетаційного періоду проводили регулярні фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин пшениці озимої з наступним визначенням дат настання фаз та тривалості основних періодів органогенезу.

Густоту та кушистість рослин визначали на спеціально закріплених пробних майданчиках розміром 1/6 м² (2 рядки по 28 см) у трьох місцях по діагоналі ділянок у двох несуміжних повтореннях. Рослини і стебла підраховували у фазу повних сходів, перед припиненням вегетації восени, після відновлення вегетації навесні та перед збиранням урожаю.

Перед збиранням урожаю у фазу воскової стиглості зерна визначали продуктивну кушистість рослин пшениці озимої. Відбір проб проводили на ділянках площею 0,25 м² на двох несуміжних повтореннях. З цих же зразків відбирали середню пробу для лабораторного аналізу снопового зразку. У пробах

підраховували всі рослини, стебла і окремо стебла з продуктивним колосом. На 25 рослинах кожного варіанту виміряли висоту рослин, довжину колоса, кількість колосків у колосі. Після обмолоту рослин зерно зважували і визначали масу зерна з колоса і масу 1000 зерен.

Облік урожаю зерна пшениці озимої проводили поділяночно шляхом збирання та зважування зерна. Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Результати досліджень та обговорення

Агрометеорологічні умови осіннього періоду вегетації за роки проведення досліджень були різними, що, певним чином, позначилося на розвитку рослин пшениці озимої та накопиченні ними вуглеводів. Так, період підготовки ґрунту під пшеницю озиму 2016 року характеризувався жаркою посушливою погодою. У серпні випало 35,0, у вересні – 3,3 мм опадів за місячної кліматичної норми, відповідно, 63 та 48 мм. При цьому, середньодобова температура повітря в серпні перевищила середньобаторічний показник на 2,6°C, у вересні – на 2,2°C. Внаслідок цього запаси продуктивної вологи на кінець першої декади вересня шару 0–20 см склали – 0,65–3,59 мм, у метровому шарі – 19,0–59,14 мм, що унеможливило проведення якісного обробітку ґрунту. Ситуація з вологозабезпеченням покращилася лише у першій декаді жовтня, коли за 3 дні випало 84,8 мм опадів (223% місячної норми). В цілому за місяць опадів випало 116,3 мм (306% норми).

Однак температурний режим жовтня відрізнявся зниженням температури повітря, особливо у другій декаді, коли середньодобовий її показник (4,2 °C) був нижчим за норму на 3,7 °C. В цілому за місяць він склав 5,8 °C за кліматичної норми 7,7 °C. З 30 жовтня спостерігався стабільний перехід середньодобової температури повітря через плюс 5°C, тобто припинення активної вегетації рослин озимих культур, в т. ч. пшениці озимої.

Умови осені 2017 року характеризувалися помірним температурним режимом та надмірною кількістю опадів. Так, у вересні середньодобова температура повітря склала 14,3 °C, жовтні – 8,5 °C, листопаді – 8,5 °C за кліматичної норми, відповідно, 13,1 °C, 8,5 °C та 2,2 °C. Перші

заморозки (до мінус 0,7°C) спостерігалися в нічні години на початку жовтня. Стабільний перехід середньодобової температури через плюс 5 °C, що вказує на припинення активної вегетації озимих культур, зафіксовано 11 листопада, тобто на рівні середньобагаторічних дат. За осінній період випало опадів у вересні 98,5 мм, що становить 205 % від кліматичної норми, у жовтні – 74,1 мм (195 % від норми), а у листопаді – 46,9 мм (130 % від норми).

Проаналізувавши погодні умови, що склалися за роки проведення досліджень, можна стверджувати, що в цілому вони були критичними для отримання дружних і вирівняних сходів.

Проведеними фенологічними спостереженнями у період вегетації пшениці озимої не було виявлено різниці у проходженні фаз розвитку рослин, крім досягання, залежно від варіанту досліду. Встановлено, що на варіантах, де застосовували мікродобрива лінійки

Оракул, досягання рослин проходило повільніше, ніж на двох інших. Повна стиглість настала на 2–3 дні пізніше порівняно з контролем.

Слід відмітити, що в умовах вегетаційного періоду, що тривав у середньому за два роки досліджень 258–260 днів, посіви пшениці озимої були у задовільному стані. У 2017 році через посуху, а у 2018 році, навпаки, за рахунок випадання надмірної кількості опадів сівбу провели у кінці оптимальних строків, а саме у першій декаді жовтня.

Аналіз отриманих даних свідчить, що в середньому за роки досліджень кількість рослин пшениці озимої у період повних сходів корелювала з кількістю висіяного насіння (табл. 1). Так, за норми висіву 5,0 млн шт./га густота рослин в середньому становила 400–415 шт./м². Після відновлення вегетації навесні густота рослин пшениці озимої зменшилася на 12–24 шт./м².

Таблиця 1. Густота стеблостою посівів пшениці озимої залежно від застосування стимуляторів росту, середнє за 2017–2018 рр.

Варіант досліду	Густота рослин, шт./м ²								
	сходи			після відновлення вегетації			перед збиранням		
	2017	2018	середнє	2017	2018	середнє	2017	2018	середнє
Контроль (оброблення водою)	380	420	400	359	393	376	335	357	346
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Вимпел-2, 0,5 л/га** + Вимпел-2, 0,5 л/га***	398	432	415	389	416	403	364	392	378
Вимпел К, 0,5 кг/т* Оракул колофермин фосфору, 1,5 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га** Оракул колофермин калію, 2,0 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га***	396	428	412	385	409	397	368	397	383

Примітка: * оброблення насіння, ** обприскування на 29-ому етапі органогенезу; *** позакореневе підживлення на 39-ому етапі органогенезу.

Перед збиранням врожаю густота стеблостою рослин пшениці озимої становила 346–383 шт./м², що на 29–54 шт./м² менше порівняно із густотою у фазу сходів. Застосування стимулятора росту Вимпел для оброблення насіння та посівів пшениці озимої сприяє збільшенню густоти стеблостою рослин на 15 шт./м² у фазу сходів, на 27 шт./м² після відновлення вегетації та на 32 шт./м² перед збиранням врожаю.

Оброблення насіння перед посівом стимулятором росту Вимпел К та позакореневе підживлення рослин пшениці озимої добривом

Оракул сумісно з Вимпел-2 забезпечує збільшення кількості рослин у фазу сходів на 12 шт./м², після відновлення вегетації на 21 шт./м² та перед збиранням врожаю на 37 шт./м².

Результати проведених досліджень свідчать, що найкращі показники польової схожості отримано на варіантах, де використовували обробку насіння стимулятором росту Вимпел К (табл. 2). Сходи з'явилися в середньому на 13–14 день після сівби. Їх виповненість становила 76–79,6 % у 2017 р та 84,0–86,6% у 2018 р. Вживання сільськогосподарських культур у

посівах протягом вегетації значно залежить від умов, створених в агроценозі. На збереженість рослин помітний вплив має застосування стимуляторів росту рослин і мікродобрив.

Використання препаратів ТОВ "Долина-Центр" позитивно впливало на підвищення загальної життєздатності та виживання рослин впродовж вегетаційного періоду пшениці озимої. У період збирання пшениці озимої на контролі їх зберіглося 88,2% у 2017 р. та 90,8% у 2018 р. Різниця збереженості рослин у період збирання врожаю зерна пояснюється негативними погодними умовами у період вегетації впродовж

2017 р. У варіанті, де, крім оброблення насіння проводили позакореневе обприскування Вимпелом-2 (0,5 л/га) на 29-ому та 39-ому етапах органогенезу виживання рослин збільшилося, відповідно, на 3,3–3,4 %. Найвищу виживаність рослин (92,9–97,1 %) забезпечило оброблення насіння Вимпелом-К сумісно з позакореневим підживленням посівів мікродобривами Оракул колофермин фосфору, Оракул колофермин бору у фазу куціння та Оракул колофермин калію, Оракул колофермин бору у фазу прапорцевого листка культури сумісно із Вимпелом-2 (0,5 л/га).

Таблиця 2. Вплив оброблення насіння та посівів позакореневого підживлення на зимостійкість пшениці озимої, середнє за 2017–2018 рр.

Варіант досліджу	Польова схожість, %			Перезимівля, %			Виживання рослин за вегетацію, %		
	2017	2018	середнє	2017	2018	середнє	2017	2018	середнє
Контроль (оброблення водою)	76,0	84,0	80,0	94,2	93,1	93,7	86,6	82,4	84,5
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Вимпел-2, 0,5 л/га** + Вимпел-2, 0,5 л/га***	79,6	86,4	83,0	97,7	96,2	97,0	90,7	89,8	90,3
Вимпел К, 0,5 кг/т* Оракул колофермин фосфору, 1,5 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га** Оракул колофермин калію, 2,0 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га***	79,2	85,6	82,4	97,1	95,4	96,3	92,4	91,9	92,2

Примітка: * оброблення насіння, ** обприскування на 29-ому етапі органогенезу; *** позакореневе підживлення на 39-ому етапі органогенезу.

Аналіз збереженості рослин пшениці озимої свідчить, що кількість тих, що загинули у процесі вегетації в середньому за роки досліджень, становить 7,8–15,5 %.

Слід відмітити, що застосування препаратів ТОВ "Долина-Центр" мають істотний вплив на формування структури врожаю пшениці озимої (табл. 3).

Так, кількість продуктивних стебел у цих варіантах в середньому за два роки досліджень зросла на 10,2–13,4 %. Спостерігається тенденція до зростання таких показників, як висота рослин (на 1,8–2,9 см) і довжина колоса (на 1,15–1,2 см). Сумісне використання стимуляторів росту з мікродобривами суттєво впливало на озерненість колоса і масу зерна з нього. Зокрема, у варіантах, де застосовували Вимпел-К та Вимпел-2 окремо

або в комплексі з мікродобривами лінійки Оракул, кількість зерен у колосі збільшувалася на 2,7–3,3 шт., а маса зерна з колосу – на 0,09–0,18 г порівняно до контролю.

Оброблення насіння стимулятором росту рослин Вимпел-К, і позакореневе підживлення посівів на 29-ому етапі органогенезу мікродобривом Оракул колофермин фосфору, Оракул колофермин бору та на 39-ому етапі органогенезу Оракул колофермин калію, Оракул колофермин бору сумісно з Вимпел-2 за оброблення насіння Вимпелом К забезпечує покращання показників структури врожаю. А саме, кількість продуктивних стебел з 1 м² збільшується на 55,5 шт. (13 %), висота рослин – на 2,9 см (4 %), кількість зерен в колосі – на 3,3 шт (7,1%) та маса зерна з колосу – на 0,18 г (8%).

Таблиця 3. Структура врожаю пшениці озимої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, середнє 2017–2018 рр.

Варіант досліджу	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г
Контроль (оброблення водою)	413,0	72,1	8,85	46,2	2,25
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Вимпел-2, 0,5 л/га** + Вимпел-2, 0,5 л/га***	455,0	73,9	10,00	48,9	2,34
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Оракул колофермин фосфору, 1,5 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га** Оракул колофермин калію, 2,0 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га***	468,5	75,0	10,05	49,5	2,43

Примітка: * оброблення насіння, ** обприскування на 29-ому етапі органогенезу; *** позакореневе підживлення на 39-ому етапі органогенезу.

За результатами досліджень встановлено, що у роки досліджень суттєво впливало на застосування стимуляторів росту Вимпел К і формування продуктивності агрофітоценозу Вимпел-2 та рідких мікродобрив лінійки Оракул озимої пшениці (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від оброблення насіння та позакореневого підживлення, середнє за 2017–2018 рр.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			± до контролю	
	2017 р.	2018 р.	середнє	т/га	%
Контроль (оброблення водою)	6,72	6,33	6,53	–	–
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Вимпел-2, 0,5 л/га** + Вимпел-2, 0,5 л/га***	7,14	6,91	7,03	0,5	7,7
Вимпел К, 0,5 кг/т* + Оракул колофермин фосфору, 1,5 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га** Оракул колофермин калію, 2,0 л + Оракул колофермин бору, 1,0 л + Вимпел-2, 0,5 л/га***	7,62	7,34	7,48	0,95	14,5
НІР ₀₅	0,22	0,18			

Примітка: * оброблення насіння, ** обприскування на 29-ому етапі органогенезу; *** позакореневе підживлення на 39-ому етапі органогенезу.

За сформованих в результаті взаємодії агрометеорологічних та агротехнічних чинників структурних елементів врожаю урожайність зерна пшениці озимої на дослідних ділянках у середньому за роки досліджень становила 6,53–7,48 т/га. Оброблення насіння стимулятором росту Вимпел-К (0,5 кг/т) та дворазове обприскування посівів Вимпелом-2 (0,5 л/га) у

фазу кушення та прапорцевого листа за оброблення насіння Вимпелом К забезпечило в середньому за два роки досліджень суттєве підвищення на 0,5 т/га урожайності зерна пшениці озимої.

Підживлення у фазу кушіння мікродобривом Оракул колофермин фосфору (1,5 л/га), Оракул колофермин бору (1,0 л/га) та по прапорцевому

листу Оракул колофермин калію (2,0 л/га), Оракул колофермин бору (1,0 л/га) сумісно із стимулятором росту Вимпел-2 за оброблення насіння Вимпелом К забезпечило збільшення урожайності на 0,95 т/га порівняно з контролем.

Висновки

1. За вирощування пшениці озимої в умовах Західного Полісся на чорноземі типовому слабогумусованому ефективним є застосування в системі догляду за посівами стимуляторів росту рослин Вимпел-К і Вимпел-2 та рідких мікродобрив лінійки Оракул колофермин ТОВ "Долина-Центр", що сприяє підвищенню польової схожості, збереженості рослин протягом вегетації та позитивно впливає на формування показників структури врожаю.

2. Оброблення насіння стимулятором росту рослин Вимпел-К (0,5 кг/т) та обприскування посівів стимулятором росту Вимпел-2 (0,5 л/га) на 29 і 49-ому етапах органогенезу сприяє достовірному підвищенню на 7,7 % урожайності зерна порівняно з контролем.

3. Підживлення рослин пшениці озимої на 29 етапі органогенезу мікродобривами Оракул колофермин фосфору, Оракул колофермин бору та на 39-ому етапі органогенезу Оракул колофермин калію, Оракул колофермин бору сумісно із стимулятором росту рослин Вимпел-2 за оброблення насіння Вимпелом К підвищує на 13,4 % щільність продуктивного стеблостою, на 7,1 % – кількість зерен у колосі, на 8,0 % – масу зерна з колосу порівняно з контролем. За комплексного застосування мікродобрива Оракул і стимулятора росту рослин Вимпел-2 отримано найвищу урожайність зерна пшениці озимої (7,48 т/га), що на 6,4 % більше порівняно з застосуванням стимулятора росту окремо та на 14,5 % більше порівняно з контролем.

References

Hamaiunova, V. V., Dvoretzkyi, V. F., Kasatkina, T. O. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannia yarykh zernovykh kultur [The formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for cultivation of spring grain crops]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 1 (74), 18–24. doi: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24> [in Ukrainian].

Hrytsaienko, Z. M. & Zabolotna, A. V. (2012). Vplyv herbicydu Lintur 70 WG i rehulatora rostu roslyn Emistym S na anatomichnu budovu lystkiv pshenytsi yaroї [The influence of herbicide Lintur 70 wg and plant growth regulator Emistim C on the anatomic structure of spring wheat leaves]. *Modern Phytomorphology*, 2, 265–268 [in Ukrainian].

Hrytsaienko, Z. M., Ponomarenko, S. P., Karpenko, V. P. & Leontyuk, I. B. (2008). Biologichno aktyvni rechovyny v roslynnytstvi [Biologically active substances in crop production]. Kyiv : NICH LAVA [in Ukrainian].

Leontyuk, I. B. (2015). Vplyv herbicydu kalibr ta rehulatora rostu biolan na vysotu roslyn ta vrozhaїnist pshenytsi ozymoї [Influence of herbicide Calibre and growth regulator Biolan on plant height and yield of winter wheat]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, 23, 39–44 [in Ukrainian].

Makoveichuk, T. I., Mykhalska, L. M. & Shvartau, V. V. (2018). Vplyv retardantiv – pokhidnykh tsykloheksandioniv na produktyvnist pshenytsi ozymoї [Influence of retardants – derivatives of cyclohexandiones on the productivity of winter wheat]. *Fiziologiya rastenyi i genetika*, 50 (6), 499–507. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.499> [in Ukrainian].

Marenych, M. M. & Yurchenko, S. O. (2017). Vplyv doposivnoi obrobky nasinnia biologichno aktyvnymi rechovynamy na rist i rozvytok roslyn pshenytsi ozymoї na pochatkovykh stadiakh [Influencing of pre-sowing seed treatment with the biologically active substances on growth and development of plants of wheat winter on the initial stage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1–2, 38–42 [in Ukrainian].

Morhun, V. V., Yavorska, V. K. & Drahovoz, I. V. (2002). Problemy rehulatoriv rostu u sviti ta yї vyryshennia v Ukraini [Problems of growth regulators in the world and its solution in Ukraine]. *Fiziologiya i biohimiya kulturnykh rastenyi*, 34 (5), 371–375 [in Ukrainian].

Petrychenko, V. F. & Kornichuk, O. V. (2018). Faktory stabilizatsii vyrobnytstva zerna pshenytsi ozymoї v Lisostepu Pravoberezhnomu [Factors of stabilization of production of grain of winter wheat in Right-bank forest-steppe region]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 17–23. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201802-03> [in Ukrainian].

Polovyi, V. M., Lukashchuk, L. Ya. & Huk, L. I. (2018). Efektyvnist intensyfikatsii tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoї v Zakhidnomu Lisostepu [Efficiency of intensification of technique of growing winter wheat in Western Forest-Steppe].

Visnyk ahrarnoi nauky, 11, 35–40. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-05> [in Ukrainian].

Ponomarenko, S. P. (2014). Rehulatory rostu roslyn [Plant growth regulators]. Kyiv [in Ukrainian].

Popova, L. V. (2015). Vyvchennia vplyvu rehulatoriv rostu na urozhainist ozymoi pshenytsi, pry riznykh sposobakh yikh zastosuvannia, v umovakh Komiternivskoho raionu Odeskoi oblasti [Study on influence of growth regulators winter wheat yield using different methods in conditions of Kominternovsky district, Odessa region]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 76, 59–64 [in Ukrainian].

Sokolovska-Serhiienko, O. H., Priadkina, H. O. & Kapitanska, O. S. (2015). Aktyvnist fotosyntetychnoho aparatu ta produktyvnist ozymoi pshenytsi za obrobky khelatovanykh mikrodbryvom i stymuliatorom rostu [Activity of photosynthetic apparatus and productivity in winter wheat treated by chelated microfertilizer and growth stimulator]. *Fiziologiya rasteniy i genetika*, 47 (4), 321–329 [in Ukrainian].

Solodushko, M. M. (2016). Efektyvnist ristrehuliuiuchykh rehovyn ta mikrodbryv pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoi v zoni Pivnichnoho

Stepu [Effectiveness of stripping agents and microfertilizers in winter wheat cultivation in the Northern Steppe zone]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 10, 73–78 [in Ukrainian].

Tarariko, Yu. O. & Lychuk, H. I. (2014). Stymulatory rostu roslyn u systemi orhanichnoho zemlerobstva [Growth-promoting factors of plants in the system of farming agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5, 11–15 [in Ukrainian].

Tkachuk, V. P., Storozhuk, V. V. & Tymoshchuk, T. M. (2017). Zaburianenist ta produktyvnist ahrofitotsenozu pshenytsi ozymoi zalezchno vid strokiv sivby i norm vysivu [Weeding and winter wheat agrophytocenosis productivity depending on sowing time and seeding rate]. *Visnyk ZhNAEU*, 1 (58), 69–79 [in Ukrainian].

Vasylenko, M. H. (2017). Orhano-mineralni dobryva i rehulatory rostu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Organic-mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 11–18 doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02> [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-86-91

UDC 633.2 (477.41/.42)

SEED PRODUCTIVITY FORMATION OF COMMON RYEGRASS VARIETIES**T. Sladkovska, M. Ostapchuk, S. Gorbatyuk**

e-mail: sladkovskat@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University

7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The article considers the effect of growing process elements on common ryegrass seed yield (*Lolium perenne* L.). The research indicates that fertilizer application has the greatest effect on plant height. During 2018–2019 the highest plants could be observed on the plots with $N_{60}P_{60}K_{60}$ application in Svyatoshyns'kyi variety (71 cm) and the lowest – in Andriana 80 variety (59 cm). The years of experimental research proved that, on average, variants with $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Quantum-Grain application provided the highest seed yield in Svyatoshyns'kyi (0,68–0,72 t/ha) and Ruslana (0,64–0,69 t/ha) varieties. Andriana 80 variety showed the lowest yield indices (0,62–0,68 t/ha) in case of similar experimental variants. The application of liquid complex fertilizers as top-dressing increased common ryegrass seed yield of Andriana 80 variety on average by 8 % and Svyatoshyns'kyi variety by 6% during two years of research.

Common ryegrass plants demonstrated the longest inflorescences in case of complete mineral fertilizer application: Ruslana variety 18,1–19,8 cm and Svyatoshyns'kyi variety – 23,3–25,2 cm. Andriana 80 variety had the shortest inflorescences – 17,9–19,5 cm. The seed quantity ranged from 52 to 72 depending on variety and fertilizers. Svyatoshyns'kyi variety indices exceeded Andriana 80 variety indices on average by 11 % and variants with complete mineral fertilizer application by 14 % as compared with variants without fertilization. The weight of 1000 seeds ranged from 1,4 to 2,5 gm depending on variety and fertilizers. Svyatoshyns'kyi variety indices exceeded Andriana 80 variety and Ruslana variety indices on average by 28%. From among common ryegrass seedlings, Svyatoshyns'kyi variety provided the highest operating profit. Prospects for future research is to research the impact of liquid complex fertilizers on yield productivity and the quality of seeds.

Key words: common ryegrass, seed yield, biometric characteristics of reproductive organs, operating profit.

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСІННЯ СОРТІВ ПАЖИТНИЦІ БАГАТОРІЧНОЇ**Т. А. Сладковська, М. І. Остапчук, С. О. Горбатюк**

e-mail: sladkovskat@ukr.net

Житомирський національний агроекологічний університет,

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Наведені результати впливу елементів технології вирощування на урожайність насіння пажитниці багаторічної (*Lolium perenne* L.) Дослідження показали, що на висоту рослин найбільший вплив мало внесення добрив. Так, протягом 2018–2019 рр. найвищі рослини були на ділянках з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ у сорту Святошинський – 71 см, а найнижчими у сорту Андріана – 80–59 см. Встановлено, що найвищий врожай насіння пажитниці багаторічної спостерігався у сорту Святошинський (0,68–0,72 т/га) в середньому за роки досліджень на варіантах досліду з удобренням $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Квантум-Зернові, урожайність сорту Руслана становила 0,64–0,69 т/га. Сорт Андріана 80 на аналогічних варіантах досліду виявив найменші показники урожайності, які становили 0,62–0,68 т/га. Позакореневе підживлення рідкими комплексними добривами збільшувало урожайність насіння пажитниці багаторічної сорту Андріана 80 на 8% та сорту Святошинський на 6% в середньому за два роки досліджень. У рослин пажитниці багаторічної найбільшу довжину суцвіть спостерігали за внесення повного мінерального добрива де вона становила 18,1–19,8 см у сорту Руслана та 23,3–25,2 см у сорту Святошинський. Найменшою вона була у сорту Андріана – 80 17,9–19,5 см. Кількість насіння у суцвітті коливалася у межах 52–72 шт. залежно від сорту та удобрення. Сорт

Святошинський перевищував показники сорту Андріана 80 на 11 % в середньому, а варіанти з повним мінеральним добривом на 14 % порівняно з варіантами без добрив. Маса 1000 насінин коливалася у межах 1,4–2,5 г залежно від удобрення та сорту. Сорт Святошинський перевищував показники сорту Андріана 80 та Руслана на 28 % в середньому.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу рідких комплексних добрив як на урожайність, так і на якість насіння різного видового складу багаторічних злакових трав в умовах Полісся України.

Ключові слова: пажитниця багаторічна, урожайність насіння, біометричні характеристики генеративних органів, умовно чистий прибуток.

Вступ

У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва площі насінницьких посівів багаторічних трав різко скоротилися, знизилася їх продуктивність. Тому налагодження насінництва лучних трав має важливе значення. Вирішальну роль у відновленні цієї галузі має відігравати впровадження у виробництво високопродуктивних сортів та інтенсивних технологій їх вирощування, щоб більшість підприємств конкретної зони незалежно від типу й організаційно-правової форми, висівали таку кількість насіння багаторічних трав, яка б забезпечувала їх потреби. Одним із основних шляхів підвищення продуктивності кормовиробництва є поліпшення та розширення площ культурних пасовищ та сіножатей, а також добір багаторічних трав для травосумішок (Zolotarev & Perepravo, 2012). Вчені вважають, що стан розвитку насінництва багаторічних трав нині стримує створення високопродуктивних злаково-бобових травостоїв для виробництва якісних кормів. Оскільки сучасні технології вирощування засновуються на використанні високоякісного насіння, то проблема одержання посівного матеріалу є досить актуальною. При цьому, слід відмітити, що найбільшу частку (60 %) сортових ресурсів України складають багаторічні бобові і злакові трави (Kochmarskyi, 2014; Moisiienko & Sladkovska, 2014).

У сучасному світі все більше приділяється уваги маловитратним технологіям, до них належать створення пасовищ та сіножатей багаторічних трав. Виробництво продукції багаторічних трав має значний вплив на розвиток галузі тваринництва (Tsurkan, 2012). Окрім того, вони здатні забезпечити відновлення природної родючості ґрунтів та отримання виробником сільськогосподарської продукції додаткових коштів на розширення можливостей

господарювання з високим рівнем окупності поточних витрат (Buhaiiov et al., 2008).

Серед тонконогових трав пажитниця багаторічна як важливий компонент пасовищних травостоїв, є однією з найкращих кормових культур для молочних корів. У наукових досліджах Miller L. вивчав вплив пажитниці багаторічної на ефективність виробництва молока голштинсько-фризької породи великої рогатої худоби. Дослідження показало, що наявність пажитниці багаторічної у раціоні тварин збільшувала не тільки надої, а й вміст молочного білку у молоці та зменшення його виведення з сечею (Miller et al., 2001).

У загальній структурі посівних площ України за останні роки частка кормових культур скоротилася утричі. Особливо зменшуються площі посіву багаторічних та однорічних трав у польовому кормовиробництві (Petrychenko, 2010). Площа під багаторічними травами у Житомирській області наразі становить 5849,3 га, що є недостатнім для нашого регіону.

Мета та методи

Мета роботи полягала у пошуку шляхів підвищення урожайності та якості насіння пажитниці багаторічної на основі комплексної оцінки та удосконалення елементів технології вирощування в умовах Полісся України.

Наукові дослідження були проведені впродовж 2018–2019 рр. в умовах Житомирського обласного об'єднання з насінництва кормових культур – ТОВ «Житомирнасістрав 1», Житомирський район, с. Глибочиця. Ґрунт дослідних ділянок дерново-підзолистий легкосуглинковий, вміст гумусу – 1,84 %.

Схема дослідів: Фактор А – удобрення: 1) без добрив (контроль); 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ (фон); 4) фон + РКД. Фактор В – строк посіву: 1) весняний; 2) літній. Фактор С – сорти: 1) Святошинський; 2) Андріана 80; 3) Руслана.

На посівах пажитниці багаторічної застосовували висококонцентроване комплексне хелатне добриво для позакореневого підживлення злакових культур у фазі виходу в трубку – Квантум-Зернові.

Економічну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність насіння пажитниці багаторічної визначали розрахунковим методом з використанням технологічних карт за цінами, які склалися на 2019 р.

Результати досліджень та обговорення

Ростові процеси є однією з діагностичних ознак, що вказують на умови вирощування культури. Науковці відзначають пряму залежність між масою вегетативних органів та урожаєм насіння тонконогових. Наші дослідження показали, що збільшення висоти рослин пажитниці багаторічної відбувається залежно від внесення мінеральних добрив, а також від сорту (табл. 1).

Таблиця 1. Висота травостою насінників пажитниці багаторічної залежно від елементів технології вирощування, см (середнє за 2018–2019 рр.)

Строк посіву	Весняний			Літній		
сорт \ удобрення	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум- Зернові»	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум- Зернові»
Святошинський	50	71	71	50	69	70
Андріана – 80	53	59	59	52	58	59
Руслана	51	62	63	51	62	62

Протягом 2018–2019 рр. найвищі рослини були на ділянках з внесенням N₆₀P₆₀K₆₀. Суттєвого впливу рідкого мінерального добрива на висоту пажитниці багаторічної не спостерігалось. Висота рослини за внесення N₆₀P₆₀K₆₀ у сорту Святошинський становила 71 см, а у сорту Андріана – 80 – 59 см.

Було встановлено, що строки посіву мають менш істотне значення в насінництві тонконогових трав порівняно з рівнем азотного живлення і повинні розглядатися у тісному зв'язку з біологічними особливостями. Так, урожайність насіння пажитниці багаторічної літнього строку посіву на 6% була нижчою за аналогічні варіанти весняного строку посіву.

Нами встановлено, що найвищий врожай насіння пажитниці багаторічної спостерігався у сорту Святошинський (0,68–0,72 т/га) в середньому за роки досліджень на варіантах досліду з удобренням N₆₀P₆₀K₆₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ + Квантум-Зернові, урожайність сорту Руслана становила 0,64–0,69 т/га. Сорт Андріана 80 на аналогічних варіантах досліду виявив найменші показники урожайності, які становили 0,62–0,68 т/га. Позакореневе підживлення рідкими комплексними добривами збільшувало урожайність насіння пажитниці багаторічної сорту Андріана 80 на 8% та сорту Святошинський на 6% в середньому за два роки досліджень (табл. 2).

Таблиця 2. Урожайність насіння сортів пажитниці багаторічної залежно від елементів технології вирощування, т/га (середнє за 2018–2019 рр.)

Строк посіву		Весняний			Літній		
сорт	удобрення	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум-Зернові»	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум-Зернові»
Святошинський		0,48	0,68	0,72	0,45	0,66	0,70
Андріана – 80		0,45	0,62	0,68	0,41	0,59	0,63
Руслана		0,46	0,64	0,69	0,44	0,60	0,65

Теоретичною основою сучасних сортових технологій насінництва кормових культур є дослідження їх біології з визначенням оптимальних параметрів структури, яка дозволяє найбільш повно реалізувати потенційні можливості насіннєвої продуктивності рослин (Roche et al., 2016). Ці дослідження є базовими для розробки технологічних прийомів створення

слабковиягаючих розріджених посівів на основі використання низьких норм висіву, оптимізації мінерального живлення, боротьби з бур'янами.

Встановлено, що способи посіву мають менш істотне значення в насінництві пажитниці багаторічної порівняно з рівнем азотного живлення і повинні розглядатися у тісному зв'язку її біологічними особливостями.

Таблиця 3. Біометричні характеристики генеративних органів сортів пажитниці багаторічної залежно від строку посіву та удобрення, середнє за 2018–2019 рр.

Строк посіву		Весняний			Літній		
сорт	удобрення	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум-Зернові»	без добрив (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Квантум-Зернові»
Кількість насінин у суцвітті, шт.							
Святошинський		63	68	72	61	65	70
Андріана – 80		54	60	63	53	56	58
Руслана		52	61	64	53	58	62
Довжина суцвіття, см							
Святошинський		18,5	23,3	25,2	18,2	24,1	25,3
Андріана – 80		15,0	17,9	19,5	14,9	18,0	19,1
Руслана		15,2	18,1	19,8	15,0	18,2	19,5
Маса 1000 насінин, г							
Святошинський		2,1	2,4	2,5	2,2	2,5	2,5
Андріана – 80		1,4	1,7	1,8	1,4	1,7	1,8
Руслана		1,6	1,8	1,9	1,7	1,9	1,9

На посівах пажитниці багаторічної найбільшу довжину суцвіть спостерігали за внесення повного мінерального добрива, де вона становила 18,1–19,8 см у сорту Руслана та 23,3–

25,2 см у сорту Святошинський. Найменшою вона була у сорту Андріана 80 – 17,9–19,5 см. Кількість насінин у суцвітті коливалася у межах 52–72 шт. залежно від сорту та удобрення. Сорт

Святошинський перевищував показники сорту Андріана 80 на 11 % в середньому, а варіанти з повним мінеральним добривом на 14 % порівняно з варіантами без добрив. Маса 1000 насінин коливалася у межах 1,4–2,5 г залежно від удобрення та сорту. Сорт Святошинський перевищував показники сорту Андріана – 80 та Руслана на 28 % в середньому.

Одним з основних показників, що характеризує ефективність застосування різних елементів технології вирощування, є умовно чистий прибуток, одержаний з 1 га. На посівах пажитниці багаторічної більший умовно чистий прибуток отриманий на варіантах з сортом Святошинський. Кращі варіанти дослідів спостерігалися за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ + РКД за весняного посіву та становлять 12,03 тис грн/га.

Таблиця 4. Умовно чистий прибуток за вирощування насіння пажитниці багаторічної, середнє за 2018–2019 рр., тис. грн/га

Строк посіву удобрення сорт	Весняний			Літній		
	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «Квантум- Зернові»	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «Квантум- Зернові»
Святошинський	8,39	10,25	12,03	8,42	10,18	11,63
Андріана –80	7,18	8,24	9,41	6,98	7,52	8,87
Руслана	7,21	8,36	9,60	7,05	7,79	9,14

Витрати на вирощування насіння пажитниці багаторічної пропорційно зростають зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив, але збільшення врожаю дозволяє отримати максимальний дохід на ділянках з $N_{60}P_{60}K_{60}$ + РКД. Також істотний вплив на отримання прибутку має сорт, оскільки за майже однакових затрат ми отримаємо різний врожай. Так, найкращі показники урожайності насіння були отримані на варіантах з сортом Святошинський, а умовно чистий прибуток був більше на 26% від аналогічних варіантів у сорту Андріана – 80 та на 28% у порівнянні з сортом Руслана.

Висновки

На посівах пажитниці багаторічної найбільший умовно чистий прибуток отриманий на варіантах з сортом Святошинський. Кращим цей показник спостерігався за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ + РКД та весняного посіву і становив 12,03 тис грн/га.

References

Buhaiov, V. D., Kolisnyk, S. I., Antoniv, S. F., Borona, V. P., Zadorozhnyi, V. S., Venediktov, O. M.

... Dubyna, S. V. (2008). Tekhnolohiia vyroshchuvannia bahatorichnykh trav na nasinnia [Technology of growing perennial grasses on seeds]. Vinnytsia [in Ukrainian].

Kochmarskyi, V. S. (2014). Pozakoreneve pidzhyvlennia – prohresyvnii sposib vnesennia biostymulatoriv ta mikroelementiv na nasinnievyykh posivakh pshenytsi miakoi ozymoi [Indigenous nutrition – a progressive way of adding biostimulants and trace elements on winter wheat seed crops]. Nasinnystvo, 5, 5–7 [in Ukrainian].

Miller, L. A., Moorby, J. M., Davies, D. R., Humphreys, M. O., Scollan, N. D., MacRae, J. C. & Theodorou, M. K. (2001). Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. Grass and Forage Science, 56, 383–394. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2001.00288.x>.

Moisiienko, V. V. & Sladkovska, T. A. (2014). Nasinnieva ta kormova produktyvnist hriastytsi zbirnoi zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Polissia Ukrainy [Seed productivity and forage yield of orchard grass depending on the technology of growing in Polissya]. Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho

universytetu, 1, 62–68 [in Ukrainian].

Petrychenko, V. (2010). Stratehiia rozvytku rynku nasinnia kormovykh kultur v Ukraini [Strategy of development of the seed market of forage crops in Ukraine]. *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina*. Retrieved from <http://a7d.com.ua/plants/1801-strategiya-rozvitku-rinku-nasinnia-kormovix.html>.

Roche, J., Love, J., Guo, Q., Song J., Cao M., Fraser K. ...Jameson PE. (2016). Metabolic changes and associated cytokinin signals in response to nitrate assimilation in roots and shoots of *Lolium perenne*. *Physiologia Plantarum*, 156, 497–511. doi: 10.1093/jxb/erx056.

Sladkovska, T. A. & Moisiienko, V. V. (2019). Ekonomichna otsinka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia bahatorichnykh tonkonohovykh trav na nasinnia [Economic assessment of the elements of the technology of the growth of the

perennial grasses on the seed]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 1 (74), 40–45. doi: 10.332491/2663-2144-2019-74-1-40-45 [in Ukrainian].

Tsurkan, N. V. (2012). Stan i tendentsii rozvytku vyrobnytstva bahatorichnykh trav u pivdennomu stepu Ukrainy [State and trends of development of perennial grasses production in the southern steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 74, 48–52 [in Ukrainian].

Zolotarev, V. N. & Perepravo, N. I. (2012). Agrobiologicheskiye i tekhnologicheskiye osnovy sozdaniya vysokoproduktivnykh semennykh travostoyev mnogoletnikh trav [Agrobiological and technological fundamentals of creating highly productive seed grass stands of perennial herbs]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 73, 65–71 [in Russian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-92-100

UDC 621.31: 535-2

FEATURES OF DESIGNING AND OPERATION OF PHOTOELECTRIC SYSTEMS**O. Sokolovskyi¹, D. Stupac²**

e-mail: olehsokolovskyi@gmail.com, dimas1971@ukr.net

¹Zhytomyr National Agroecological University

7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

²Zhytomyr Military Institute

22, Prospect Myru, Zhytomyr, 10004, Ukraine

The current stage of economic development requires the use of modern service functions, which must provide the necessary technological parameters, reliability and energy efficiency of alternative sources. Operation of photovoltaic systems is subject to the peculiarities of the technological process of solar energy conversion. The purpose of this work is to analyze the capabilities of modern services based on the practical experience of the installers. The study is based on computer simulation, network technologies and features of photovoltaic power plants. The experience of operating solar stations confirms the importance of specialized resources and the feasibility of remote monitoring. This will ensure maximum installation performance. The use of modern service functions greatly simplifies the construction of a photovoltaic station and allows you to perform monitoring using network technologies. Design of a power plant with an installed capacity of 33 kW was carried out. The station operates in parallel with the network. The project was implemented using the ABB Stringsizer tool. The system generates electricity of more than 34000 kWh. This provides a profit of UAH 150000 in green tariff. Reliability indicator is a systematic control of equipment. Leading manufacturers of solar inverters have convenient services. This allows remote monitoring without visiting the facility. The Aurora Vision platform provides continuous analysis of a solar power plant. The platform uses modern means of visualizing system parameters. Aurora Vision is monitored using a wireless connection and a wired LAN connection. A secure portal Plant Management Platform has been created for data storage. To eliminate errors, you need a modern hardware-software complex. It allows you to restore the system. Aurora Manager Lite allows you to read errors and install software on any inverter in-house. Further research is recommended to investigate the features of conventional and microinverter technologies to determine the priority option for roof and ground layout.

Key words: photovoltaic system, green tariff, remote monitoring.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ**О. Ф. Соколовський¹, Д. Є. Ступак²**

e-mail: olehsokolovskyi@gmail.com, dimas1971@ukr.net

¹Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

²Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

проспект Миру, 22, м. Житомир, 10004, Україна

Нинішній етап економічного розвитку вимагає використання сучасних сервісних функцій, які повинні забезпечувати необхідні технологічні параметри, надійність та енергоефективність альтернативних джерел. Експлуатація фотоелектричних систем пов'язана з низкою вимог, що підпорядковуються особливостям технологічного процесу. Метою роботи є аналіз можливостей сучасних сервісів для забезпечення надійної роботи станцій на основі практичного досвіду інсталяторів. Дослідження побудовано на базі комп'ютерного моделювання, мережесих технологій з врахуванням особливостей функціонування фотоелектричних станцій. Досвід експлуатації сонячних станцій підтверджує важливість застосування спеціалізованих ресурсів та доцільність віддаленого моніторингу з метою забезпечення максимальної продуктивності установки. Використання сучасних

сервісних функцій значно спрощує побудову структури фотоелектричної станції та дозволяє виконувати діагностику установки за допомогою мережесевих технологій. Проведено проектування електростанції на прикладі установки із встановленою потужністю 33 кВт, призначеної для паралельної роботи з мережею. Реалізація проекту здійснена за допомогою інструменту Stringsizer компанії ABB. Відповідно до розрахунків система може виробити за календарний рік понад 34000 кВт·год електроенергії, що забезпечить 150000 грн надходжень за зеленим тарифом. Важливим критерієм надійної експлуатації установки є систематичний контроль стану обладнання. Провідні виробники сонячних інверторів мають у своєму арсеналі зручні сервіси, які дозволяють проводити віддалений моніторинг без потреби виїзду на об'єкт. Зокрема, платформа Aurora Vision компанії ABB виконує безперервний комплексний аналіз стану сонячної електростанції з використанням сучасних засобів візуалізації основних параметрів системи. Реалізація моніторингу Aurora Vision відбувається через мережу Інтернет як за допомогою бездротового підключення, так і дротового з'єднання LAN. З метою збереження даних компанією ABB створено захищений портал Plant Management Platform. Для усунення програмних помилок інстальатор повинен мати у своєму розпорядженні сучасний програмно-апаратний комплекс, який дозволяє відновити працездатність системи. Зокрема, ABB Aurora Manager Lite дозволяє здійснювати зчитування помилок та виконувати повторну інсталяцію програмного забезпечення на будь-який інвертор власного виробництва. Подальші дослідження рекомендується направити на вивчення особливостей застосування звичайних та мікроінверторних технологій з метою визначення пріоритетного варіанту у випадку дахового та наземного розташування.

Ключові слова: фотоелектрична система, зелений тариф, віддалений моніторинг.

Вступ

Нинішній етап економічного розвитку вимагає використання сучасних сервісних функцій, які повинні забезпечувати необхідні технологічні параметри, надійність та енергоефективність альтернативних джерел. Застосування спеціалізованих програмних продуктів дозволить визначити оптимальну конфігурацію системи, вчасно виявити потенційні проблеми та забезпечити безперебійну роботу протягом всього терміну експлуатації установки.

Більшістю світових виробників сонячних інверторів розроблені спеціалізовані онлайн ресурси, які дозволяють швидко та просто визначати склад системи, проводити діагностику сонячної електростанції, здійснювати аналіз і порівняння даних у режимі реального часу та презентувати дані в зручному форматі. Запорукою успішної експлуатації фотоелектричної системи є визначення оптимальної конфігурації з врахуванням географічного розташування, орієнтації та кута нахилу панелей, типу розміщення (наземне чи дахове), затінення, властивостей обладнання (Delucchi et al., 2011; Kovalev et al., 2015; Robert et al., 2017). Важливо, щоб всі панелі на одній ділянці були розташовані під однаковим кутом.

Кут падіння сонячних променів відносно горизонталі змінюється у залежності від пори року. Для північних районів України цей кут складає в середньому 33 градуси (Skydan et al., 2018). Постачальники сонячних електростанцій пропонують спеціалізоване програмне забезпечення, яке полегшує визначення параметрів та дозволяє уникнути помилок під час проектування майбутньої станції. Заслужують на увагу програми Solarconfigurator (Fronius), Sunnydesignweb (SMA Solar Technology), Solar Edge Smart Designer (Solar Edge), Stringsizer (ABB), Kostal Piko Plan (Kostal), Smartdesign (Huawei) та інші.

Матеріали та методи

Експлуатація фотоелектричних систем пов'язана з низкою вимог, що підпорядковуються особливостям технологічного процесу. Реалізація відповідних завдань неможлива без визначення оптимальної конфігурації та віддаленого моніторингу таких об'єктів. Під час розробки та експлуатації недостатня увага приділена використанню інструментів, які дозволяють уникнути значних втрат через неврахування особливостей сонячних електростанцій. Метою роботи є аналіз можливостей сучасних сервісів для забезпечення надійної роботи станцій на основі практичного досвіду інстальаторів.

Об'єктом дослідження є засоби проектування та діагностики об'єктів сонячного електропостачання. Дослідження побудовано на базі комп'ютерного моделювання, мережевих технологій із врахуванням особливостей функціонування фотоелектричних станцій.

Результати досліджень та обговорення

Засоби моделювання фотоелектричних станцій мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє без особливих проблем освоїти програмний продукт будь-якого з виробників інверторного обладнання. Зокрема, інструмент конфігурації ABB Stringsizer – це безкоштовний веб-ресурс, який дозволяє проєктувальникам визначити оптимальні параметри стрінгів фотоелектричних модулів для інверторів компанії

(ABB, 2019). На початку роботи необхідно вказати країну розташування для отримання модельного ряду інверторів відповідно до експортної політики компанії. Дотримання допустимої величини напруги в колі постійного струму забезпечується вибором нижньої межі температурного діапазону, за якого буде експлуатуватись майбутня система. Програма автоматично вишукує з власної бази параметри фотоелектричного перетворювача, вказаного користувачем, та розраховує всі можливі конфігурації системи для конкретного інвертора. Оптимальні варіанти будуть розташовані в зеленому полі, всі інші – в жовтому та коричневому. Програма пропонує обрати незалежне або паралельне застосування трекерів.

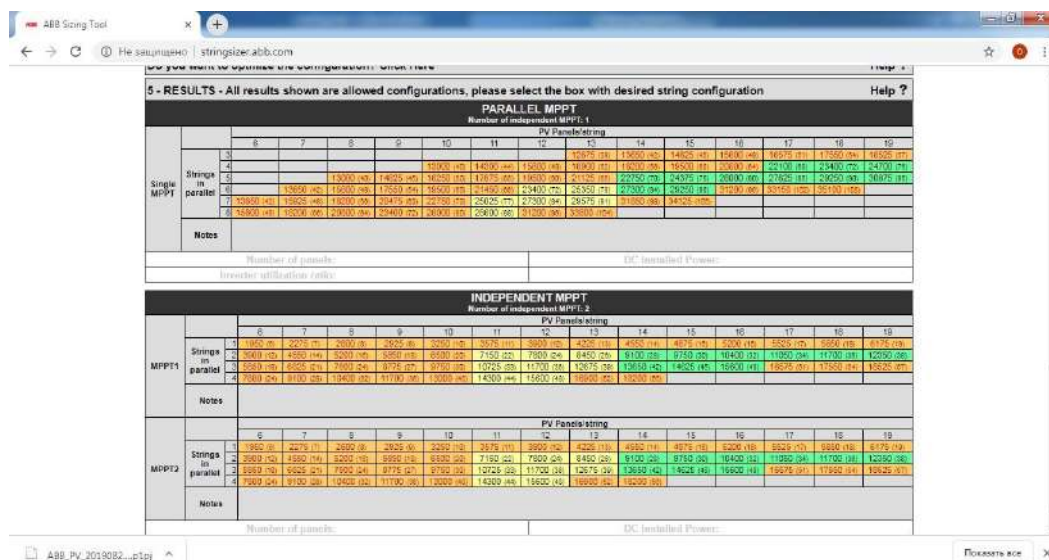


Рис. 1. Конфігурація системи в середовищі Stringsizer

На рисунку 1 зображено результати моделювання системи з інвертором TRIO-27.6-TL-OUTD (ABB, 2019) та панелями Yingli Solar YGE 72 Cell Series 2 (Yingli Solar, 2019) в середовищі Stringsizer. Так, в одному з варіантів конфігурації майбутньої системи програма пропонує застосувати 96 панелей, розподілених на шість стрінгів та рівномірно приєднаних до двох незалежних трекерів. За необхідності отриману інформацію можна зберегти у зручному форматі для подальшого використання.

Потенційні можливості розрахованої системи можна оцінити за допомогою онлайн калькуляторів, розміщених на сайтах виробників

та дистриб'юторів сонячних установок.

Загалом величину сонячної радіації, яка потрапляє на похилу площину, можна визначити за формулою (Skydan et al., 2018):

$$Q_{\Pi} = Q_{\Pi P} + Q_P + Q_B$$

де $Q_{\Pi P}$ – пряме сонячне випромінювання, яке потрапляє на похилу площину; Q_P – розсіяне сонячне випромінювання, яке потрапляє на похилу площину; Q_B – випромінювання, відбите від поверхні землі.

Значення прямого сонячного випромінювання знаходять за виразом:

$$Q_{\text{ПР}} = Q_{\text{ОПТ}} \cos \theta$$

де $Q_{\text{ОПТ}}$ – пряме сонячне випромінювання, яке падає на ортогональну площину, відносно променів; θ – кут прямого сонячного випромінювання, який характеризує кут між напрямом випромінювання на будь-яку поверхню і нормаллю до цієї поверхні.

Згідно з формулою Кастрова:

$$Q_{\text{ОПТ}} = \frac{Q_0 \sin \alpha}{\sin \alpha + c}$$

де Q_0 – сонячна стала; α – кут, що визначає висоту сонця; c – безрозмірна величина, яка характеризує ступінь прозорості атмосфери.

Кут падіння прямого сонячного випромінювання можна знайти із виразу:

$$\cos \theta = \sin \delta \sin \varphi \cos s - \sin \delta \cos \varphi \sin s \cos \gamma + \cos \delta \cos \varphi \cos s \cos \omega + \cos \delta \sin \varphi \sin s \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin s \sin \gamma \sin \omega$$

де φ – географічна широта місця; δ – характеризує кутове положення сонця в сонячний день відносно площини екватора; s – кут нахилу площини, що досліджується, до горизонту; γ – азимутний кут площини, який характеризує відхилення нормалі до площини від місцевого меридіану; ω – часовий кут, який визначає кутовий зсув Сонця протягом доби.

Значення нахилу Сонця можна знайти за наближеною формулою Купера:

$$\delta = 0,41 \sin \left(\frac{360(284 + N)}{365} \right)$$

де N – порядковий номер дня в році, який бере відлік від першого січня. Висоту сонця можна визначити із виразу:

$$\sin \alpha = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega$$

Азимут сонця:

$$\cos \beta = \frac{\sin \alpha \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \alpha \cos \varphi} \operatorname{sign}(\varphi)$$

Значення розсіяного сонячного

випромінювання:

$$Q_P = Q_{\text{ПГ}} [0,55 + 0,434 \cos \theta + 0,313 (\cos \theta)^2]$$

де $Q_{\text{ПГ}}$ – потік сонячної енергії, яка падає на горизонтальну поверхню. Згідно з формулою Берлаге:

$$Q_{\text{ПГ}} = \frac{1}{3} (Q_0 - Q_{\text{ОПТ}}) \sin \alpha$$

Випромінювання, відбите від поверхні землі, має дуже невелике значення і ним можна знехтувати.

Величина сонячної радіації, яка потрапляє на похилу площину:

$$Q_{\text{П}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = Q_{\text{ПР}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + Q_P(\varphi, \omega, s, N)$$

Для того щоб врахувати зменшення потоку випромінювання за рахунок хмарності, можна використати коефіцієнти a , b , n , де a – коефіцієнт, який залежить від середовища (суша чи море) та від широти місця; b – сталий коефіцієнт; n – хмарність в долях одиниці.

Тоді вираз для розрахунку сонячної радіації, яка падає на довільний майданчик в умовах хмарності, матиме вигляд:

$$Q_{\text{П}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = [Q_{\text{ПР}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + Q_P(\varphi, \omega, s, N)] \cdot [1 - (a + bn)n]$$

Таким чином, якщо задавати кути орієнтації майданчика γ і s , можна визначити величину сонячної радіації для будь-якого дня року та

моменту часу. Для визначення питомої добової енергії, яка надходить до похилого майданчика, необхідно провести інтегрування відповідно до

виразу:

$$Q_{\text{ДОБ}}(N) = \frac{12}{\pi} \int_{\omega_k}^{\omega_n} Q_{\Pi}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) d\omega$$

де ω_n , ω_k – часові кути, які відповідають моментам часу початку і закінчення процесу опромінювання поверхні.

Визначальними факторами для отримання максимальної продуктивності є кут нахилу та орієнтація модулів (Calcabrini et al., 2019; Smith et al., 2011). На рисунку 2 зображено результати розрахунків установки із встановленою потужністю фотомодулів 33 кВт, зорієнтованих

на південь та кутом нахилу до горизонталі 30 градусів (Atmosfera, 2019). На рисунку: W_n , W_r – відповідно графік витрат на потреби домогосподарства та графік виробленої електроенергії. За календарний рік станція здатна виробити понад 34000 кВт·год електричної енергії. Річна економія коштів на власне споживання становитиме понад 2000 грн. Вартість електроенергії, реалізованої за зеленим тарифом, складе 150000 грн. Економія щорічно зростатиме на 9,45 % відносно попереднього періоду із врахуванням деградації модуля в межах 0,5 % та прогнозованого зростання вартості електроенергії на 10 %.

Графік виробленої енергії за календарний рік апроксимується рівнянням:

$$W_r = 0,091t^5 + 1,665t^4 - 79,61t^3 + 610,5t^2 - 651,3t + 1047$$

Достовірність апроксимації:

$$R^2 = 0,992$$

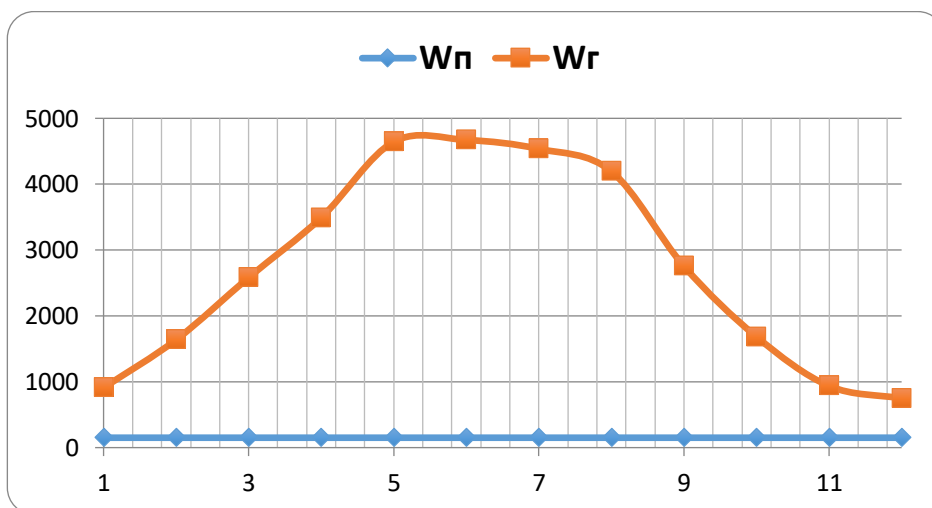


Рис. 2. Показники сонячної електростанції потужністю 33 кВт

Найважливішими функціями віддаленого моніторингу сонячних електростанцій є наглядна візуалізація, оцінка величини генерації та доходу. У режимі реального часу можна отримувати поточні дані напруги, струму та інших електричних величин, стан системи, кількість виробленої енергії за визначені проміжки часу, інформацію про погоду за географічними координатами конкретного об'єкта тощо.

Обов'язковою умовою для отримання розширеного гарантійного обслуговування є реєстрація сонячної станції на інтернет-ресурсі виробника. Найбільш популярними серед інсталяторів є програми Solar Web (Fronius), Sunny Portal (SMA), Solar Edge Monitoring Portal (Solar Edge), Aurora Vision (ABB), Kostal Demo Piko (Kostal), NetEco (Huawei) тощо. Зокрема, компанія Fronius, за умови реєстрації

інвертора на спеціалізованому сайті та підключенні до моніторингу, надає розширену міжнародну гарантію на 7 років, стандартна гарантія – 5 років (Fronius, 2019).

Платформа управління Aurora Vision – це хмарна технологія, що використовується для розширення можливостей моніторингу сонячних електростанцій з інверторами ABB. Aurora Vision пропонує декілька способів контролю та керування. Plant Viewer – простий браузер для перегляду інформації за допомогою мобільних пристроїв на базі IOS, Android (Plant Viewer,

2019). Plant Portfolio Manager – середовище, що використовується операторами та інсталяторами для моніторингу та управління портфоліо сонячної електростанції з комп'ютера чи ноутбука. На рисунку 3 зображено графік виробленої енергії в середовищі Plant Portfolio Manager. За допомогою Plant Portfolio Manager зручно аналізувати параметри на виході інвертора з метою подальшого визначення стану мережі особливо на початковій стадії експлуатації установки.



Рис. 3. Графік виробленої енергії в середовищі Plant Portfolio Manager

У випадку значного зростання напруги, яке супроводжується обмеженням потужності інвертора, необхідно вжити заходів щодо зменшення опору петлі "фаза-нуль" або

зниження вихідної напруги силового трансформатора. На рисунку 4 зображено графік виробленої енергії під час роботи інвертора на мережу з підвищеним опором.

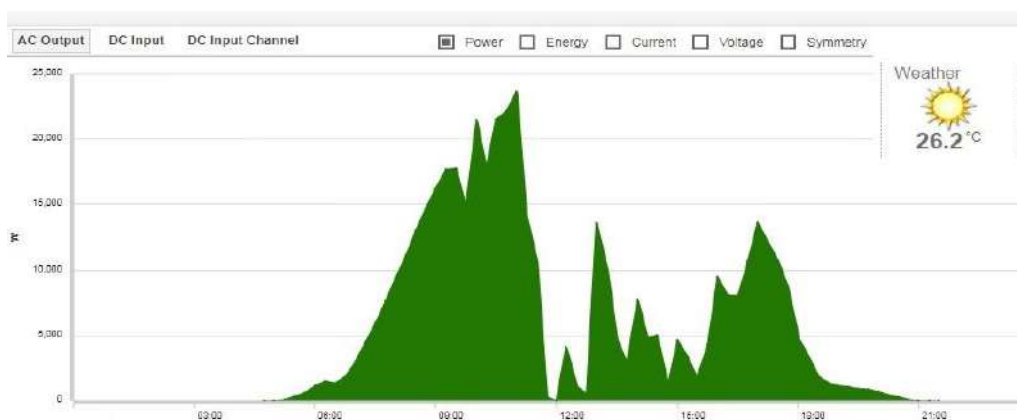


Рис. 4. Графік продуктивності в умовах підвищеного опору мережі

За допомогою віддаленого моніторингу вдалося встановити причину низької продуктивності установки та аргументувати необхідність покращення параметрів мережі у

зверненні до енергопостачальної організації. На рисунку 5 зображено графік продуктивності установки після усунення несправностей на ділянці інвертор – трансформатор.

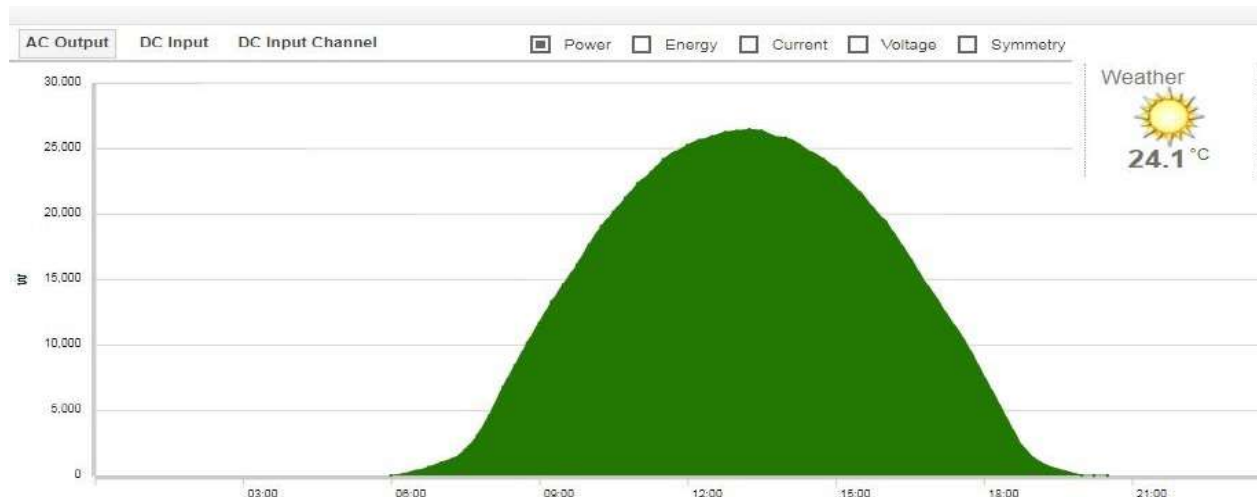


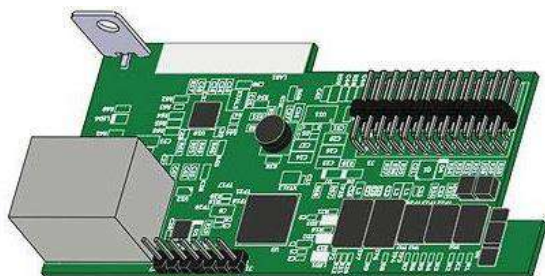
Рис. 5. Графік продуктивності після налаштування мережі

Plant Portfolio Manager включає всі інструменти, необхідні для налаштування, встановлення, функціонування та адміністрування портфоліо сонячної електростанції, включаючи контроль інверторів, ресстраторів, метеостанцій та датчиків, управління акаунтами, інструменти усунення несправностей та звітність. Оператори та інвестори можуть застосовувати засоби віддаленої діагностики, спільно вирішувати проблеми сонячної електростанції, одночасно зменшуючи необхідність віддалених відвідувань.

Також налаштування забезпечують власникам можливість приватного моніторингу. Це дозволяє здійснювати адміністрування станції без стороннього втручання.

API Aurora Vision – веб-версія, яка використовується для візуалізації, корегування та оновлення інформації в портфоліо установки.

Для реалізації моніторингу Aurora Vision застосовують модулі VSN300 для малих станцій та VSN700 для промислових об'єктів. Зображення пристроїв представлено на рис. 6.



VSN 300



VSN 700

Рис. 6. Зображення пристроїв віддаленого моніторингу

Зокрема, плата VSN300 може працювати у двох режимах. Access Point Mode передбачає тільки локальний моніторинг. У цьому випадку плата функціонує як точка доступу, до якої користувач може підключитися локально. Station Mode (режим станції) забезпечує локальний та віддалений моніторинг.

Загалом користувачі Aurora Vision можуть ділитися із співробітниками та бізнес-партнерами ключовими інструментами, необхідними для управління сонячною енергією, включаючи адміністрування активів, перегляд стану пристроїв, огляд операційних проблем, доступ до звітів клієнтами та відділами технічної підтримки. Усі продукти Aurora Vision повністю інтегровані, щоб працювати синхронно та надавати зацікавленим сторонам необхідну

інформацію. Моніторинг з браузера та мобільних пристроїв виконується безкоштовно для всіх зареєстрованих інверторів ABB. Підключення до мережі Інтернет виконується за допомогою бездротового підключення WLAN. Підтримуються стандарти IEEE 802.11b/g/n (2,4 ГГц), Modbus, TCP (SCADA), SunSpec.

У разі виникнення труднощів із стабільною роботою інвертора важливим інструментом виступає середовище Aurora Manager Lite. За допомогою Manager Lite здійснюється перепрошивання пристрою для усунення програмних помилок та відновлення повноцінного функціонування всієї системи. Вигляд головного вікна програми зображено на рисунку 7.

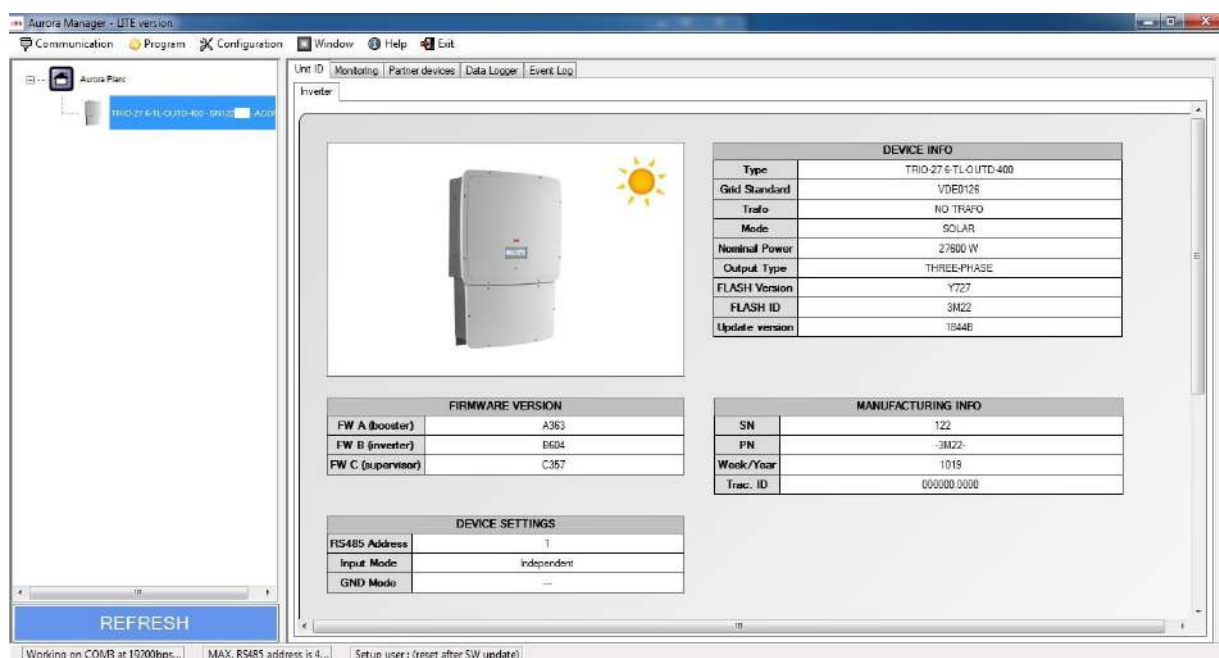


Рис. 7. Вікно інтерфейсу Aurora Manager Lite

Перед використанням програма має бути інстальована на ноутбук. Приєднання ноутбука до інвертора відбувається за допомогою перетворювача RS485/USB. Також Manager Lite дозволяє отримати логи для подальшого аналізу помилок під час роботи інвертора та виконує автоматичне призначення адрес інверторів, підключених до шини RS485. Журнал подій можна також спостерігати під час проведення локального моніторингу.

Висновки

Застосування спеціалізованих онлайн ресурсів створює передумови визначення оптимальної конфігурації майбутньої системи, дозволяє інсталяторам вирішувати повсякденні завдання, допомагає вчасно виявляти помилки та забезпечує безвідмовну роботу установки. Можливості сучасного моніторингу дозволяють здійснювати повноцінну діагностику станції протягом всього терміну експлуатації та

оперативно реагувати на виникнення позаштатних режимів. Якісний сервіс об'єктів розподіленої генерації зменшує кількість аварійних режимів у мережах, що сприяє надійності електропостачання споживачів у цілому.

Подальші дослідження рекомендується направити на вивчення особливостей застосування звичайних та мікроінверторних технологій з метою визначення пріоритетного варіанту у випадку дахового та наземного розташування.

References

- Atmosfera (2019). Kalkulator soniachnoi elektroenerhii [Solar electricity calculator]. Retrieved from <https://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostancii/kalkulyator-sonyachnoi-elektrostancii/> [in Ukrainian].
- Calcabrini, A., Ziar, H, Isabella, O. & Zeman, M. (2019). A simplified skyline-based method for estimating the annual solar energy potential in urban environments. *Nature Energy*, 2019, 4, 206–215. doi: 10.1038/s41560-018-0318-6.
- Delucchi, M. & Jacobson, M. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power: Reliability, system and transmission costs, and policies. *Energy Policy*, 2, 1170–1190. doi: 10.1016/j.enpol.2010.11.045.
- Fronius (2019). *Solar energy*. Retrieved from <https://www.fronius.com/en>.
- Kovalov, O. V. & Ratushnyi, O. V. (2015). *Alternatyvni dzherela enerhii Ukrainy* [Alternative energy sources of Ukraine]. Sumy : SumDU [in Ukrainian].
- Plant Viewer (2019). *Solar energy*. Retrieved from <https://easyview.auroravision.net/easyview/#home>.
- Robert, L. & Michael, E. (2017). The impacts of storing solar energy in the home to reduce reliance on the utility. *Nature Energy*, 2, 17001. doi: 10.1038/nenergy.2017.1.
- Skydan, O. V., Holub, H. A., Kukharets, S. M., Yarosh, Ya. D., Chuba, V. V., Medvedskyi, O. V. ... Kukharets, V. V. (2018). *Vidnovliuvana enerhetyka v ahrarnomu vyrobnytstvi* [Renewable energy in agricultural production]. Kyiv : NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
- Smith, J., Sunderman, W., Dugan, R. & Seal, B. (2011, 20–23 March). Smart inverter volt/var control functions for high penetration of PV on distribution systems. *Power Systems Conference and Exposition : Conference Paper* (p. 349). Phoenix, AZ, USA : IEEE. doi: 10.1109/psce.2011.5772598.
- Yingli Solar (2019). *Solar energy*. Retrieved from <https://yinglisolar.com>.
- ABB Solar (2019). *Solar energy*. Retrieved from <http://stringsizer.abb.com/>.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-101-107

UDC: 619:636.084.3:636.2

QUALITY OF DRINKING WATER FOR COWS AND THEIR HEALTH**V. Sokolyuk¹, I. Ligomina¹, V. Koziy², V. Lototskyi²**

e-mail: vmsokoluk@gmail.com, ligominairina@ukr.net, vkoziy3@gmail.com, lototskyi@ukr.net

¹Zhytomyr National Agroecological University

Stry Boulevard, 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine

²Bila Tserkva National Agrarian University

8/1, pl. Soborna, Bila Tserkva, Kyiv Oblast, 09117, Ukraine

The water quality and condition of the water supply systems used in livestock farms and complexes do not always meet the hygiene requirements. Studies of drinking water used for dairy cows were carried out at different seasons at 18 dairy farms located in four biogeochemical zones of Ukraine.

An increased concentration of nitrate-containing compounds in the water of farms of north-eastern region has been established. The concentration in water of Plumbum, Cadmium, Arsen, Cuprum and Zinc did not exceed the permissible values. Mercury content was highest in spring and summer, exceeding the maximally allowed level (MAL) by 1,5 times on the farms of the western and 3,8 times – of the southern zone.

The amount of Manganese in the water of dairy farms was high throughout the study period and ranged from 110 to 192 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, which is 2–4 times higher than the allowed values. The concentration of Ferum in the water from the drinkers was found to be 105–513 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (MPL – 200 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). It was the highest in the spring and exceeded the normative values by 1.5 – 3 times in the farms of the western and north-eastern zones.

Among the internal diseases of the cows the most often there were registered the diseases of the digestive system, which accounted for 50–58 % of pathologies of the internal organs. In the western and northeastern biogeochemical zones the most frequently there were registered endemic diseases, in the central and southern biogeochemical zones - disturbances of protein and carbohydrate-lipid metabolism. There were also diagnosed the osteodystrophy, postpartum hypocalcemia and hypophosphatemia and A-hypovitaminosis. Diseases of the kidneys and urinary tract, nervous system, blood system and endocrine organs disfunction accounted for 13–18 % of the all morbidity level. The most common pathology in infertile cows was the ovarian yellow body, which was diagnosed in 69–73 % of affected cows. Mastitis was diagnosed in 6.3–11.4 % of cows in experimental farms.

The perspective direction for the future research is the study of the impact of the water quality on the health and milk productivity of cows, quality of milk and the morbidity of cattle youngstock.

Key words: water quality, cows, non-infectious pathology, biogeochemical zone.

ЯКІСТЬ ВОДИ ДЛЯ НАПУВАННЯ КОРІВ ТА ЇХ ЗДОРОВ'Я**В. М. Соколюк¹, І.П. Лігоміна¹, В.І. Козій², В.В. Лотоцький²**

e-mail: vmsokoluk@gmail.com, ligominairina@ukr.net, vkoziy3@gmail.com, lototskyi@ukr.net

¹Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

²Білоцерківський національний аграрний університет

пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна

Якість води та стан систем водопостачання, що використовується на тваринницьких фермах і комплексах, не завжди відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Дослідження води, яку використовують для напування корів, проводили в різні пори року у 18 сільськогосподарських підприємств, які розміщені в чотирьох біогеохімічних зонах України.

Встановлено підвищену концентрацію нітратовмісних сполук у господарствах північно-східного регіону. Концентрація Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Купруму, Цинку у воді не перевищувала допустимих значень. Вміст Меркурію був найвищий у весняний та літній періоди, і перевищував ГДК в середньому в

1,5 раза в господарствах західної та 3,8 раза – південної зони.

Кількість Мангану у воді господарств протягом всього періоду досліджень була високою і складала від 110 до 192 мкг/дм^3 , що у 2–4 рази вище регламентних величин. Встановлена концентрація Феруму у воді з напувалок – від 105 до 513 мкг/дм^3 (ГДК – 200 мкг/дм^3). Найвищою вона була у весняний період і перевищувала нормативні значення у 1,5 – 3 рази в господарствах західної і північно-східної зон.

Серед внутрішніх хвороб корів найбільш поширені були хвороби системи органів травлення, які складали 50–58 % патології внутрішніх органів. У західній та північно-східній біогеохімічних зонах частіше реєстрували ендемічні хвороби, у тварин центральної і південної біогеохімічних зон – порушення білкового і вуглеводно-ліпідного обміну. Також діагностували такі хвороби, як остеодистрофія, післяродова гіпокальціємія і гіпофосфатемія, А-гіповітаміноз. Хвороби нирок і сечових шляхів, нервової системи, системи крові та хвороби ендокринних органів складали 13–18 %. Найбільш поширеною патологією у неплідних корів було жовте тіло яєчників, яке діагностували у 69 – 73 % корів, а на мастит хворіло від 6,3–11,4 % корів дослідних господарств.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу якості води на стан здоров'я, продуктивність і якість молока корів та захворюваність молодняка.

Ключові слова: якість води, корови, неінфекційна патологія, біогеохімічна зона.

Вступ

Продуктивність та здоров'я корів залежить не тільки від годівлі та умов утримання, а й від належної організації водопостачання та напування. Вода – це ключовий компонент живлення та засвоєння усіх поживних речовин корму. Вона бере участь в кожній фізіологічній функції тварини – від травлення та росту до регуляції осмотичного гомеостазу, температури тіла, підтримки імунної системи. Отже, вода необхідна для повноцінного функціонування органів, росту і розвитку організму, і саме тому корови повинні мати необмежений доступ до якісної води (Klitsenko & Kulyk, 2013; Forbes & Kepe, 2015; Bid, 2016).

Під доброякісною питною водою розуміють наявність в ній благоприємних органолептичних властивостей, не шкідливості хімічного складу і вмісту радіонуклідів, безпечність в епідемічному відношенні та фізіологічна повноцінність. Висновок про якість води проводиться на основі порівняння результатів лабораторних досліджень води з встановленими нормативами (Bryilo, 2013; Miglierina et al., 2018; Sullivan & Mader, 2018).

Високий рівень техногенного навантаження на джерела водопостачання та використання застарілих технологій підготовки води до споживання не забезпечують її належну якість та безпеку (Sokoliuk et al., 2015). Крім цього, у деяких біогеохімічних зонах підземні води не відповідають сучасним вимогам не тільки через антропогенне забруднення, але й за їхнім природним мінеральним складом. Нестача або надлишок хімічних елементів в ґрунті призводить

до відповідного їх вмісту в поверхневих і підземних водах, сформованих на окремій території, і, як наслідок, дефіциту або надлишку їх у питній воді. Поряд з цим, аномально високий, або ж низький уміст хімічних елементів відмічається і в кормах (Oliveira, 2018; Sokoliuk et al., 2019).

Якість води та стан систем водопостачання, що використовується на тваринницьких фермах і комплексах, не завжди відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. За невідповідної організації напування тварин, використання недоброякісної води знижуються надії молока у корів, зменшується приріст маси тіла молодняку і виникають захворювання, які негативно впливають на якість і безпечність тваринницької продукції (Williams, 2017; Sokolyuk et al., 2018).

Матеріали та методи

Метою роботи було вивчення показників якості і безпеки води, яку використовують для напування корів у різних біогеохімічних зонах України, і як вона впливає на здоров'я тварин.

Дослідження води, яку використовують для напування корів, проводили в різні пори року у 18 сільськогосподарських підприємств Волинської, Дніпропетровської, Житомирської, Київської, Кіровоградської, Львівської і Чернігівської областей, які розміщені в чотирьох біогеохімічних зонах України. Проби води для дослідження відібрали із двох точок (свердловина, напувалка), посезонно, відповідно з загальноприйнятими методиками. Дослідження води проводили у сертифікованих державних лабораторіях ветеринарної медицини.

Якість води оцінювали за державними нормами і правилами «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4 – 171–10).

Поширення неінфекційної патології серед корів дослідних господарств вивчали на основі узагальнення даних ветеринарної звітності та документів первинної реєстрації хворих тварин, аналізу отриманих даних за час досліджень вивчали корелятивний зв'язок між умістом у питній воді хімічних речовин та рівнем захворюваності корів у господарствах.

Отримані результати досліджень обробляли методом варіаційної статистики з використанням персонального комп'ютера (програма Statistica розроблена на основі Microsoft Excel).

Результати досліджень та обговорення

Для забезпечення водою тваринницьких ферм в господарствах, де проводили дослідження, в основному використовують централізовані системи водопостачання. Джерелом слугують підземні води із різних водоносних горизонтів. У західній біогеохімічній зоні забір води проводиться з порід мергельно-крейдової товщі Волино-Подільського артезіанського басейну. В господарствах північно-східного регіону України – води трищинуватих докембрійських порід Українського кристалічного щита. Влітку, у пасовищний період, корови в одному із господарств споживають воду із поверхневих джерел. Водопостачання за рахунок тріщинних вод докембрійських порід Дніпровського артезіанського басейну здійснюється в господарствах центральної біохімічної зони.

У дослідних господарствах південного регіону забезпечення молочнотоварних ферм проводиться за рахунок тріщинних вод докембрійських порід Придніпровської височини. Поряд з цим, у двох господарствах використовують комунальну воду із Каховського водосховища (р. Дніпро).

Слід зазначити, що підземні води на території України мають чітку природну гідрохімічну зональність. Вона полягає у зміні хімічного типу вод і збільшення концентрації всіх іонів, за винятком гідрокарбонатного з північного заходу на південний схід (*Khilchevskiy et al., 2012*).

Підземні води, які використовуються для водопостачання в господарствах, більш захищені від зовнішнього забруднення, порівняно з поверхневими, безпечні в епідеміологічному

відношенні, мають постійний хімічний склад та дебіт води.

Отримані результати досліджень показують, що вода, яку використовують для напування корів, не завжди відповідає нормативам доброї якості води.

Так, за органолептичними показниками (запах, смак та присмак, забарвленість, каламутність) вода у більшості господарств, за винятком господарств західної біогеохімічної зони, не відповідала санітарно-гігієнічним вимогам. Перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) в середньому складала 1,2 – 4 рази, особливо в господарствах північно-східного регіону.

Показник перманганатної окиснюваності був високий у весняний період в пробах води з господарств всіх біогеохімічних зон України. Також відмічали підвищену бактеріальну забрудненість води і найвищою вона була у літній та осінній періоди року.

За дослідження проб води на наявність нітратовмісних сполук встановили їх підвищену концентрацію у господарствах північно-східного регіону (Нітрогену амонійного), зокрема. Перевищення вмісту нітритів удвічі виявлено у воді в одному з господарств центральної біогеохімічної зони, та господарстві південного регіону – в чотири рази.

Отримані результати досліджень показують, що вміст Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Купруму, Цинку у воді не перевищував допустимих значень. Разом з тим, було виявлено підвищену концентрацію Меркурію, Мангану та Феруму у воді господарств в усіх біогеохімічних зонах України. Показник Меркурію був найвищий у весняний та літній періоди, і перевищував ГДК в середньому в 1,5 рази в господарствах західної та 3,8 рази – південної зон.

Вміст Мангану воді господарств протягом всього періоду досліджень був високим і складав від 110 до 192 мкг/дм³, що у 2–4 рази вище регламентних величин.

Концентрація Феруму у воді із свердловин становила від 120 до 680 мкг/дм³, а з напувалок – від 105 до 513 мкг/дм³ (ГДК – 200 мкг/дм³). Найвищою вона була у весняний період і перевищувала нормативні значення у 1,5–3 рази в господарствах західної і північно-східної зон.

Наступним етапом нашої роботи було вивчення розповсюдження неінфекційної патології у корів дослідних господарств.

Визначення поширеності внутрішніх хвороб серед поголів'я розпочинали із проведення клінічного дослідження. Всього було досліджено близько 450 корів української чорно-рябої та червоно-рябої порід з використанням основних і додаткових методів дослідження. Клінічне обстеження тварин проводили, ретельно дотримуючись певної схеми. Це дало нам можливість виявити симптоми і поставити діагноз на найбільш поширені захворювання корів у

господарствах, в яких проводили дослідження. Проаналізувавши отримані результати досліджень і провівши диференційну діагностику, у тварин було виявлено такі основні патологічні стани: хвороби серцево-судинної системи, органів дихання, системи травлення та хвороби, спричинені порушенням обміну речовин. Найбільш поширені внутрішні хвороби корів показані на рис. 1.

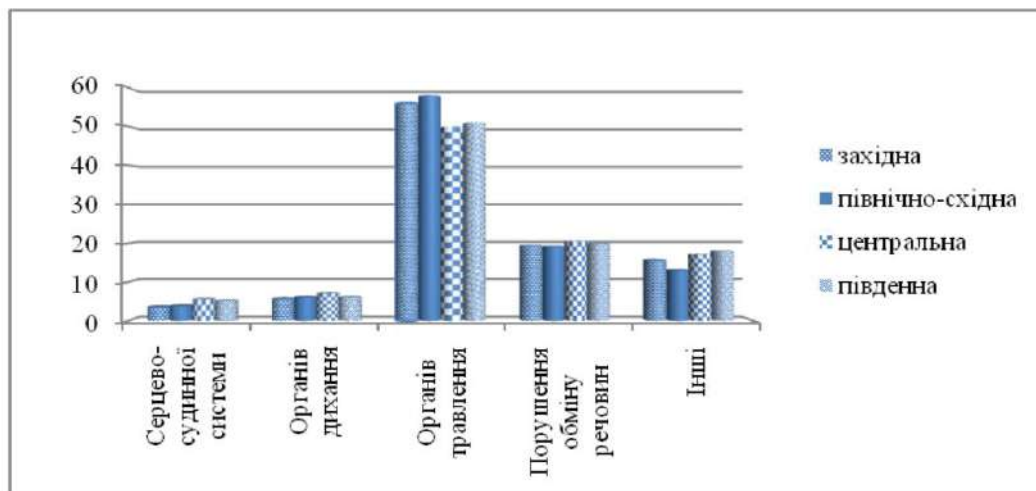


Рис. 1. Поширення внутрішніх хвороб тварин у дослідних господарствах різних біохімічних зон України, %

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що хвороби серцево-судинної системи частіше діагностували у корів, що утримуються в господарствах центральної та південної біогеохімічних зон. Серед них найбільш розповсюдженими були такі: міокардит, міокардіодистрофія, травматичний перикардит вторинного походження. Хвороби дихальної системи діагностували у 5,6–7,0 % корів, серед яких частіше виявляли бронхіт, пневмонію та емфізему легень.

Хвороби системи органів травлення у корів складала від 50 до 58 % внутрішньої патології. Слід зазначити, що серед незаразних хвороб органів травлення значно поширеними були атонія і гіпотонія передшлунків, тимпанія рубця, травматичний ретикуліт, закупорення книжки, зміщення сичуга. У господарствах західної і південно-східної біогеохімічних зон у корів діагностували спорадичні випадки закупорення стравоходу.

Хвороби, спричинені порушенням обміну

речовин у корів дослідних господарств діагностували майже в однаковій кількості. Але в господарствах західної і північно-східної біогеохімічних зон України більш поширеними були ендемічні хвороби, зумовлені недостатнім умістом у ґрунтах, воді і кормах рухомих форм біотичних мікроелементів (Cu, Co, I, Mg).

Порушення білкового і вуглеводно-ліпідного обмінів (кетоз) частіше реєстрували у тварин центральної і південної біогеохімічних зон. Мали також місце і такі хвороби, як остеодистрофія, післяродова гіпокальціємія і гіпофосфатемія. Серед порушення обміну вітамінів реєстрували А-гіповітаміноз.

До захворювань іншого походження віднесли хвороби нирок і сечових шляхів, нервової системи, системи крові та хвороби ендокринних органів, відносна кількість яких становила 13 – 18 %.

Поширеність гінекологічних хвороб у стадах обстежених тварин визначали, аналізуючи дані «Журналів реєстрації хворих тварин», та

проводили діагностичний етап гінекологічної диспансеризації. Нозологічні форми диференціювали за загальноприйнятими методиками. Результати досліджень наведені на рис. 2, які свідчать про те, що найбільш поширеною патологією у неплідних корів було персистентне жовте тіло яєчників, яке діагностували у 69–73 % корів. Це пояснюється тим, що 60–70 % часу статевого циклу в яєчниках є персистентне жовте тіло, що характеризує фізіологічний стан неплідних тварин.

За гіпофункції яєчники мали розміри від 1,5 x 1,5 x 3 см до 2 x 2 x 4 см, а їх поверхня була гладенькою, функціональні утворення (фолікули,

жовті тіла) не пальпувалися. Такий стан діагностували у 14,3–15 % неплідних тварин. Кісти яєчників реєстрували в 1–2,1 % тварин. Вони характеризувалися кулястою формою органа, збільшенням його розмірів понад норму, при пальпації відчувалася флюктуація.

Хронічний метрит реєстрували в 10,9–18 % неплідних тварин. Під час стадії збудження в тічковому слизі хворих тварин спостерігали прожилки гнійного ексудату, а за пальпації матки – гіпотонію або атонію. За ультразвукового дослідження було встановлено, що слизова оболонка матки була гіперехогенною, потовщеною.

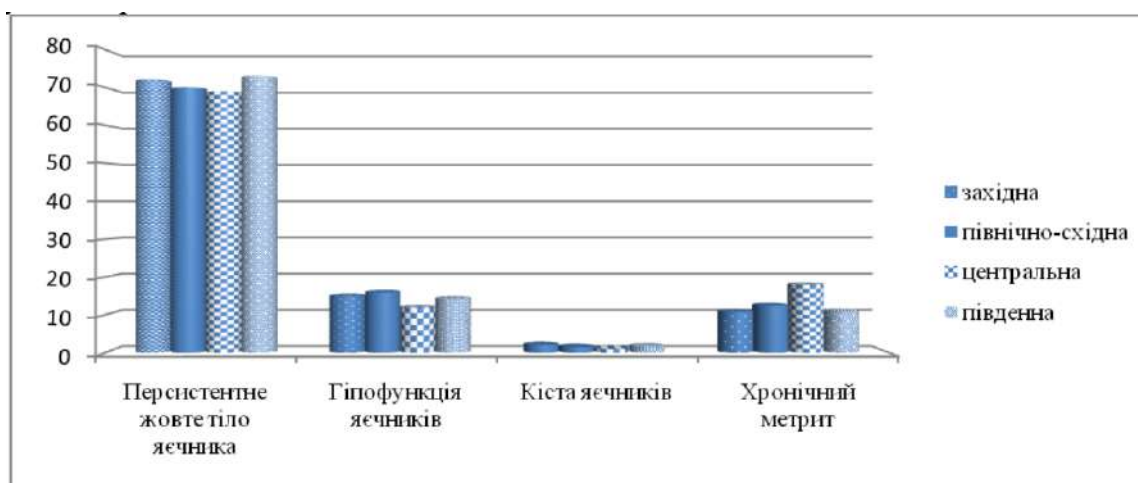


Рис. 2. Поширення гінекологічних хвороб корів у дослідних господарствах, %

Статистичною обробкою цифрових показників вірогідної різниці у поширенні гінекологічних хвороб залежно від біогеохімічних зон не виявляли.

Хоча була встановлена тенденція до збільшення частоти хронічного метриту у корів, що утримуються в господарствах центральної зони. Одним із сприяючих факторів розвитку метриту може бути порушення мінерального обміну, зокрема кальцій-фосфорного.

Під час вивчення поширення хірургічної патології в корів дослідних господарств враховували механічні ураження (забої, гематоми, лімфоекстравазати, бурсити у ділянці холки), гнійні ураження (рани, абсцеси, флегмони), хвороби у ділянці пальців (гнійно-некротичні ураження, ламініт, папіломатозний пальцевий дерматит) та деформації рогу ратиць.

На рис. 3 наведені дані щодо кількості корів, хворих на хірургічну патологію в господарствах західної, північно-східної, центральної та

південної зон. Згідно з нашими дослідженнями відносна кількість корів з механічними ураженнями у різних біогеохімічних зонах України складала 1,8–3,4 %. При цьому, у тварин, що утримуються в господарствах північно-східної зони переважали бурсити у ділянці холки, південної – забої та лімфоекстравазати бокової частини черевної стінки. На нашу думку, такі відмінності пояснюються тим, що в господарствах північно-східної зони переважає прив'язний метод утримання корів, за якого частіше діагностуються бурсити у ділянці холки, в той час як у господарствах південної більше використовують вигули та пасовища і частіше реєструють забої та лімфоекстравазати бокової частини черевної стінки. Гнійні ураження більш часто реєструвалися у тварин, що утримуються в господарствах північно-східної та центральної біогеохімічних зон, що також обумовлене тривалим перебуванням тварин на прив'язі.



Рис. 3. Хірургічна патологія у корів дослідних господарств, %

Невелике число захворювань у ділянці пальців діагностували у корів, що утримуються в господарствах центральної зони. Також, відмічали найменшу (в 1,9–2,5 рази) відносну кількість хворих тварин з деформаціями рогу ратиць.

Висновки

1. Якість води, яка використовується для напування корів, не завжди відповідає санітарно-гігієнічним вимогам:

– органолептичні показники води у більшості господарств перевищували ГДК в 1,2–4 рази;

– виявлено підвищення концентрації Нітрогену амонійного у воді для напування корів північно-східної біогеохімічної зони та нітратів – у воді господарств центральної та південної зон – в 1,2–4 рази, порівняно з гранично допустимими концентраціями;

– вміст Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Купруму, Цинку у питній воді для корів не перевищував допустимих значень. Підвищена концентрація Меркурію, Мангану та Феруму була встановлена у воді всіх дослідних господарств. Показник Меркурію був найвищий у весняний та літній періоди, і перевищував ГДК в середньому в 1,5 рази в господарствах західної та 3,8 рази – південної зон;

– вміст Мангану воді господарств був у 2–4 рази вище регламентних величин. Концентрація Феруму найвищою була у весняний період і перевищувала нормативні значення у 1,5–3 рази в господарствах західної і північно-східної зон.

2. Серед внутрішніх хвороб корів у дослідних господарствах найбільш поширені були хвороби

системи органів травлення, які складали 50–58 % патології внутрішніх органів. У західній та північно-східній біогеохімічних зонах частіше реєстрували ендемічні хвороби.

3. Найбільш поширеною патологією у неплідних корів було жовте тіло яєчників, яке діагностували у 69–73 % корів, а на мастит хворіло від 6,3–11,4 % корів дослідних господарств.

4. Рівень захворюваності корів на хірургічну патологію суттєво не відрізняється в досліджуваних господарствах усіх біогеохімічних зон України.

У перспективі планується вивчити вплив якості води на стан здоров'я, продуктивність і якість молока корів та захворюваність молодняку великої рогатої худоби.

References

Bid, K. D. (2016). Kachestvo vody v pitanii krupnogo rogatogo skota [Cattle feed water quality]. *Efektivne tvarynnystvo*, 4/5, 48–56 [in Russian].

Brylo, I. V. (2013). Kachestvo vody, produktivnost i zdorovye zhyvotnykh [Water quality, animal productivity and health]. *Ekologiya i zhyvotnyy mir*, 2, 20–23 [in Russian].

Forbes, B. & Kepe, T. (2015). Smallholder farmers attitudes toward the provision of drinking water for dairy cows in Kagera, Tanzania. *Trop Anim. Health Prod*, 47 (2), 415–421. doi: 10.1007/s11250-014-0737-8.

Khilchevskyi, V. K., Osadchyi, V. I. & Kurylo, S. M. (2012). Osnovy hidrokhimii [Fundamentals of hydrochemistry]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].

Klitsenko, H. T. & Kulyk, M. F. (2013). Potreba

tvaryn u vodi [The need for animals in the water]. *Efektivne tvarynnytstvo*, 3 (67), 46–48 [in Ukrainian].

Miglierina, M. M., Bonadeo, N., Ornstein, A. M., Becu-Villalobos, D. & Lacau-Mengido, I. M. (2018). In situ provision of drinking water to grazing dairy cows improves milk production. *New Zealand Vet J.*, 66, 37–40. doi: 10.1080/00480169.2017.1374885.

Oliveira, B. R. (2018). Validation of a system for monitoring individual feeding and drinking behavior and intake in young cattle. *J. Animal*, 12 (3), 634–639. doi: 10.1017/S1751731117002002.

Sokoliuk, V. M. & Zasiakin, D. A. (2015). Sanitarno-higienichna otsinka vody dlia napuvannia koriv u riznykh rehionakh Ukrainy [Sanitary and hygienic assessment of water for watering cows in different regions of Ukraine]. *The Ukrainian Farmer*, 1, 3–6 [in Ukrainian].

Sokoliuk, V. M., Lihomina, I. P., Furman, S. V. & Lisohurska, D. V. (2019). Sanitarno-higienichna kharakterystyka vody v raioni molochnotovarnoi

fermy ta svynofarmy [Sanitary and hygienic characteristics of water in the area of dairy farm and pig farm]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2 (93), 191–196 [in Ukrainian].

Sokolyuk, V. M., Ligomina, I. P., Furman, S. V. & Lototskiy, V. V. (2018). Vliyanie kachestva vody na zdorove korov [The impact of water quality on cow health]. *Uchenye zapiski uchrejdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsyny»*, 54 (4), 199–202 [in Russian].

Sullivan, K. F. & Mader, T. L. (2018). Managing Heat Stress Episodes in Confined Cattle. *Vet Clim North Am Food Anim. Pract*, 34 (2), 325–339. doi: 10.1016/j.cvfa.2018.05.001.

Willams, L. R. (2017). Drinking of requeency effects on the performance of cattle a systematic review. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 101, 1076–1092. doi: 10.1111/jpn.12640.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-108-112

UDC 504.054:351.773:551.521 (447.42)

EVALUATION OF THE CONTENT OF ^{137}Cs RADIONUCLIDE IN FOOD PRODUCTS OF FOREST ORIGIN OF RESIDENTS OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES IN THE LONG-TERM PERIOD AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT**L. Romanchuk¹, O. Lopatiuk¹, Y. Kovalchuk¹, S. Kovalyova²**

e-mail: olexandr_lopatiuk@ukr.net

¹Zhytomyr national agroecological university
7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine²Zhytomyr branch of the state institution "Soil Protection Institute of Ukraine"
21A, Myru Av., Zhytomyr, 10020, Ukraine

The article presents the material of the investigation of the foodstuff of forest origin which is a part of a diet of residents in the settlements in Ovruch and Narodychi raions of Zhytomyr region that are classified as the 2nd and the 3rd zone of radioactive contamination. For the investigation, boletuses and bilberry were sampled in these settlements, since they are an indispensable part of diets of people that live in the radioactively contaminated areas after the Chornobyl accident. The measurement of the ^{137}Cs content in the selected samples was carried out using the spectrometric method at the universal spectrometric complex "Gamma Plus" in the measuring laboratory of the Zhytomyr Branch of the State Institution "Institute for Soil Protection UKRAINE".

It was found out that boletuses (dried) and berries sampled in villages Rudnia and Vystupovychi were characterized by the highest contamination with radiocesium compared to other samples of the foodstuff of forest origin taken in the settlements in Ovruch and Narodychi raions.

The specific activity of ^{137}Cs in boletuses (dried) sampled in this area exceeded the maximum permissible level by 3.2-5.1 times. The other samples of boletuses (dried) taken in other settlements in Ovruch raion were within the permissible standards.

The contamination of berries sampled in the settlements in Ovruch raion exceeded the permissible standards.

The foodstuff of forest origin which was examined for the ^{137}Cs content considerably exceeded MAC in all settlements in Narodychi raion.

It is absolutely unacceptable to use foodstuff of forest origin of the residents of the investigated settlements in Ovruch and Narodychi raions, since the systematic consumption of foodstuff even with a low content of radiocesium leads to its accumulation in the human body, which can have a negative impact on health and cause a disease over time.

Key words: specific activity of ^{137}Cs , contamination density, radionuclide, foodstuff of forest origin.

ОЦІНКА ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДУ ^{137}Cs У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ ЛІСОВОГО ПОХОДЖЕННЯ МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС**Л. Д. Романчук¹, О. В. Лопатюк¹, Ю. В. Ковальчук¹, С. П. Ковальова²**

e-mail: olexandr_lopatiuk@ukr.net

¹Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна²Житомирська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»
проспект Миру, 21 А, м. Житомир, 10020, Україна

У статті викладені матеріали досліджень продукції лісового походження, яку вживають у раціон харчування мешканці населених пунктів Овруцького та Народицького районів Житомирської області, віднесених до 2-ої та 3-ої зон радіоактивного забруднення. Для проведення досліджень у даних населених пунктах здійснено відбір зразків грибів білих (сушених) та ягід чорниці, які є невід'ємною частиною раціону харчування мешканців сільських територій, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. Вимірювання вмісту ^{137}Cs у відібраних зразках проводилося спектрометричним методом на

універсальному спектрометричному комплексу «Гамма Плюс» у вимірвальній лабораторії Житомирської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

Встановлено, що серед відібраних зразків продуктів харчування лісового походження в населених пунктах Овруцького району найбільш забрудненими радіоцезієм були гриби (сушені) та ягоди, відібрані у с. Рудня та с. Виступовичі.

Питома активність ^{137}Cs у відібраних для проведення радіологічного дослідження зразках грибів (сушених) у даній місцевості перевищувала допустимий рівень у 3,2-5,1 рази. Решта зразків грибів (сушених), відібраних в інших населених пунктах Овруцького району, були у межах допустимих нормативів.

Ягоди, відібрані для дослідження в населених пунктах Овруцького району, були забруднені радіоцезієм понад встановлені нормативи.

Відібрані для дослідження на вміст ^{137}Cs продукти харчування лісового походження мешканців всіх населених пунктів Народицького району значно перевищували ГДК.

Вживати продукцію лісового походження мешканців досліджуваних населених пунктів Овруцького та Народицького районів категорично недопустимо, оскільки систематичне вживання продуктів харчування, навіть з незначним вмістом радіоцезію, призводить до накопичення його в організмі людини, що з часом може негативно вплинути на стан здоров'я та викликати захворювання.

Ключові слова: питома активність ^{137}Cs , щільність забруднення, радіонуклід, продукти харчування лісового походження.

Вступ

Аварія на ЧАЕС призвела до радіоактивного опромінення мешканців дванадцяти областей України. Радіаційному контролю підлягають більш як 3 млн мешканців цих територій. Відомо, що внесок внутрішнього опромінення у сумарну еквівалентну дозу може досягати 30–90%, що, у свою чергу, на 91–96% обумовлено радіонуклідом ^{137}Cs . Оскільки період напіврозпаду і напівочищення ґрунту та продуктів харчування від радіоцезію складає десятки років, то тривалий моніторинг ґрунтів, продуктів харчування та доз внутрішнього опромінення населення прямими інструментальними методами, безсумнівно, є першочерговим завданням (Vozianova et al., 2007; Slavov & Plotko, 2017; Skachok et al., 2019).

Навіть нині, у період понад 30 років після аварії на ЧАЕС, залишаються критичними населені пункти Житомирської області, в яких рівні радіоактивного забруднення молока, м'яса перевищують допустимі рівні (Ministerstvo, 2006).

У лісових екосистемах Полісся критичними видами лісової продукції залишаються дикорослі гриби, ягоди, лікарські рослини. Тому заготівлю дикорослих грибів, ягід і лікарських рослин у лісах Полісся необхідно проводити за умов попереднього радіаційного контролю (Landin, 2013).

Вживання продукції, отриманої з присадибних господарств та висока частка у

раціоні харчування продуктів лісового походження – ягід та грибів – спричиняють надходження радіонуклідів до організму людини, що може спричинити негативні наслідки для здоров'я та життя мешканців радіоактивно забруднених територій (Gudkov, 1991; Romanchuk, 2015).

Матеріали та методи досліджень

Метою наших досліджень була оцінка продуктів харчування лісового походження, які використовують у раціон харчування мешканці найбільш радіоактивно забруднених територій Овруцького та Народицького районів Житомирської області на вміст ^{137}Cs . Нашим завданням нашої роботи було дослідити вміст радіонукліду ^{137}Cs у продуктах харчування лісового походження. Для виконання поставлених завдань нами було проведено відбір зразків грибів білих та ягід чорниці у жителів різних населених пунктів Народицького та Овруцького районів, віднесених до II зони радіоактивного забруднення (табл. 1).

Відбір та підготовка зразків для радіологічних досліджень проводили згідно з загальноприйнятими методиками. Питома активність ^{137}Cs визначали спектрометричним методом на універсальному спектрометричному комплексі «Гамма Плюс» у вимірвальній лабораторії Житомирської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»,

атестованій КП Вінницьким обласним №173, чинне до 28.12.2018 р.). Нижня межа виробничо-технічним центром стандартизації, визначення питомої активності ^{137}Cs для УСК метрології та якості продукції АПК «Гамма Плюс» –3 Бк.

«Облагостандарт» (свідоцтво про атестацію

Таблиця 1. Вміст ^{137}Cs у продуктах харчування лісового походження Овруцького та Народицького районів

Назва населеного пункту	Зона радіоактивного забруднення	Гриби (білі сушені)	Ягоди чорниці
Овруцький район			
с. Виступовичі	2	12870,0±67,8	1120,0±8,7
с. Словечне	3	2120,0±42,1	635,0±6,2
с. Мажари	3	2058,0±36,5	565,0±5,4
с. Литвин	3	2500,0±24,4	665,0±9,1
с. Нові Велідники	3	2396,0±18,7	647,0±7,6
с. Рудня	2	8026,0±5,2	818,0±10,2
Народицький район			
смт Народичі	2	3040,0±39,3	742,1±5,3
с. Розсохівське	2	2645,0±26,5	680,0±6,4
с. Селець	2	3457,0±28,4	891,0±9,7
с. Христинівка	2	4984,0±31,1	891,0±8,7
с. Базар	2	2856,0±19,3	729,0±6,4

Результати досліджень та обговорення

На території Овруцького району було досліджено чотири населених пункти III зони радіоактивного забруднення (с. Словечне, с. Мажари, с. Литвин, с. Нові Велідники) та два села зони безумовного (обов'язкового) відселення (II зона) (с. Виступовичі, с. Рудня).

Найбільш забрудненими ^{137}Cs були продукти

харчування лісового походження в с. Рудня та с. Виступовичі. Так, гриби мали питому активність ^{137}Cs у межах 2058–12870 Бк/кг, що у 3,2–5,1 раза, відповідно, перевищували допустимий рівень. Решта зразків грибів були у межах допустимих нормативів. Рівень забруднення лісових ягід також перевищував ДР-2006 на 13–124 % (рис. 1).

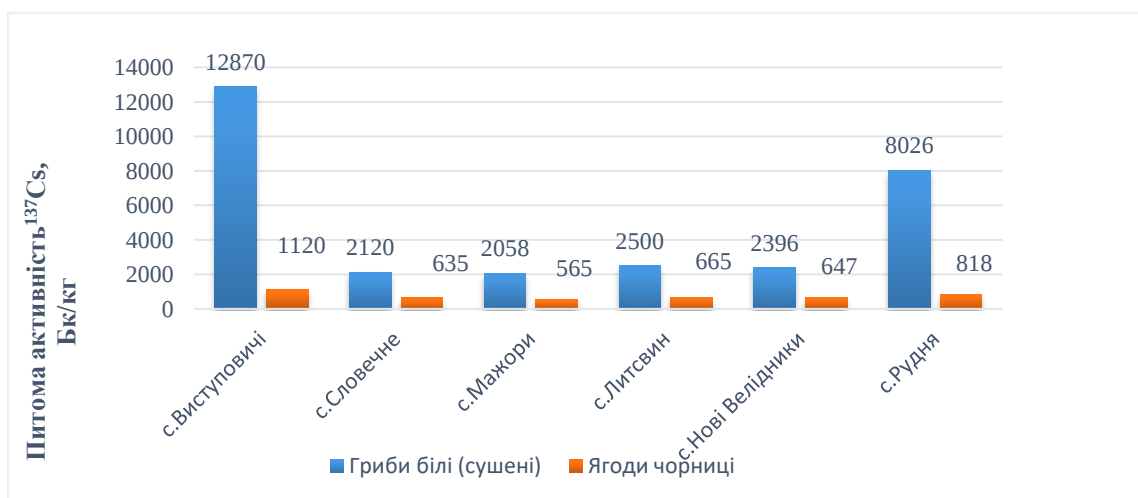


Рис. 1. Вміст ^{137}Cs у продуктах харчування лісового походження Овруцького району

Радіаційний моніторинг зразків грибів та ягід, відібраних у населених пунктах Овруцького району, показав, що дану продукцію не можна використовувати у раціонах харчування людей через високий вміст ^{137}Cs .

Дослідження продуктів харчування лісового походження населених пунктів Народицького району показали, що гриби були забруднені ^{137}Cs

у межах 2645–4982 Бк/кг, що значно перевищує допустимі рівні. Гриби, відібрані у с. Христинівка були найзабрудненішими.

Дослідження ягід чорниці показали, що рівень забруднення всієї продукції, відібраної у мешканців Народицького району, перевищував ДР-2006 на 36-79 % і варіював у межах 680–895 Бк/кг (рис.2).



Рис. 2. Вміст ^{137}Cs у продуктах харчування лісового походження Народицького району

Радіологічні дослідження продукції лісового походження мешканців населених пунктів Народицького району показали, що вживати дану продукцію не допустимо у зв'язку із значними перевищеннями ^{137}Cs понад встановлені рівні.

Висновки

Екологічно значуща група біоти (гриби та лісові ягоди) залучена в процеси міграції й перерозподілу радіонуклідів у навколишньому середовищі. За активністю акумульованих радіонуклідів гриби від декількох десятків до сотень разів перевищують рослинну продукцію. Так, питома активність ^{137}Cs у грибах, зібраних в північних районах Житомирщини, варіювала в межах від 1590 до 12870 Бк/кг, чорниці від 268 до 1120 Бк/кг.

Вживання зібраних у лісах досліджуваних населених пунктів Народицького і Овруцького районів грибів та ягід може призвести до накопичення радіоцезію в організмі людей, що, в свою чергу, може нести загрозу їх здоров'ю.

Referens

Vozianova, O. F., Bebesha, V. H. & Bazyka, D. A. (Eds.) (2007). *Medychni naslidky avarii na Chornobylskii atomnii elektrostantsii* [Medical consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Kyiv : DIA [in Ukrainian].

Slavov, V. P. & Plotko, T. S. (2017). *Pryrodna rezystentnist i vidtvoriuvalna zdattnist koriv za dii malykh doz radiatsii* [Natural resistance and reproductive capacity of cows under the action of small doses of radiation]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 80. doi: doi.org/10.31073/agrovisnyk201704-05 [in Ukrainian].

Skachok, L. M., Potapenko, L. V. & Horbachenko, N. I. (2019). *Ahroekologichna efektyvnist elementiv tekhnologii vyroshchuvannya miskantusu na radioaktyvno zabrudnennykh gruntakh* [Agroecological efficiency of elements of miscanthus growing technology on radioactively contaminated soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 88. doi: doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-09 [in Ukrainian].

- Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy (2006). Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ^{137}Cs i ^{90}Sr u produktakh kharchuvannia ta pytnii vodi [Allowable levels of ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides in food and drinking water]: GN 6.6.1.1-130-2006. Kyiv [in Ukrainian].
- Landin, V. P. (2013). Radioaktyvne zabrudnennia produktsii lisovoho hospodarstva v umovakh Ukrainskoho Polissia [Radioactive contamination of forestry products in Ukrainian Polesie]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23.1, 39–43 [in Ukrainian].
- Gudkov, I. N. (1991). Osnovy obschey i selskohozyaystvennoy radiobiologii [Fundamentals of General and Agricultural Radiobiology]. Kiyev : USKhA [in Ukrainian].
- Romanchuk, L. D. (2015). Radioekolohichna otsinka formuvannia dozovoho navantazhennia u meshkantsiv silskykh terytorii Polissia Ukrainy [Radio-ecological assessment of the formation of dose load in the inhabitants of rural areas of Polesie of Ukraine]. Zhytomyr : ZhNAEU [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-113-120

UDC 631.559

ASSESSMENT OF THE CLIMATE CHANGES IMPACT ON THE PRODUCTIVITY OF MAIZE WITHIN THE POLISSYA AND FOREST STEPPE ECOREGIONS WITHIN UKRAINE**A. Zymaroieva**e-mail: nastya.zymaroieva@gmail.comZhytomyr National Agroecological University
7, Sary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

This paper investigates the impact of climate variability on maize yield in the Polissya and Forest- steppe zones of Ukraine. Precipitation and temperature were used as proxies for climate variability. The principal components analysis applied to the bioclimatic variables allowed us to identify four principal components that together account for 92,5% of the variability of the feature space. Principal component 1 describes 54,45% of the total dispersion. It is correlated with the majority of variables, but most with indicators that determine continental climate. Principal component 2 describes 23.78% of climatic variation and can be interpreted as temperature variability in extreme periods of the year. Principal component 3 describes 8,18% of the total variability of the feature space and indicates the degree of variability of the temperature regime. Principal component 4 describes 6,03% of the climatic variability and indicates the contrast of temperature conditions. Maize yield dynamic is best described by a logistic model that has the following characteristic points and indices: slope, lower limit, upper limit, and ED50 – the time it takes to achieve half of the maximum yield level. The regression analysis revealed a statistically significant correlation between maize yield and identified principal components. Thus, the lower yield limit (minimal yield) is determined by the principal component 1. The rate of recovery of yield potential depends on all four climate variables, but it has the greatest sensitivity to the principal component 1. Climate component 3 is the determinant of the upper maize yield limit, which indicates that the maximum maize yield is limited by the temperature regime of the territory. The time of a sharp increase in yield also depends on the variability of the temperature regime.

Key words: climate variables, climatic factors, yield, maize.**ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В МЕЖАХ ПОЛІСЬКОЇ ТА ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОН УКРАЇНИ****А. А. Зимарова**e-mail: nastya.zymaroieva@gmail.comЖитомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

У роботі досліджено вплив мінливості клімату на врожайність кукурудзи на території Поліської та Лісостепоної зон України. Оподи та температура використовувались як показники мінливості клімату. Аналіз головних компонент, що застосовувався відносно біокліматичних змінних, дозволив виділити чотири головних компоненти, які разом пояснюють 92,5% варіабельності кліматичних факторів. Головна компонента 1 описує 54,45% варіабельності простору ознак. З нею корелює більшість змінних, але найбільше ті показники, які визначають континентальність клімату. Головна компонента 2 описує 23,78% варіювання простору ознак та може бути інтерпретована як мінливість температурного режиму в екстремальні періоди року. Головна компонента 3 описує 8,18% загальної мінливості простору ознак та індукує рівень мінливості температурного режиму. Головна компонента 4 описує 6,03% мінливості кліматичних змінних та вказує на контрастність температурних умов. Динаміка урожайності кукурудзи на дослідженій території найкраще описується логістичною моделлю, яка має наступні характеристичні точки та показники: ухил, нижня границя, верхня границя та час, який потрібний для досягнення половинного, від максимального рівня, зростання урожайності. Провівши регресійний аналіз, встановили статистично значиму

кореляцію між урожайністю кукурудзи та виявленими головними компонентами. Так, показник найменшого рівня врожайності визначається головною компонентою 1. Швидкість відновлення потенціалу родючості залежить від усіх чотирьох кліматичних змінних, але найбільшу чутливість має до головної компоненти 1. Кліматична компонента 3 є детермінантом верхньої межі врожайності кукурудзи, що говорить про те, що максимум врожайності кукурудзи обмежується температурним режимом території. Час настання різкого зростання врожайності також залежить від мінливості температурного режиму.

Ключові слова: кліматичні змінні, кліматичні фактори, урожайність, кукурудза.

Вступ

Сільськогосподарське виробництво критично залежить від погодних умов. Особливо сільське господарство чутливе до довгострокових трендів та змін кліматичних умов (Nelson et al. & 2014). Кількісне визначення залежності між погодними умовами та врожайністю є важливим для кращого розуміння та прогнозування реакцій росту рослин на довготривалі зміни погодних умов та для формування своєчасних заходів щодо адаптації та реагування на зміни клімату (Lobell, Burke, 2010).

Зміна клімату стає все більш визнаною загрозою для сільського господарства (Lesk et al., 2016; Ureta et al., 2019), оскільки викликає зміни температури, зміну структури опадів та частіші екстремальні погодні явища (Schlenker & Roberts, 2009). За прогнозами (Lobell et al., 2011; Ram, 2016), посухи і повені у найближчому майбутньому будуть виникати частіше і набуватимуть більш інтенсивного характеру. Наслідків впливу глобального потепління на сільське господарство є багато, зокрема, мінімальне підвищення температури може підвищити врожайність у місцях з помірним кліматом, тоді як екстремальне підвищення може призвести до поганих врожаїв (Lobell et al., 2011). Тому слід терміново зрозуміти потенційний вплив, який можуть мати зміни параметрів погоди на врожайність сільськогосподарських культур з метою адаптації до зміни клімату (Ureta et al., 2019).

Потенційний урожай культури визначається поглинутою сонячною радіацією (Asseng et al., 2014). Однак, урожайність сільськогосподарських культур, як правило, нижча від потенційної через різні абіотичні та біотичні стресові фактори, які пригнічують фотосинтез рослин і, таким чином, обмежують ріст врожаю (Lobell et al., 2011). Найважливіші фактори абіотичного стресу – температурний стрес і водний стрес. Наприклад, такі аномальні явища, як температура нижче нуля

восени або сильна спека навесні, можуть спричинити значні втрати врожаю (Tack et al., 2015). Екстремальні температурні умови також призводять до значного дефіциту виробництва зернових (Lesk et al., 2016). Існують вагомі докази того, що частота екстремальних температур збільшиться в багатьох регіонах світу (Schlenker & Roberts, 2009). Отже, виходячи з вищесказаного, стає зрозумілим, що велика кількість параметрів, пов'язаних з температурою та опадами, впливає на ріст сільськогосподарських культур, включаючи їх розподіл під час періоду вирощування, взаємозв'язки між температурою та опадами, а також екстремальні температури.

Україна у 2013 році (Müller et al., 2016) була четвертим найбільшим експортером кукурудзи в усьому світі (і утримує це звання з 2005 року до теперішнього часу), тому, вивчення питання продукційного потенціалу кукурудзи в Україні, з точки зору кліматичних загроз, є надзвичайно актуальним. На підставі вивчення історичних кліматичних даних зрозуміло, що в Україні вже спостерігається тенденція підвищення температури, а кліматичні прогнози передбачають подальше потепління, особливо щодо підвищення температури взимку. Більше того, зменшилася кількість опадів у південній степовій зоні України протягом 1961–2009 рр. (Morgounov et al., 2013). За прогнозами Міжурядової групи з питань зміни клімату (IPCC, 2013) – температура в зерновиробничих районах України зросте, а найбільший її приріст очікується в зимові місяці. Літні опади, ймовірно, зменшаться, а зимові опади навпаки посиляться; посухи можуть стати більш імовірними та теж посиляться (Lioubimtseva & Henebry, 2012). Однак, докази довготермінового впливу кліматичних змін на урожайність кукурудзи в Україні є недостатніми і потребують доповнення.

Краще розуміння взаємозв'язків між погодними даними та урожайністю у

просторовому масштабі може допомогти інформувати фермерів, інвесторів та політиків щодо формулювання стратегій адаптації, та як найкраще використовувати поточні та майбутні кліматичні умови.

Метою роботи є з'ясування впливу кліматичних змінних на показники продуктивності кукурудзи на території Поліської та Лісостепової зон України.

Матеріали та методи

Дані по урожайності кукурудзи у Поліський та Лісостеповій зонах України представлені Державною службою статистики України (<http://www.ukrstat.gov.ua/>). Відомості охоплюють часовий період з 1991 по 2017 рр. Дані мають характер середньої врожайності культури по

адміністративному району. Територія охоплює 206 адміністративних районів з десяти областей України (Вінницька, Волинська, Житомирська, Київська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська).

Біокліматичні дані були застосовані відповідно до бази WorldClim version 2 (<http://worldclim.org/version2>) (Fick & Hijmans, 2017). Відомості про перебіг кліматичних процесів представлені у вигляді растрових карт з роздільною здатністю 1 км, що є цілком достатнім для вирішення поставлених завдань. Біокліматичні змінні представляють екологічно значимі аспекти варіювання температури та опадів протягом року (табл. 1). Дані інтегрують відомості про кліматичні процеси у період 1970–2000 рр.

Таблиця 1. Біокліматичні змінні

Умовне позначення	Характеристика
bio_1	Середня річна температура
bio_2	Середній добовий діапазон (середньомісячний (максимальна температура – мінімальна температура))
bio_3	Ізотермічність (BIO2/BIO7) (*100)
bio_4	Сезонність температури (стандартне відхилення *100)
bio_5	Максимальна температура найтеплішого місяця
bio_6	Мінімальна температура найбільш холодного місяця
bio_7	Річний діапазон температури (BIO5 – BIO6)
bio_8	Середня температура найбільш вологого кварталу року
bio_9	Середня температура найсухішого кварталу
bio_10	Середня температура найтеплішого кварталу
bio_11	Середня температура найбільш холодного кварталу
bio_12	Середньорічна кількість опадів
bio_13	Кількість опадів найвологішого місяця
bio_14	Кількість опадів у найбільш посушливий місяць
bio_15	Сезонність опадів (коефіцієнт варіації)
bio_16	Кількість опадів найбільш вологого кварталу року
bio_17	Кількість опадів найсухішого кварталу
bio_18	Кількість опадів у найтеплішому кварталі
bio_19	Кількість опадів у найбільш холодному кварталі року

Статистичний аналіз виконаний за допомогою програмного продукту Statistica 10. Нормальність розподілу є важливою передумовою для проведення багатьох статистичних методів. Якщо дані не розподілені нормально, застосування трансформації Вох-Сох дозволяє використати параметричні статистичні методи. Тому для оцінки даних досліджень застосовували перетворення Вох-Сох (Osman et al., 2014). Цей підхід є способом перетворення ненормальних залежних змінних у нормальну

форму. Перетворення Вох-Сох має вигляд:

$$y(\lambda) = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{if } \lambda \neq 0 \\ \log y, & \text{if } \lambda = 0 \end{cases}$$

де y – перетворювані дані, λ – показник перетворення.

В основі трансформації Вох-Сох лежить показник лямбда (λ), який коливається від –5 до 5. Враховуючи всі значення, було обрано оптимальне значення, яке найкраще апроксимує дані до нормальної кривої розподілу. Процедура

пошуку оптимального значення лямбда проводилася за допомогою бібліотеки AID (Osman *et al.*, 2014) для середовища статистичних обчислень R. Аналіз головних компонент був використаний для зменшення розмірності матриць клімату та властивостей ґрунту. Загальні лінійні моделі були використані для перевірки значущості впливу змінних клімату та ґрунту на параметри врожайності.

Впродовж досліджуваного періоду урожайність кукурудзи демонструвала тренд до збільшення, за винятком початкового етапу досліджень (1991–1997 рр.), коли спостерігалася стрімке зниження врожайності культури (Zymarioieva, 2019). Якщо брати до уваги динаміку зміни цього показника з середини 90-х років по поточний період часу, то вона може бути описана сигмоїдною кривою. Ця крива описує характерні етапи спостережуваної динаміки, а саме: повільна швидкість зростання на початковому етапі, різке зростання у середній частині періоду досліджень та стабілізація зростання в останній третині періоду досліджень та у деяких випадках – вихід на плато. Для описання сигмоїдної кривої застосована симетрична лог-логістична модель (рис. 1):

$$y = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) + \log(ED50)))}$$

де y – відгук (врожайність культури); c – позначає нижній ліміт відгуку (найменший рівень врожайності), коли x наближається до нуля; d – верхній ліміт (найвищий рівень врожайності), коли x наближається до нескінченності; b – позначає нахил кривої відгуку у близькості до точки перегину, коли x набуває значення $ED50$

(час, який потрібний для досягнення половинного від максимального рівня зростання урожайності).

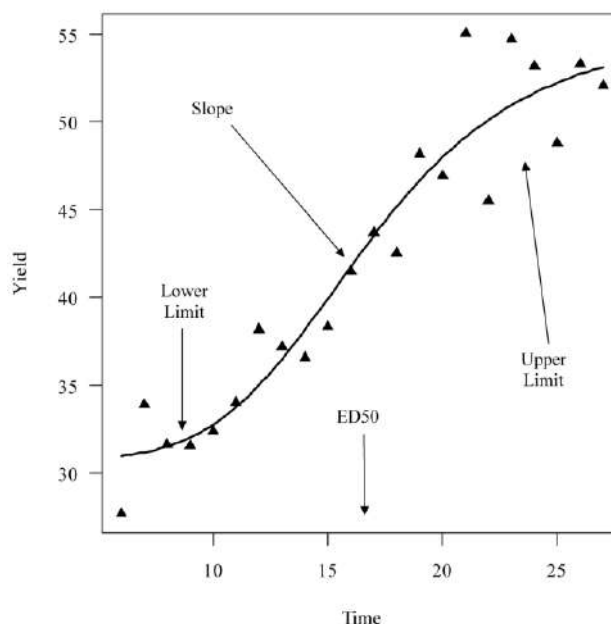


Рис. 1. Модель динаміки урожайності кукурудзи

Результати досліджень та обговорення

Обрахунок основних біокліматичних змінних регіону досліджень наведено у таблиці 2. Середньорічна температура у дослідженому регіоні наближається до нуля, середня температура найтеплішого місяця року в середньому становить $22,21 \pm 0,06^\circ\text{C}$, а найхолоднішого – $-10,33^\circ\text{C}$. У середньому за рік випадає $622,8 \pm 4,45$ мм опадів, причому у найбільш вологий місяць у середньому випадає $89,60 \pm 0,68$ мм опадів, а в найсухіший – $31,27 \pm 0,15$ мм.

Таблиця 2. Описові статистики біокліматичних змінних

Змінна	Середнє значення	Мінімум	Максимум	Box-Cox λ
1	2	3	4	5
bio_1	$-0,0043 \pm 0,05$	-2,28	1,94	0,65
bio_2	$8,23 \pm 0,03$	7,49	9,44	-2,50
bio_3	$25,33 \pm 0,11$	22,70	30,97	-4,15
bio_4	$868,3 \pm 3,58$	695,1	969,1	3,45
bio_5	$22,21 \pm 0,06$	17,66	23,91	4,90
bio_6	$-10,33 \pm 0,06$	-12,57	-8,32	0,90
bio_7	$32,54 \pm 0,11$	26,71	35,30	6,60
bio_8	$17,17 \pm 0,08$	13,39	19,35	3,35
bio_9	$-2,60 \pm 0,05$	-4,37	-0,42	-1,10

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
bio_10	17,54±0,06	13,59	19,35	3,10
bio_11	-3,70±0,05	-5,94	-2,06	1,20
bio_12	622,8±4,45	531,4	1137,2	-3,75
bio_13	89,60±0,68	68,50	152,14	-1,75
bio_14	31,27±0,15	25,28	38,00	-0,35
bio_15	36,80±0,31	25,62	46,14	0,75
bio_16	240,5±1,98	189,4	419,0	-1,90
bio_17	240,5±1,98	189,4	419,0	-1,90
bio_18	239,5±1,92	189,4	418,8	-1,90
bio_19	114,7±0,80	88,3	206,1	-2,05

Аналіз головних компонент дозволив пояснюють 92,5% варіабельності кліматичних виділити чотири головних компоненти, власні змінних (табл. 3). числа яких більші за одиницю і які разом

Таблиця 3. Аналіз головних компонент біокліматичних змінних

Змінна	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
bio_1	0,34	0,70	0,20	–
bio_2	–	0,29	0,80	0,62
bio_3	–0,70	0,64	0,48	–
bio_4	0,90	–0,59	–	0,22
bio_5	0,91	–0,17	0,16	0,26
bio_6	–0,55	0,85	–0,14	–0,49
bio_7	0,84	–0,59	0,17	0,43
bio_8	0,92	–0,31	–	–
bio_9	–0,42	0,86	0,15	–0,27
bio_10	0,91	–	–	–
bio_11	–0,53	0,94	–	–0,24
bio_12	–0,79	–	0,24	–
bio_13	–0,87	–	0,20	–
bio_14	–0,28	–0,62	0,42	–
bio_15	–0,70	0,50	–	0,44
bio_16	–0,90	–	0,20	–
bio_17	–0,90	–	0,20	–
bio_18	–0,89	–	0,19	–
bio_19	–	–0,54	0,35	–0,26
Власні значення	10,35	4,52	1,55	1,15
% загального варіювання	54,45	23,78	8,18	6,03

Головна компонента 1 описує 54,45% варіабельності простору ознак. З нею корелює більшість змінних, але найбільшою кореляцією характеризуються змінні bio_8 (середня температура найбільш вологого кварталу року), bio_4 (температурна сезонність), bio_5 (максимальна температура найтеплішого місяця), bio_10 (середня температура найтеплішого кварталу), bio_17 (опаді найсухішого кварталу) та bio_18 (опаді найтеплішого кварталу). Комплекс вказаних показників дозволяє змістовно інтерпретувати головну компоненту 1 як

характеристику континентальності клімату. Характер варіювання цієї ознаки у просторі (рис. 2) зі зміною значень головної компоненти у широтному напрямку підтверджує нашу інтерпретацію.

Головна компонента 2 описує 23,78% варіювання простору ознак. Ця компонента найбільшою мірою корелює з біокліматичними змінними 9 (середня температура найсухішого кварталу) та 11 (середня температура найхолоднішого кварталу), що дозволяє її інтерпретувати як мінливість температурного

режиму в екстремальні періоди року. За критерієм екстремальності температур чітко виділяється північно-східна та північна зони дослідженої території.

Головна компонента 3 описує 8,18% загальної мінливості простору ознак. Ця компонента найбільшою мірою корелює з біокліматичними змінними 2 (середній місячний діапазон добових температур) та 3 (ізотермальність), таким чином, вона вказує на

рівень мінливості температурного режиму.

Головна компонента 4 описує 6,03% мінливості простору ознак. Вона найбільшою мірою корелює з біокліматичними змінними 2 (середній місячний діапазон добових температур), 6 (мінімальна температура найхолоднішого місяця) та 7 (діапазон річних температур). Ця компонента вказує на контрастність температурних умов.

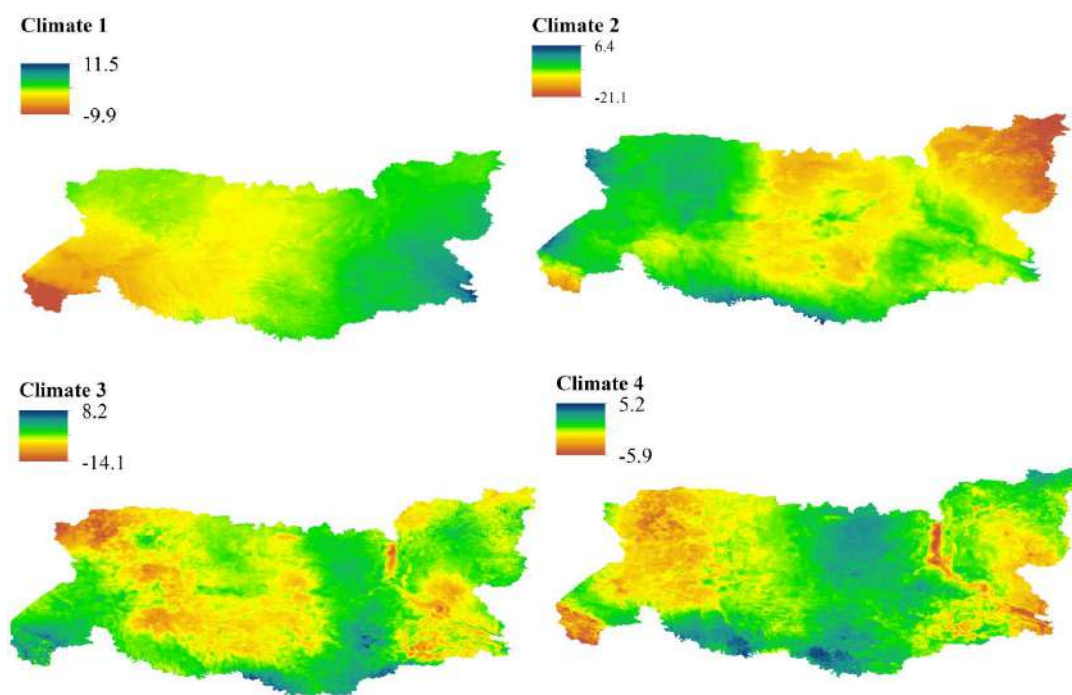


Рис. 1. Просторове варіювання біокліматичних головних компонент

Виявлено статистично значиму залежність кукурудзи та виявленими головними ($p < 0,05$) між параметрами урожайності компонентами (PC1 – PC4) (табл. 4).

Таблиця 4. Регресійна залежність параметрів урожайності кукурудзи від кліматичних змінних*

Предиктори	Ухил (slope)	Нижня границя (Lower Limit)	Верхня границя (Upper Limit)	ED50
Climate_1	$-0,80 \pm 0,14$	$0,26 \pm 0,11$	—	—
Climate_2	$0,38 \pm 0,08$	—	—	—
Climate_3	$0,46 \pm 0,06$	—	$0,23 \pm 0,06$	$0,23 \pm 0,07$
Climate_4	$-0,14 \pm 0,06$	—	—	—

*Примітка – наведені стандартизовані регресійні коефіцієнти, статистично вірогідні для $p < 0,05$.

Так, варіювання показників найменшого стаціонарного рівня врожайності найбільше визначається кліматичною змінною 1 (головна компонента 1). Отже, можна стверджувати, що нижній ліміт врожайності великою мірою

обумовлений континентальністю клімату. Швидкість відновлення потенціалу родючості (ухил кривої динаміки урожайності в часі) залежить від усіх чотирьох кліматичних змінних, але найбільшу чутливість має до головної

компоненти 1. Кліматична змінна 3 є детермінантом верхньої межі врожайності кукурудзи, що говорить про те, що максимум врожайності кукурудзи обмежується температурним режимом території. Час настання різкого зростання врожайності також залежить від мінливості температурного режиму (PC3).

Висновки

Для аналізу впливу кліматичних факторів на урожайність кукурудзи нами було використано 19 показників, які відбивають різноманітні режими температури та опадів. Щоб спростити інтерпретацію даних та виявити найбільш важливі детермінанти врожайності, нами був проведений аналіз головних компонент, у результаті якого ми виділили 4 головних компоненти, які разом пояснюють 92,5% варіабельності простору ознак. Головна компонента 1 описує 54,45% варіабельності простору ознак та є маркером континентальності клімату. Головна компонента 2 описує 23,78% варіювання простору ознак та є показником мінливості температурного режиму в екстремальні періоди року. Головна компонента 3 описує 8,18% загальної дисперсії та є індикатором рівня мінливості температурного режиму. Головна компонента 4 описує 6,03% дисперсії та вказує на контрастність температурних умов. Провівши регресійний аналіз, ми встановили статистично значиму кореляцію між урожайністю кукурудзи та виявленими головними компонентами. З'ясували, що мінімальна врожайність визначається континентальністю клімату, а максимальна врожайність кукурудзи та показник часу настання різкого зростання врожайності – рівнем мінливості температурного режиму. Швидкість відновлення потенціалу родючості залежить від усіх чотирьох кліматичних змінних, але найбільшу чутливість має континентальності клімату. В цілому, кліматичні фактори є визначальними у варіюванні урожайності кукурудзи.

References

Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rotter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Kimball, B. A. ... Zhu, Y. (2014). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5 (2), 143–147. doi: <https://doi.org/10.1038/nclimate2470>.
Fick, S. E. & Hijmans, R. J. (2017). Worldclim

2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37, 4302–4315. doi: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.

IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York : Cambridge University Press.

Lesk, C., Rowhani, P. & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529 (7584), 84–87. doi: <https://doi.org/10.1038/nature16467>.

Lioubimtseva, E. & Henebry, G. (2012). Grain production trends in Russia, Ukraine and Kazakhstan: New opportunities in an increasingly unstable world? *Frontiers of Earth Science*, 6 (2), 157–166. doi: <https://doi.org/10.1007/s11707-012-0318-y>.

Lobell, D. B. & Burke, M. B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150 (11), 1443–1452. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.07.008>

Lobell, D. B., Schlenker, W. & Costa-Roberts, J. (2011). Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. *Science*, 333 (6042), 616–620. doi: 10.1126/science.1204531.

Morgounov, A., Haun, S., Lang, L., Martynov, S. & Sonder, K. (2013). Climate change at winter wheat breeding sites in central Asia, eastern Europe, and USA, and implications for breeding. *Euphytica*, 194 (2), 277–292. doi: <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0968-1>.

Müller, D., Jungandreas, A., Koch, F., Schierhorn, F. (2016). Impact of Climate Change on Wheat Production in Ukraine: Agricultural Policy Report. Kyiv: Institute for Economic Research and Policy Consulting.

Nelson, G. C., Valin, H., Sands, R. D., Havlík, P., Ahammad, H., Deryng, D., Elliott, J. ... Willenbockel, D. (2014). Climate change effects on agriculture: Economic responses to biophysical shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (9), 3274–3279. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1222465110>.

Osman, D., Ozgur, A. & Ozlem, I. (2014). A Methodology to Implement Box-Cox Transformation When No Covariate is Available. *Communications in Statistics- Simulation and Computation*, 43, 1740–1759. doi: 10.1080/03610918.2012.744042.

Ram, F. (2016). More uneven distributions

overturn benefits of higher precipitation for crop yields. *Environmental Research Letters*, 11 (2), 024004. doi: 10.1088/1748-9326/11/2/024004.

Schlenker, W. & Roberts, M. J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (37), 15594–15598. doi: 10.1073/pnas.0906865106.

Tack, J., Barkley, A. & Nalley, L. L. (2015). Effect of warming temperatures on US wheat yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (22), 6931–6936. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1415181112>.

Ureta, C., González, E. J., Espinosa, A., Trueba, A., Piñeyro-Nelson, A. & Álvarez-Buylla, E. R. (2019). Maize yield in Mexico under climate change. *Agricultural Systems*, 177, 102697. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102697>.

Zymaroieva, A. A. (2019). Prostorovo-chasovi zakonomirnosti variuvannia urozhainosti kukurudzy v Ukraini [Spatial-temporal patterns of maize yield variation within Ukraine]. *Naukovi horyzonty. Scientific horizons*, 2, 58–66 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-75-2-58-66>.

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-121-129

UDC 595.42:591.5:616.98–036.22

ECOLOGICAL FEATURES, DISTRIBUTION AND EPIDEMIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF FAMILY IXODIDAE TICKS

L. Fedonyuk, I. Pryvrotska, O. Rujytska

e-mail: pryvrotskaib@tdmu.edu.ua

Horbachevsky Ternopil National Medical University Ministry of Health of Ukraine
1, Maydan Voli, Ternopil, 46001, Ukraine

The hard-bodied ticks of the Ixodidae family are harmful blood-sucking animals and humans ectoparasites, as well as pathogens carriers, including tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis. Their prevalence is extremely important in the Western region of Ukraine. Significant increasing of ticks incidence require protective proceeding.

Therefore, the purpose of study is to analyze over the last decade scholars reports, regarding the Ixodidae ticks biological and ecological features, the patterns of their biotopic distribution, epidemiological and medical significance.

Reports analysis has shown that all stages of ticks highly dependent on three major natural factors: temperature, humidity and presence of nutrients. In May – June and August – September these factors are the most favorable. It has been found that behavioral responses of the perception of abiotic factors play a prominent role in ensuring the life cycle of Ixodidae ticks. These reactions also lead to the prolongation of their seasonal activity in the climate change observed in the world and Ukraine. Moreover, the adaptive responses of ticks are related to the infection level by various pathogens that modify gene expression, affecting the ticks metabolism and contributing to the resistance of these arthropods to adverse environmental conditions.

The prevalence of ticks is affected by the host density including rodents, other wild mammals and dogs, which has a particular effect on the Lyme-borreliosis incidence. Distinctive importance in the pathogens transmission is nymphs and imago, and there are multiple pathogens combinations, which in turn duration affects, course and prognosis of human diseases. Both the time of tick feeding and the bacteria strains has an impact on potency of the host borrelia infection in natural conditions.

The larvae epidemiological status is ambiguous and require further study, moreover study of the tick salivary glands microbiotic components is favored.

Key words: Ixodidae family ticks, ecological features, epidemiology, nymphs, imago.

ІКСОДОВІ КЛІЩІ: ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ПОШИРЕННЯ ТА ЕПІДЕМІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Л. Я. Федонюк, І. Б. Привроцька, О. Ю. Ружицька

e-mail: pryvrotskaib@tdmu.edu.ua

Тернопільський національний медичний університет
ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України
майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001, Україна

Кліщі родини Ixodidae – є небезпечними кровосисними ектопаразитами тварин і людини, а також переносниками збудників хвороб, у тому числі кліщового енцефаліту та Лайм бореліозу, а їх поширеність є особливо актуальною для Західного регіону України. Значне зростання захворюваності та поширеність кліщів вимагає ефективних заходів впливу.

Тому метою нашої роботи було проаналізувати літературні джерела за останню декаду щодо біологічних та екологічних особливостей іксодових кліщів, закономірностей їх біотопічного поширення, їх епідеміологічного та медичного значення.

Як свідчать дані літератури, щільність німф та імаго іксодових кліщів особливо зростає в травні

– червні та у серпні – вересні, що є найсприятливішими періодами впливу факторів довкілля – температури повітря, вологості та наявності хазяїна. Встановлено, що визначальну роль у забезпеченні життєвого циклу іксодових кліщів відіграють поведінкові реакції, що спрямовані на сприйняття абіотичних факторів. Ці реакції й обумовлюють подовження їх сезонної активності в умовах зміни клімату, що спостерігається у світі та Україні, зокрема. Поряд із цим, адаптаційні реакції кліщів пов'язані з рівнем їх інфікування різними збудниками, які модифікують експресію генів, впливаючи на метаболізм кліща та сприяючи підвищенню стійкості цих тварин до несприятливих умов довкілля.

На поширеність кліщів впливає щільність хазяїв–живителів, до яких належать гризуни, інші дикі ссавці та собаки, що має особливий вплив на стан захворюваності у людей Лайм-бореліозом. Особливе значення у передачі збудників хвороб мають німфи та імаго кліщів родини *Ixodidae*, причому спостерігаються множинні поєднання збудників у тілі кліща, що, у свою чергу, впливає на тривалість, перебіг та прогноз захворювання у людини. На ефективність зараження хазяїна бореліями у природних умовах впливає не тільки час живлення кліща, а і штами бактерій.

Епідеміологічний стан личинок не є таким однозначним і потребує подальшого вивчення, а також особливий інтерес становить дослідження мікробіоти слинних залоз кліща.

Ключові слова: іксодові кліщі, екологічні особливості, епідеміологія, німфи, імаго.

Вступ

Іксодові кліщі (родина *Ixodidae* ряд *Parasitiformes*) представляють собою відносно невелику, таксономічно ізольовану групу кліщів – облігатних кровосисних членистоногих, високоспецифічних паразитів наземних хребетних, в основному ссавців і птахів. Світова фауна цих членистоногих налічує близько 700 видів, які відносяться до 2 підродин і 14 родів, а фауна України представлена понад 50 видами. Кліщі родини *Ixodidae*, будучи кровосисними ектопаразитами тварин і людини, є одночасно переносниками багатьох збудників вірусних, рикетсіозних, бактеріальних, мікозних і протозойних хвороб в якості компонентів стійких природних вогнищ інфекцій.

Коло збудників, які передаються іксодовими кліщами, постійно розширюється – достатньо привести в якості прикладу кліщовий бореліоз (хвороба Лайма), який вперше виявили в кінці 1980-х років у США, що згодом поширився територіями північної Америки, а згодом зареєстрований на території Європи та Азії. Протягом останніх років спостерігається тенденція до збільшення ураження кліщовим енцефалітом та Лайм бореліозом на території України, у тому числі Західного регіону, що розташований у лісостеповій зоні та у зоні мішаних лісів, для якої характерне достатнє зволоження та оптимальна для циркуляції збудника температура зовнішнього середовища.

Постійний інтерес до вивчення іксодових

кліщів і значна кількість наукових публікацій, які присвячені різноманітним аспектам їх морфології, фізіології, біології, пояснюється їх значним епідеміологічним значенням.

Матеріали та методи

Метою роботи було проаналізувати дані літератури щодо поширеності кліщів родини *Ixodidae* як компонентів природно-вогнищевих захворювань людини та тварин. Завданням дослідження було вивчення та співставлення екологічних особливостей *I. ricinus*, *I. persulcatus*, їх поведінкових реакцій, особливостей біотопічного поширення, біологічних закономірностей, їх епідеміологічного та медичного значення.

Для досліджень використовували літературні джерела за останні 10 років.

Результати досліджень та обговорення

Відомо, що основними складовими природного вогнища зоонозу є такі: 1) збудник, 2) тварини-резервуари, 3) переносник, 4) просторове «вмістилище вогнища», 5) сприятливі екологічні умови. Кліщі у видовому комплексі "*Ixodes ricinus*" поширені переважно у регіонах із помірним кліматом. Чотири із них переносять більшу частину патогенів, а саме: *Ixodes pacificus* в основному виявляється уздовж тихоокеанського узбережжя Сполучених Штатів Америки; *Ixodes scapularis* – на північному сході, на півдні США; *Ixodes ricinus* – по всій Європі, частині північної Африки, Туреччини та Кавказу; *Ixodes persulcatus*

розповсюджений на території північно-західної Росії та Тихоокеанського узбережжя Азії.

Дослідженнями останніх років встановлено, що збудники змінюють поведінку членистоногих переносників через збільшення кількості укусів, зменшення часу кровосання, довший життєвий цикл. Не став виключенням і *I. ricinus*, адже пошук хазяїна має вирішальне значення для будь-якого гематофага – представника членистоногих. Тому кліщі, такі як *I. Ricinus*, мають додаткову потребу, що керує їх поведінкою і життєвим циклом – збереження їх водного балансу, адже їх паразитарне життя дуже коротке (три кровосання, кожне з яких відбувається протягом декількох днів) у порівнянні з їх тривалістю життя протягом багатьох років у середовищі існування. У пошуках певних видів хазяїна, яких він відрізняє за CO₂, летючими речовинами (запахом) (Berret & Voordouw, 2015) кліщі, що знаходяться у несприятливих умовах вологості, раптово переривають пошуки та спускаються у ґрунтову підстилку для регідратації, що знижує шанси кліща знайти хазяїна (Herrmann & Gern, 2015). *I. ricinus*, як і інші наземні членистоногі, залежні від вологості та потребують підтримання свого водного балансу на рівні від 86 % до 96%. Якщо відносна вологість нижче цього порогу, існує необхідність мінімізувати втрату води і максимально активно використовувати водяну пару з атмосфери. Особливо вразливі личинки кліщів у порівнянні із німфами, тоді як дорослі форми менш вразливі до вологості, ніж німфи. Нижча стійкість до зневоднення спостерігається в незрілих стадіях розвитку кліщів у порівнянні з дорослими особинами, що, ймовірно, пов'язано з їх меншим розміром, нижчим вмістом води та більшою площею поверхні до об'єму, що викликає пропорційно більшу втрату води, ніж у дорослих особин.

Перебуваючи в різних екологічних умовах, кожен вид кліщів набув у ході еволюції свій комплекс адаптацій, який дозволяє йому, з одного боку, успішно пристосуватися до конкретних місць проживання, а з іншого – успішно знаходити хазяїна. Деякі етапи поведінки є загальними для всіх видів іксодових кліщів незалежно від умов проживання. Одним з таких етапів є «повернення в укриття» для захисту від несприятливих умов навколишнього середовища, який виділений для кліщів із пасивним і активним

способом нападу, і має особливу програму пошукової поведінки.

Як і більшість тварин, кліщі мають характерний для виду температурний оптимум і режим вологості навколишнього повітря. При цьому, останній є найважливішим регулюючим фактором (McClure & Diuk-Wasse, 2019).

Найбільша кількість води кліщами втрачається під час перебування їх в активній фазі, коли вони шукають хазяїна, і дещо менше – при пасивному очікуванні хазяїна на рослинах. У цей час запаси води в організмі неминуче зменшуються, так як йдуть метаболічні процеси, які пов'язані з витрачанням її запасів (Rosendale et al, 2017). У них відбувається, хоч і невелике, випаровування води через покриви і дихальця, незважаючи на те, що кутикула є досить хорошим ізолятором.

Тому кліщі мають обмежений час активності, після закінчення якого вони перестають реагувати на стимули, які виходять від хазяїна, і йдуть в укриття або підстилку. Перебуваючи у сховищі, у кліщів відбувається поповнення запасів вологості в організмі, яку вони беруть з навколишнього більш вологого повітря. За рахунок особливих речовин, що знаходяться в слинних залозах іксодид, відбувається активне поглинання парів води і переведення її в структури організму.

Кліщі роду *Ixodes* не мають очей, тому вони спочатку використовують для орієнтації на хазяїна лише органи хеморецепції, як найбільш перешкодостійкі в біотопах із багатим рослинним покривом. Деякі представники цього роду (*I. persulcatus*, *I. ricinus*) для очікування хазяїна піднімаються на невисокі рослини. Пасивне очікування хазяїна у цих кліщів поєднується з активним пошуком місць, де ймовірність зустрічі з ним вища. Для цього кліщі здійснюють горизонтальні міграції, керуючись слабкими хімічними сигналами, що виходять з місць регулярного проходження тварин, і залишковим запахом, що залишається на стежках і лісових дорогах (VAN Duijvendijk et al, 2016). Іксодові кліщі здатні точно пересуватись у бік джерела епізодичного запаху, не реагуючи, при цьому, на вібрацію ґрунту, викликану тваринами, які рухаються.

Вирішальна роль підстилки в збереженні життя кліщів роду *Ixodes* виявлена також при визначенні заселення кліщами міських парків, садів і скверів, де, щоб прижитися і підтримати

свою чисельність, необхідною умовою є наявність підстилки.

Основну роль в забезпеченні життєвого циклу іксодид відіграє поведінка дорослих фаз. Вона спрямована на збереження життя імаго і забезпечення можливості ембріонального та постембріонального розвитку виду. Поведінка завжди пов'язана з умовами проживання і відображає рівень пристосованості кліщів. Без розвитку поведінкових адаптацій, спрямованих, крім того, на забезпечення закономірної зустрічі паразита з господарем, всі інші перетворення є неможливими.

Таким чином, всі види іксодових кліщів мають набір поведінкових актів і володіють відповідною орієнтаційною реакцією, яка спрямована на сприйняття та орієнтацію за температурним градієнтом та вологості повітря навколишнього середовища (реакція на абіотичні фактори).

Енергетичні потреби кліщів всіх стадій розвитку забезпечуються кров'ю хребетних. Дослідженнями встановлено, що основним компонентом крові є білки (до 95 %), більшість їх конвертується у формі ліпідів і зберігається у епітеліальних клітинах, середній кишці, та дифузно у різних внутрішніх органах кліща. Доведено, що кліщі у посушливих умовах використовують удвічі більшу кількість ліпідів, ніж ті, що живуть в умовах більшої вологості середовища. Однак, як показано дослідженнями (Romashchenko et al.; 2012), німфи *I. scapularis* та *I. persulcatus*, інфіковані бореліями, є менш чутливими до нестачі вологи, ніж неінфіковані.

Поряд з цим, температура повітря теж є визначальним фактором активності кліщів. Так, дослідженнями виявлено, що *I. ricinus* зазвичай є активним у лютому–березні та вересні–жовтні, а у більш південніших регіонах у квітні–травні [Remesar et al., 2019], що залежить від температури. Навесні *I. ricinus* є активним, коли середньодобова температура коливається від 7° до 24°C, тоді як у літні місяці активність спадає. Отже, температура, вологість, та тривалість фотоперіоду визначає тривалість та якість життя кліща.

Протягом останніх десятиліть у світі відмічаються значні кліматичні зміни, які, у свою чергу, визначають географічне поширення іксодових кліщів. Висока температура повітря навесні та восени продовжує вегетаційний період

і сезон, під час якого розвивається *I. ricinus*, а також продовжується активність хребетних, що є живителями кліщів, а це дає можливість кліщам займати більші території, що, можливо, пов'язано із значною здатністю до фенотипових змін різних поколінь кліщів. У той же час, на територіях, де поширені іксодові кліщі, зміни кліматичних умов дозволяють продовжувати сезонну активність за рахунок м'яких зим.

Адаптація іксодових кліщів до умов середовища пов'язана також із їхньою інфікованістю вірусами та бактеріями. Так, останніми дослідженнями було продемонстровано, що *I. scapularis*, інфікований *A. phagocytophilum* має більші шанси вижити у середовищі із нижчими температурами, оскільки *A. phagocytophilum* індукує синтез глікопротеїнів, що виконують функцію антифризу та захищають кліща від дії низьких температур, інгібує апоптоз клітин кліщів, сприяючи зростанню інфікування кліща, однак, не впливає на процес їх живлення та розмноження (De la Fuente et al., 2016). Також відомо, що інфіковані бореліями та вірусом енцефаліту *I. ricinus* та *I. scapularis* краще виживають за умов високих температур та знижених вологості (Cabezas-Cruz et al., 2017). Механізм цих змін на даний час достатньо не розкритий, але існує гіпотеза, що борелії можуть змінювати метаболізм органів кліща, що залучені у водному обміні. Схоже до впливу *A. phagocytophilum* борелії теж змінюють експресію одного з генів слинних залоз у *I. scapularis* (Cotté et al., 2014) та, очевидно, борелії, що змінюють експресію генів під впливом температури, можуть модифікувати експресію генів у кліщів за різних температурних умов, що може змінювати метаболізм і підвищувати активність та стійкість інфікованих кліщів до несприятливих умов, а також сприяти передачі збудника у середовищі (Popitsch et al., 2017). Інші дослідження вказують на те, що порушення експресії гена p47 сприяє зростанню колонізації слини *I. scapularis* збудниками хвороби Лайма (McClure Carrolla et al., 2019).

Зміни кліматичних умов та антропогенний вплив призводять до зрушення в організації екосистем та спричиняють зростання зареєстрованих випадків трансмісивних хвороб, участь у передачі яких беруть іксодові кліщі. Так, виявлено, що протягом останнього десятиліття кількість випадків хвороби Лайма, спричинена

Borrelia burgdorferi s. l., збільшилася в усьому світі, у тому числі, у країнах Західної Європи. Дослідженнями, проведеними у Західній Європі та Росії, доведено, що поширення іксодових кліщів пов'язане із міграцією хазяїв, зокрема гризунів (Korenberg et al., 2015). Ще одним важливим фактором є антропогенний вплив, що включає збільшення сільськогосподарських площ, відведених для садів, що є харчовим ресурсом косуль, зменшення видового складу фауни, і як результат, переважного живлення на гризунах (Cayol et al., 2018). У процесі розвитку іксодові кліщі проходять три кровосисні стадії: личинка, німфа та імаго, кожна з яких одноразово харчується кров'ю перед линянням або відкладанням яєць самкою. Личинка *I. ricinus* може заражатися *B. afzelii* через кров інфікованих гризунів або через кров здорової тварини під час кровосисання по сусідству з інфікованим кліщем (так звана co-feeding infection) (Voordouw, 2015). Вважається, що гризунів уражають переважно інфіковані німфи, оскільки личинки є рідко інфікованими, а дорослі кліщі рідко живляться на гризунах. Ключовим аспектом у циклі поширення борелій є неінфіковані личинки та інфіковані німфи. Незважаючи на те, що щільність личинок є на порядок вища, ніж щільність німф, саме кількість інфікованих німф є ключовим фактором поширеності захворюваності на Лайм бореліоз (Millins et al., 2017).

Ймовірність зустрічі личинки з хазяїном впливає на щільність німф, на яку, у свою чергу, впливає щільність і активність хазяїнів (Mannelli et al., 2012). Щільність кліщів у середовищі існування («tick burdens – кліщовий тягар») залежить від виду найпоширеніших видів гризунів у Європі: миші лісової (*Apodemus sylvaticus*), миші жовтогруді (*Apodemus flavicollis*) і миші польової (*Myodes glareolus*), а у США від миші білоногої (*Peromyscus leucopus*).

Заражені личинки кліщів линяють та перетворюються на інфікованих німф, які можуть передавати борелії гризунам і людям. Розвиток від личинки до німфи, незалежно від інфікування їх бореліями, є можливим лише у 10% личинок (Sprong et al., 2018).

Дослідниками (Van Duijvendijk et al., 2016) було доведено, що личинка *I. ricinus* у 2% випадків може переносити *B. miyamotoi*, і такий же відсоток зараженості був виявлений у німфальних стадій кліщів, що відрізняється від

даних про незначну ураженість личинок *I. ricinus*, *B. burgdorferi* та *B. afzelii*, що становить 0,62%, яка, однак, зростає у 10 % німф. У свою чергу, зараженість бореліями личинок кліщів залежить від ураженості ними популяцій хазяїв. Личинки трансфазово передають інфекцію німфам. Розвиток від личинки до інфікованої німфи є ключовим аспектом цього життєвого циклу, що впливає на щільність інфікованих німф та ризик хвороби Лайма. Дослідженнями американських вчених було встановлено, що дорослі кліщі *I. pacificus* та німфи є носіями *B. burgdorferi* та *B. miyamotoi*, однак німфи які мали у 2,5 раза більшу інфікованість бореліями *B. burgdorferi* sl, ніж *B. miyamotoi* (Padgett et al., 2014).

Нині відомо, що личинки *I. ricinus* можуть передавати *B. afzelii* до гризунів, однак достеменно невідомо, як личинки можуть заражатися. Теоретично зараження личинки може відбуватися трансоваріально від самки або через часткове харчування від гризуна, після чого личинка шукає іншого хазяїна. Трансоваріальна передача, однак, ніколи не була продемонстрована для *B. burgdorferi*, але це дійсно розглядається як важливий механізм передачі для *B. miyamotoi* (Rollend et al., 2013). Поряд з цим, питання мінімального часу живлення кліщів залишається дискусійним. Часткове живлення личинок *I. ricinus* на інфікованих гризунах протягом 8 годин рідко викликало зараження *B. burgdorferi* s.l. та зовсім не викликало зараження під час наступного живлення, що очевидно пов'язано із недостатньою кількістю спірохет для ефективної передачі. Однак інокуляція з 10 спірохетами є достатньою для успішного зараження гризуна. Більшість експериментів свідчить, що зараження у природніх умовах може відбуватися менш ніж за 24 години, але його ефективність зростає із збільшенням часу живлення кліща за різними даними від 7–20% через 24 години до 50–100% через 48 годин (Cook, 2015). Однак, як було встановлено, ефективність зараження залежить не лише від часу живлення дорослого кліща, а й від штаму бактерій (Sertour et al., 2018). Так, було виявлено, що штами *B. burgdorferi* N40 та B31 були виявлені через 24 годин та 120 год. живлення, відповідно. Зараження *B. afzelii* штамами JBS та PVi теж відмічалось вже за 24 години живлення. Ці ж дослідження вказують на те, що у кліщів *B. burgdorferi* B31 не виявляються

у слинних залозах кліща, в той час як борелії штаму N40 виявлялися у цьому органі. Відповідно до цього, поширення різних штамів борелій теж залежить від часу живлення. Так, у щурів у різних органах був виявлений штам BRE-13 вже після 24 год., а у серці – після 72 год. живлення, а інфікування штамом IBS-5 всіх органів було виявлено лише через 120 годин. Поряд з цим, було встановлено, що, за умов живлення німфами, інфікування мишей різними штамми борелій відбувалося менш ніж за 12 годин.

Щільність інфікованих німф змінюється впродовж календарного року (більшість їх виявляють у період липень–серпень) та географічно, і під впливом мультитрофних взаємодій (кліщ–хазяїн). Наприклад, успішне живлення кліщів та успішна передача збудника відрізняється серед різних видів гризунів, а також на успішність пошуку хазяїв впливає ураженість *B. afzelii* як у гризунів, так і кліщів (Millins et al., 2017). Генетичні дослідження популяційної структури *I. ricinus* вказують на те що, ці кліщі харчуються на певних хазяїнах. У свою чергу, поширеність кліщів залежить від виду хазяїна. Загалом, серед гризунів певного виду є багато особин з низьким «кліщовим тягарем» і багато особин з високим «кліщовим тягарем» (Heylen et al., 2013). Цей внутрішньо-видовий варіант особливостей живлення кліщів залежить від статі, віку, маси тіла та активності тварини – живителя. Кліщі частіше нападають на самців у порівнянні із самками, гризунів старшого віку у порівнянні з молодшими, гризунів із більшою масою тіла у порівнянні з гризунами з меншою масою тіла (однак, це може бути пов'язане з тим, що самці важчі за самок), активних гризунів у порівнянні з менш рухливими тваринами (Taylor et al., 2013). На експериментах було показано, що *Dermacentor variabilis* віддає перевагу запаху великих самців мишей дрібнішим самкам мишей (Dallas & Fore, 2013). Однак, все більше значення у поширенні кліщів у природі надається зараз великим ссавцям-живителям кліщів, зокрема оленям (Millins et al., 2017), а також взаємозв'язків між популяціями хижаків та інших хребетних (Ostfeld et al., 2018).

Наразі відомо, що гризуни та кліщі одночасно можуть бути уражені численними збудниками чи кількома генотипами одного збудника, у тому числі *Borrelia burgdorferi* s.l., *A. phagocytophilum*

та бабезіями (*Babesia microti*), про що свідчать повідомлення науковців із США, Європи та Азії (Diuk-Wasser et al., 2016). Ці ж автори та інші дослідники (Knapp & Rice, 2015) відмічають, що у 10% хворих на Лайм бореліоз виявляють ще і бабезіоз, що спричинює важчий перебіг хвороби Лайма.

Іксові кліщі одночасно можуть передавати декілька збудників людини, включаючи спірохетичні бактерії (*Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.) і *Borrelia miyamotoi*), риккетсальні бактерії (*Anaplasma phagocytophilum*), флавівіруси (вірус кліщового енцефаліту та вірус оленярства) і найпростіших (*Babesia microti*, *Babesia duncani*, *Babesia divergens* та *Babesia venatorum*), (Laaksonen et al., 2018).

Borrelia burgdorferi s.l. переноситься кліщами та викликає Лайм бореліоз у людини. Дана бактерія складається з кількох підвидів (геномних видів), з яких *B. afzelii*, *B. garinii* і *B. burgdorferi sensu stricto* (s.s.) є основною причиною Лайм бореліозу. Ураженість *B. afzelii* в основному асоціюється зі шкірними проявами, в той час як *B. garinii* вважається найбільш нейропатогенною, а *B. burgdorferi* s.s. є найбільш артритогенною. *B. afzelii* асоціюється із гризунами, тоді як *B. garinii* із птахами (Van Duijvendijk et al., 2015).

За даними ВООЗ Лайм бореліоз є найбільш поширеним зоонозом у північній півкулі. Відомо, що основним вектором хвороби Лайма є *I. ricinus*.

За даними наукової літератури, у 19,5% кліщів, знятих із домашніх собак та котів було виявлено *A. Phagocytophilum*, а у 10,1% борелії (*B. afzelii*, *B. garinii*, *B. burgdorferi* s.s., *B. lusitaniae*, *B. valaisiana* and *B. spielmanii*). *Rickettsia helvetica* було виявлено у 14,1% іксових кліщів (Claerebout et al., 2013). Собаки є своєрідними маркерами своїх власників щодо можливості ураження інфікованими кліщами, оскільки вони у значній мірі проживають у однакових умовах та відвідують ті самі відкриті місця. Іншими дослідженнями (Gałęziowska et al., 2018) виявлено, що кліщі, інфіковані *B. Burgdorferi*, населяють всі регіони Польщі, і, відповідно, в цих регіонах реєструються випадки хвороби. Поширення кліщів, заражених бореліями в цьому дослідженні, виявилось змінним і залежить від сезону, площі атаки кліщів і регіону Польщі. Найбільшу кількість заражених кліщів було зібрано восени (54 кліщі – 69,23%) і від людей, які перебували в лісах (44 кліщ –

56,41%). Серед людей, з яких були зняті інфіковані кліщі, домінуючою групою були особи старші 16 років (53 особи – 67,95%) та діти віком від 0 до 5 років (16 осіб – 20,51%).

Найновіший мета-аналіз даних спостереження (Strnad et al., 2017) вказує на загальну середню поширеність ураженості *I. ricinus* бореліями у Європі, що становить 13,7%, хоча у дорослих форм рівень інфікування вищий, ніж у німф і становить 14,9% та 11,8%, відповідно. Центральна Європа (Австрія, Чеська республіка, Німеччина, Швейцарія, Словенія та Словаччина) мають найвищі показники зараженості німф, що становить більше 11% та більше 20% у дорослих кліщів, відповідно.

Значне поширення хвороби Лайма у Європі та світі визначає необхідність подальшого вивчення його переносників та можливих способів впливу. Так, проведеними дослідженнями динаміки транскрипції генів слинних залоз та середньої кишки *Ixodes ricinus* (Kotsyfakis et al., 2015, було виявлено певну спеціалізацію генної експресії у кожній із стадій розвитку кліща, особливо на ранніх етапах, та було висунуте припущення, що перемикання експресії генів може бути під епігенетичним контролем і, на його підставі, ідентифіковано 34 білка, які змінюють гістони.

Аналіз транскриптів середньої кишки показав кілька ферментів, пов'язаних з білками, вуглеводами та ліпідним розщепленням, транспортерами та каналами, які можуть бути пов'язані з поглинанням поживних речовин, а також з імунологічними транскриптами, включаючи антимікробні пептиди. Ці дані можуть сприяти визначенню білкових і генних мішеней для превентивних та лікувальних заходів. У той же час, певні особливості метаболізму кліщів вказують на те, що деякі пептиди можуть мати антимікробну дію. І дійсно, п'ять таких пептидів *I. ricinus* були функціонально охарактеризовані та три із них показали активність проти грампозитивних, грамнегативних бактерій і грибів. Такі результати показують, що зрілі пептиди *I. ricinus* здатні впливати на дистанційно пов'язані бактерії та гриби, роблячи їх корисними для розробки нових протимікробних або протигрибкових препаратів (Tonk et al., 2015).

Висновки

1. Аналіз літературних джерел показав, що всі стадії кліщів у значній мірі залежать від трьох основних природних факторів: температури, вологості і наявності живителя. Найбільш сприятливими ці фактори є травні-червні та в серпні – вересні. В цей час активно зростає щільність німф та імаго і збільшується ступінь їх зараженості збудниками інфекцій.

2. Дослідження епідеміологічного стану доводять факти, що німфи та імаго *I. ricinus* в однаковій мірі є зараженими найбільш поширеними збудниками інфекцій: *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.) і *Borrelia miyamotoi*, рикетсіями (*Anaplasma phagocytophilum*), флавівірусами (вірус кліщового енцефаліту та вірус оленярства) і найпростішими (*Babesia microti*, *Babesia duncani*, *Babesia divergens* та *Babesia venatorum*). Часто спостерігається різне поєднання цих збудників у одному і тому ж самому кліщі. Поряд з цим дані щодо епідеміологічного стану личинок суперечливі та потребують подальших детальних досліджень.

3. Дослідження показало, що ферменти, які синтезуються у травній системі кліщів, можуть мати антимікробну дію, що є перспективним для майбутніх досліджень.

References

- Berret, J. & Voordouw, M. J. (2015). Lyme disease bacterium does not affect attraction to rodent odour in the tick vector. *Parasites & Vectors*, 8 (1), 249. doi:10.1186/s13071-015-0856-8.
- Herrmann, C. & Gern, L. (2015). Search for blood or water is influenced by *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus*. *Parasites & Vectors*, 8 (6), 6. doi:10.1186/s13071-014-0526-2.
- McClure, M. & Diuk-Wasse, M. A. (2019). Climate impacts on blacklegged tick host-seeking behavior. *International Journal for Parasitology*, 49 (1), 37–47. doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.08.005.
- Rosendale, A. J., Dunlevy, M. E., Fieler, A. M., Farrow, D. W., Davies, B. & Benoit J. B. (2017). Dehydration and starvation yield energetic consequences that affect survival of the American dog tick. *Journal of Insect Physiology*, 101, 39–46. doi:10.1016/j.jinsphys.2017.06.012.
- VAN Duijvendijk, G., Gort, G., Sprong, H., & Takken, W. (2017). Behavioural responses of *Ixodes ricinus* nymphs to carbon dioxide and rodent odour.

Med Vet Entomol, 31 (2), 220–223.

Romashchenko, A. V., Ratushnyak, A. S., Zapara, T. A., Tkachev, S. E. & Moshkin, M. P. (2012). The correlation between tick (*Ixodes persulcatus* Sch.) questing behavior and synganglion neuronal responses to odours. *J Insect Physiol*, 58 (7), 903–910. doi: 10.1016/j.jinsphys.2012.04.004.

Remesar, S., Fernández, P. D., Vensal, J. M., Creo, A. P., Prieto, A., Estrada-Peña, A., ... Morrondo, P. (2019). Tick species diversity and population dynamics of *Ixodes ricinus* in Galicia (north-western Spain). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 10 (1), 132–137. doi:10.1016/j.ttbdis.2018.09.006p.

Gilbert, L., Aungier, J., & Tomkins, J. L. (2014). Climate of origin affects tick (*Ixodes ricinus*) host-seeking behavior in response to temperature: implications for resilience to climate change? *Ecology and evolution*, 4 (7), 1186–1198. doi: https://doi.org/10.1002/ece3.1014.

De la Fuente, J., Villar, M., Cabezas-Cruz, A., Estrada-Peña, A., Ayllón, N., & Alberdi, P. (2016). Tick-Host-Pathogen Interactions: Conflict and Cooperation. *PLoS Pathog*, 12 (4), e1005488. doi: 10.1371/journal.ppat.1005488.

Cabezas-Cruz, A., Estrada-Peña, A., Rego, R.O., & De la Fuente, J. (2017). Tick-Pathogen Ensembles: Do Molecular Interactions Lead Ecological Innovation? *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, 7, 234. doi: 10.3389/fcimb.2017.00074.

Cotté, V., Sabatier, L., Schnell, G., Carmi-Leroy, A., Rousselle, J.C., Arsène-Ploetze, F., ... Choumet, V. (2014). Differential expression of *Ixodes ricinus* salivary gland proteins in the presence of the *Borrelia burgdorferi* sensu lato complex. *J Proteomics*, 96, 29–43. doi: 10.1016/j.jprot.2013.10.033.

Popitsch, N., Bilusic, I., Rescheneder, P., Schroeder, R. & Lybecker, M. (2017). Temperature-dependent sRNA transcriptome of the Lyme disease spirochete. *BMC Genomics*, 18 (1), 28. doi:10.1186/s12864-016-3398-3.

McClure Carrolla, E. E., Wanga, X., Shawa, D. K., O'Neala, A. J., Cháveza, A. S. O., Browna, L. J. Pedra, J. H. F. (2019). p47 licenses activation of the immune deficiency pathway in the tick *Ixodes scapularis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (1), 205–210. doi:10.1073/pnas.1808905116.

Korenberg, E. I., Kovalevskii, Y. V., Gorelova, N. B. & Nefedova, V. V. (2015). Comparative

analysis of the roles of *Ixodes persulcatus* and *Ixodes trianguliceps* ticks in natural foci of ixodid tick-borne borrelioses in the Middle Urals, Russia. *Ticks Tick. Borne. Dis.*, 6 (3), 316–321.

Cayol, C., Jääskeläinen, A., Koskela, E., Kyröläinen, S., Mappes, T., Siukkola, A. & Kallio, E. R. (2018). Sympatric *Ixodes*-tick species: pattern of distribution and pathogen transmission within wild rodent populations. *Scientific Reports*, 8, Article number 16660. doi:10.1038/s41598-018-35031-0.

Van Duijvendijk, G., Sprong, H. & Takken W. (2015). Multi-trophic interactions the transmission cycle of *Borrelia afzelii* between *Ixodes ricinus* and rodents: a Review. *Parasites & Vectors*, 8, Article number 643. doi.org/10.1186/s13071-015-1257-8 [in English]

Voordouw, M. J. (2015). Co-feeding transmission in Lyme disease pathogens. *Parasitology*, 142 (2), 290–302.

Millins, C., Gilbert, L., Medlock, J., Hansford, K., Thompson, D.B. & Biek, R. (2017). Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 5, 372. doi.org/10.1098/rstb.2016.0123.

Mannelli, A., Bertolotti, L., Gern, L. & Gray, J. (2012). Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe: transmission dynamics in multi-host systems, influence of molecular processes and effects of climate change. *FEMS Microbiol Rev.*, 36 (4), 837–861. doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00312.x.

Sprong, H., Azagi, T., Hoornstra, D., Nijhof, A. M., Knorr, S., Baarsma M. E. & Hovius, J. W. (2018). Control of Lyme borreliosis and other *Ixodes ricinus*-borne diseases. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 145. doi.org/10.1186/s13071-018-2744-5.

Van Duijvendijk, G., Coipan, C., Wagemakers, A., Fonville, M., Ersöz, J., Oei, A., ... Sprong, H. (2016). Larvae of *Ixodes ricinus* transmit *Borrelia afzelii* and *B. miyamotoi* to vertebrate hosts. *Parasites & Vectors*, 20 (9), 97. doi: 10.1186/s13071-016-1389-5.

Padgett, K., Bonilla, D., Kjemtrup, A., Vilcins, I-M., Yoshimizu, M. H., Hui, L., ... Kramer, V. (2014). Large Scale Spatial Risk and Comparative Prevalence of *Borrelia miyamotoi* and *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato in *Ixodes pacificus*. *PLoS ONE*, 9(10), e110853. doi:10.1371/journal.pone.0110853.

- Rollend, L., Fish, D. & Childs, J. E. (2013). Transovarial transmission of *Borrelia spirochetes* by *Ixodes scapularis*: a summary of the literature and recent observations. *Ticks Tick Borne Dis.*, 4 (1–2), 46–51. doi: 10.1016/j.ttbdis.2012.06.008.
- Cook, M. J. (2015). Lyme borreliosis: a review of data on transmission time after tick attachment. *Int J Gen Med*, 8, 1–8. doi: 10.2147/IJGM.S73791.
- Sertour, N., Cotté, V., Garnier, M., Malandrin, L., Ferquel, E., & Choumet, V. (2018). Infection Kinetics and Tropism of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Mouse After Natural (via Ticks) or Artificial (Needle) Infection Depends on the Bacterial Strain. *Front Microbiol.*, 9, 1722. doi: 10.3389/fmicb.2018.01722.
- Heylen, D., Adriaensen, F., Van Dongen, S., Sprong, H., & Matthysen, E. (2013). Ecological factors that determine *Ixodes ricinus* tick burdens in the great tit (*Parus major*), an avian reservoir of *Borrelia burgdorferi* s.l. *Int J Parasitol.* 43 (8), 603–611. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.02.007.
- Taylor, K. R., Takano, A., Konnai, S., Shimozuru, M., Kawabata, H., & Tsubota, T. (2013). Differential tick burdens may explain differential *Borrelia afzelii* and *Borrelia garinii* infection rates among four, wild, rodent species in Hokkaido Japan. *J Vet Med Sci.*, 75 (6), 785–790.
- Dallas, T. & Fore, S. (2013). Chemical attraction of *Dermacentor variabilis* ticks parasitic to *Peromyscus leucopus* based on host body mass and sex. *Exp Appl Acarol.* 61 (2), 243–250.
- Millins, C., Gilbert, L., Medlock, J., Hansford, K., Thompson, D. B., & Biek, R. (2017). Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. *Phil. Trans. R. Soc. B Sci.*, 5, 372. doi: 10.1098/rstb.2016.0123.
- Ostfeld, R. S., Levi, T., Keesing, F., Oggenfuss, K. & Canham, C. D. (2018). Tick-borne disease risk in a forest food web. *Ecology*, 99 (7), 1562–1573. doi.org/10.1002/ecy.2386.
- Diuk-Wasser, M. A., Vannier, E., & Krause, P. J. (2016). Coinfection by the tick-borne pathogens *Babesia microti* and *Borrelia burgdorferi*: ecological, epidemiological and clinical consequences. *Trends Parasitol.*, 32 (1), 30–42. doi:10.1016/j.pt.2015.09.008.
- Knapp, K. L. & Rice, N. A. (2015). Human Coinfection with *Borrelia burgdorferi* and *Babesia microti* in the United States. *Journal of Parasitology Research*, 2015, 587131. doi:10.1155/2015/587131.
- Laaksonen, M., Klemola, T., Feuth, E., Sormunen, J. J., Puisto, A., Mäkelä, S., ... Vesterinen, E. J. (2018). Tick-borne pathogens in Finland: comparison of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* in sympatric and parapatric areas. *Parasites & Vectors*, 11, Article number 556. doi.org/10.1186/s13071-018-3131-y.
- Claerebout, E., Losson, B., Cochez, C., Casaert, S., Dalemans, A., De Cat, A., ... Lempereur, L. (2013). Ticks and associated pathogens collected from dogs and cats in Belgium. *Parasites & Vectors*, 6, Article number 183. doi.org/10.1186/1756-3305-6-183.
- Gałęziowska, E., Rzymowska, J., Najda, N., Kołodziej, P., Domża-Drzewicka, R., Rząca, M. ... Guty, E. (2018). Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in ticks removed from skin of people and circumstances of being bitten – research from the area of Poland, 2012–2014. *Ann Agric Environ Med.*, 25 (1), 31–35. doi: 10.5604/12321966.1233906.
- Strnad, M., Hönig, V., Ružek, D., Grubhoffer, L. & Rego, ROM. (2017). Europe-wide meta-analysis of *Borrelia burgdorferi* sensu lato prevalence in questing *Ixodes ricinus* ticks. *Appl Environ Microbiol.*, 83(15), e00609-17. doi:10.1128/AEM.00609-17.
- Kotsyfakis, M., Schwarz, A., Erhart, J. & Ribeiro, J. M. C. (2015). Tissue- and time-dependent transcription in *Ixodes ricinus* salivary glands and midguts when blood feeding on the vertebrate host. *Scientific Reports*, 5, Article number 9103. doi: 10.1038/srep09103.
- Tonk, M., Cabezas-Cruz, A., Vald, J. J., Rego, R.O.M., Grubhoffer, L., Estrada-Pena, A., ... Rahnamaeian, M. (2015). *Ixodes ricinus* defensins attack distantly-related pathogens. *Developmental and Comparative Immunology*, 53 (2), 358–365. doi: 10.1016/j.dci.2015.08.001.

**Правила для авторів, які подають матеріали до наукового журналу
«НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ•SCIENTIFIC HORIZONS»**

«Наукові горизонти» є науковим фаховим виданням, що видається 12 разів на рік, в якому друкуються статті з таких основних напрямів: аграрні науки та продовольство, ветеринарна медицина, електрична інженерія, механічна інженерія, міжнародні відносини, публічне управління та адміністрування, соціальні та поведінкові науки, управління та адміністрування.

Редакційна колегія збірника приймає до друку наукові статті українською, англійською та російською мовами, що відповідають вимогам п. 3 Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України» та Наказу МОНу України № 32 від 15.01.2018 р. «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України».

Структура статті:

1. Індекс УДК (виключка по лівому краю).
2. Назва статті повинна відповідати її змісту (об'єм не більше 12 слів), (виключка по центру, прописними літерами, напівжирним шрифтом).
3. Ініціали та прізвища авторів (виключка по центру). Після прізвищ авторів слід позначити арабськими цифрами (індексами зверху) відповідність установам, в яких вони працюють.
4. Електронна адреса авторів (виключка по центру).
5. Повна офіційна назва та юридична адреса установи авторів (виключка по центру).
6. Анотація англійською мовою (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова) із зазначенням ініціалів та прізвищ авторів, назви статті, повної офіційної назви та юридичної адреси установи. Якщо стаття англійською мовою, то резюме подається, відповідно, українською та російською мовами.

Анотація мовою статті (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова). Анотація має бути інформативною (не містити загальних слів), структурованою (слідувати логіці викладення статті) та змістовною (розкривати основні результати досліджень). Перше речення – вступ (актуальність), друге та третє – коротко характеризує мету, завдання і методи досліджень, останнє – перспективи подальших досліджень. Результати досліджень займають близько 70 % об'єму анотації. Анотація не повинна бути перенасичена цифровим матеріалом, а також не

містити аббревіатури, виноски та посилання. Переклад на англійську мову має бути професійним без використання інтернет-ресурсів для перекладачів.

7. Ключові слова: 4–7 слів або словосполучень (курсив, виключка по ширині).

8. Текст статті (вирівнювання по ширині).

Виклад основного матеріалу здійснюється у такому порядку: *вступ; матеріали та методи; результати досліджень та обговорення; висновки.*

У *вступній частині* слід висвітлити сучасний стан проблеми на вітчизняному та світовому рівнях та дати аналіз останніх досліджень і публікацій з посиланнями на наукові видання за останні 5–10 років. Також необхідно обґрунтувати мету дослідження.

У розділі *матеріали та методи* необхідно розкрити загальну методикку проведених досліджень, навести використані методи. У теоретичних роботах розкрити методи розрахунків та гіпотези досліджень. Щодо загальноновідомих методів, то досить дати посилання на літературне джерело.

Імовірність відмінностей показників отриманих даних слід обґрунтувати статистичним аналізом, посилаючись на конкретні методи, і вказати, за допомогою якої програми було зроблено статистичний аналіз одержаних результатів.

У розділі *результати досліджень та обговорення* необхідно представити основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Табличний або графічний матеріал обов'язково наводити з результатами статистичної обробки даних. Джерела посилань розміщують під таблицями та рисунками.

Висновки мають повно і конкретно відображати результати досліджень, відповідати меті та назві статті, дослівне дублювання в анотації неприпустиме.

9. References (виключка по ширині).

Транслітерований список використаної літератури слід подавати непронумерованим, латиницею (в стилі APA – American Psychological Association, (<http://www.apastyle.org/>), в алфавітному порядку згідно з вимогами світових реферативних

баз даних, з індексами DOI, наведеними на сайті <https://www.crossref.org>.

Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови КМУ від 27.01.2010 № 55. Іншомовні літературні джерела наводять мовою оригіналу. Для автоматичної транслітерації можна також скористатися сайтом <http://translate.meta.ua/ua/translit/>.

Використані джерела, позначені в дужках, необхідно розташовувати за роками, а не за алфавітом, а для одного року – за алфавітом (Ivashchenko, 2017; Romanchuk, 2018, Bondareva, 2019). В одних дужках не наводити більше 2–3 джерел.

У списку літератури мають бути посилання на джерела, що мають індекси DOI (не менше 30 %). Слід уникати самоцититування (не більше 10 %). Небажано використовувати інтернет-публікації, окрім наукових, тези доповідей, звіти, автореферати та дисертації (джерела мають бути доступними). Окремо необхідно подати список використаної літератури мовою оригіналу, оформлений відповідно до стандартів бібліографічного опису (ДСТУ 8302:2015).

Датою отримання рукопису вважається дата надходження його до редакції. У разі одержання рукопису, оформленого з порушенням цих правил, редакція залишає за собою право його не приймати, про що повідомляє авторів.

Англійський варіант статті приймається лише за умови її фахового перекладу. У разі надсилання англійського варіанту, перекладеного за допомогою інтернет-перекладачів (наприклад, Google), матеріали будуть відхилені.

Рукопис статті слід подавати у форматі *doc.*, виконаною у редакторі *Microsoft Word* (будь-яка версія). Обсяг статті – до 12 сторінок тексту формату А4 (210x297 мм), включаючи таблиці, ілюстративний матеріал і бібліографічний список. Параметри сторінки: орієнтація книжкова; поля – 20 мм з усіх боків. Параметри абзацу: відступ першого рядка (абзац) – 1,0 см, шрифт – гарнітура *Times New Roman*, розмір шрифту – 14 pt, інтервал – 1,0, вирівнювання – по ширині сторінки.

Таблиці, рисунки, графіки, формули подаються після посилання на них у тексті і мають бути пронумеровані арабськими літерами (орієнтація книжкова). Всі аббревіатури слід розшифровувати. У таблицях слова повинні бути написані повністю та вірно розставлені переноси. Примітки розміщуються безпосередньо під таблицею.

Формули мають бути написані у редакторі *Equation Editor*, змінні математичні величини у тексті відповідно до формул набираються курсивом. Рисунки та фото повинні бути розташовані по центру, обтікання зображення текстом не дозволяється, спосіб заливки «Узор» у чорно-білих тонах. Всі розмірності фізичних величин повинні подаватися відповідно до Міжнародної системи одиниць (СИ). Між одиницями виміру та символами і цифрами, до яких вони належать, ставиться пробіл.

Статті направляються до редколегії тільки в електронному вигляді. Назви файлів повинні відповідати прізвищу автора. Наприклад: Іванчук_Стаття, Іванчук_Відомості.

Окремим файлом до статті додаються відомості про авторів двома мовами: прізвища, імена, по батькові, назви і поштові адреси установ, де виконано роботу, а також контактні телефони, електронні адреси та ідентифікаційні номери ORCID кожного з авторів статті.

Наукові статті, що надійшли до редколегії, обов'язково проходять подвійне незалежне рецензування провідними спеціалістами у відповідній галузі науки. У разі повернення статті на доопрацювання, автор має врахувати всі зауваження редколегії. Рукописи, відхилені редакційною колегією, авторам не повертаються. Стаття, не рекомендована рецензентом до публікації, до повторного розгляду не приймається.

Якщо стаття прийнята до друку в журналі, автор має підписати угоду про передачу авторських прав. Угода надсилається на поштову (оригінал) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу.

Остаточне рішення про опублікування статті приймає редколегія журналу.

Адреса редколегії:

Т. М. Тимошук

тел.: (096) 493–30–24,

e-mail: schor.znau@gmail.com

(аграрні науки та продовольство,
ветеринарна медицина);

Н. О. Куровська

тел.: (096) 680–02–95,

e-mail: kurovska@gmail.com

(електрична інженерія, механічна інженерія,
міжнародні відносини, публічне управління
та адміністрування, соціальні та поведінкові
науки, управління та адміністрування)

Житомирський національний
агроєкологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

CONTENT

O. Chaikin, T. Usiuk THE IMPERATIVES OF INCLUSIVE ECONOMIC GROWTH THEORY.....	3
S. Kvasha, N. Melnyk BIO-ENERGY FUEL MARKET STRUCTURE IMPERATIVE FORMATION.....	13
E. Levkovskyy ECOLOGICAL COMPONENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES EXPORT POLICY UNDER CONDITIONS OF EU-UKRAINE ASSOCIATION AGREEMENT.....	23
Yu. Popova STRENGTHENING THE RURAL RESOURCES OF THE RURAL AREAS IN THE CONDITIONS OF PUBLIC AUTHORITY REFORM.....	32
M. Voronich RESULTS OF ANALYTICAL REVIEWS OF AGRICULTURAL EXPORT OF UKRAINE.....	41
V. Malkina, I. Ivanova, M. Serdiuk, I. Kryvonos, E. Bilous REGRESSION ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE CHERRY YIELD FROM HYDRO- THERMAL FACTORS IN THE CONDITIONS OF MULTICOLINEARITY.....	51
M. Kravchuk, R. Kropyvnytskyi, V. Andriyash, V. Klymchuk, K. Mysko CHANGE IN SOIL AGROPHYSICAL INDICATORS AND POTATO PRODUCTIVITY IN SOIL PROTECTION AGROTECHNOLOGIES.....	61
A. Podhaietskyi, M. Gnitetskyi, I. Parchomenko THE ABILITY TO FORM POTATOES OF THE PROGENY OF INTERSPECIFIC AND INTRASPECIFIC POTATO HYBRIDS.....	69
M. Orlovsky, T. Tymoshchuk, O. Konopchuk, V. Voitshivsky, I. Didur THE EFFECT OF GROWTH TECHNOLOGY FEATURES ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN THE CONTEXT OF UKRAINIAN WESTERN POLISSIA.....	77
T. Sladkovska, M. Ostapchuk, S. Gorbatiuk SEED PRODUCTIVITY FORMATION OF COMMON RYEGRASS VARIETIES.....	86
O. Sokolovskiy, D. Stupac FEATURES OF DESIGNING AND OPERATION OF PHOTOELECTRIC SYSTEMS.....	92
V. Sokolyuk, I. Ligomina, V. Koziy, V. Lototskyi QUALITY OF DRINKING WATER FOR COWS AND THEIR HEALTH.....	101
L. Romanchuk, O. Lopatiuk, Y. Kovalchuk, S. Kovalyova EVALUATION OF THE CONTENT OF ¹³⁷ Cs RADIONUCLIDE IN FOOD PRODUCTS OF FOREST ORIGIN OF RESIDENTS OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES IN THE LONG-TERM PERIOD AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT.....	108
A. Zymarioieva ASSESSMENT OF THE CLIMATE CHANGES IMPACT ON THE PRODUCTIVITY OF MAIZE WITHIN THE POLISSYA AND FOREST STEPPE ECOREGIONS WITHIN UKRAINE.....	113
REVIEW ARTICLE	
L. Fedonyuk, I. Pryvrotska, O. Rujytska ECOLOGICAL FEATURES, DISTRIBUTION AND EPIDEMIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF FAMILY IXODIDAE TICKS.....	121
Requirements	130

ЗМІСТ

О. В. Чайкін, Т. В. Усюк ІМПЕРАТИВИ ТЕОРІЇ ІНКЛЮЗИВНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ.....	3
С. М. Кваша, Н. В. Мельник ІМПЕРАТИВИ ФОРМУВАННЯ КОН'ЮНКТУРИ РИНКУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИДІВ ПАЛИВА.....	13
Є. В. Левківський ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ЕКСПОРТНОЇ ПОЛІТИКИ ПІДПРИЄМСТВ АГРОБІЗНЕСУ В УМОВАХ УГОДИ ПРО АСОЦІАЦІЮ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА ЄС.....	23
Ю. М. Попова ЗМІЦНЕННЯ РЕСУРСНОЇ БАЗИ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ.....	32
М. М. Воронич РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНОГО ОГЛЯДУ АГРАРНОГО ЕКСПОРТУ УКРАЇНИ.....	41
В. М. Малкіна, І. Є. Іванова, М. Є. Сердюк, І. А. Кривонос, Е. С. Білоус РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ УРОЖАЙНОСТІ ВИШНІ ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ.....	51
М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький, В. В. Андріяш, В. В. Климчук, К. В. Мисько ЗМІНА АГРОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ ЗА ҐРУНТОЗАХИСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ.....	61
А. А. Подгасцький, М. О. Гнітецький, І. І. Пархоменко БУЛЬБОУТВОРЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ ПОТОМСТВА МІЖВИДОВИХ ТА МІЖСОРТОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ.....	69
М. Й. Орловський, Т. М. Тимошук, О. В. Конопчук, В. І. Войцехівський, І. М. Дідур ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ.....	77
Т. А. Сладковська, М. І. Остапчук, С. О. Горбатюк ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСІННЯ СОРТІВ ПАЖИТНИЦІ БАГАТОРІЧНОЇ.....	86
О. Ф. Соколовський, Д. Є. Ступак ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ.....	92
В. М. Соколюк, І. П. Лігоміна, В. І. Козій, В. В. Лотоцький ЯКІСТЬ ВОДИ ДЛЯ НАПУВАННЯ КОРІВ ТА ЇХ ЗДОРОВ'Я.....	101
Л. Д. Романчук, О. В. Лопатюк, Ю. В. Ковальчук, С. П. Ковальова ОЦІНКА ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДУ ^{137}Cs У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ ЛІСОВОГО ПОХОДЖЕННЯ МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС.....	108
А. А. Зимаросва ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В МЕЖАХ ПОЛІСЬКОЇ ТА ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОН УКРАЇНИ.....	113
ОГЛЯДОВА СТАТТЯ	
Л. Я. Федонюк, І. Б. Привроцька, О. Ю. Ружицька ІКСОДОВІ КЛІЩІ: ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ПОШИРЕННЯ ТА ЕПІДЕМІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ.....	121
Вимоги.....	130