

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

ISSN 2616-5562 (Online)

ISSN 2616-5643 (Print)

МЕЛІОРАЦІЯ І ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО

№ 1 • 2019

журнал

(випуск 109)

Київ
2019

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901>

Засновник – Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України. Свідоцтво про державну реєстрацію – серія КВ № 24001-13841Р.

Видання занесене до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних і сільськогосподарських наук (Наказ Міністерства освіти і науки України від 09.03.2016 р. № 241).

У журналі відображено результати теоретичних та експериментальних досліджень з пріоритетних напрямів: агроресурси, водні ресурси, зрошення, осушення, гідрологія, екологія, гідротехніка, агроінженерія тощо. Журнал розрахований та буде корисним для науковців, фахівців водного та сільського господарства. Два видання журналу за рік публікують оригінальні наукові статті, а також огляди, пов'язані з профілем журналу.

Журнал включено до міжнародних та національних інформаційних та наукометричних баз, репозитаріїв і пошукових систем:

Research Bib Journal
Database (Японія)



Crossref



BASE – Bielefeld Academic
Search Engine (Німеччина)



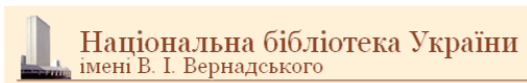
РИНЦ (Російська Федерація)

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



Національна бібліотека України
імені В. І. Вернадського



CIARD RING



Scientific Indexing Services
(SIS)



Google Scholar (США)



Пристатейний список літератури продубльовано відповідно до вимог міжнародних систем транслітерації (зокрема наукометричної бази SCOPUS)

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту водних проблем і меліорації НААН 22 липня 2019 року (протокол № 7).

Адреса редакції:

Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37, Київ, 03022
Тел. (044) 257-31-84, 050 947 90 35
<http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg>

ISSN 2616-5643 (Print)
ISSN 2616-5562 (Online)

© Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2019

LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT № 1 • 2019

JOURNAL

“LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT”

№ 1 • 2019

«МЕЛІОРАЦІЯ І ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО»

EDITORIAL BOARD:

M. ROMASCHENKO, Doctor of Engineering Sciences, Prof, Academician of NAAS. (*Editor-in-Chief*)

A. SHATKOVSKIY, Doctor of Agricultural Sciences (*Deputy Editor-in-Chief*)

T. TROSHYNA, N. LOGUNOVA, K. SHATKOVSKA, O. VOITOVYCH (*Executive Editors*)

V. ADAMCHUK,
*Doctor of Engineering Sciences, Prof.,
Academician of NAAS*

Y. MYKHAYLOV,
Doctor of Engineering Sciences

S. BALIUK,
*Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of NAAS*

V. MOSHYNKY,
Doctor of Agricultural Sciences, Prof.

B. SCHULTZ,
Dr. habil., Prof. (The Netherlands)

O. MUZYKA,
Ph.D. in Engineering Sciences

W. MIODUSZEWSKI,
Dr. habil., Professor (Poland);

V. PICHURA,
Doctor of Agricultural Sciences, Prof.

V. VERGUNOV,
*Doctor of Agricultural Sciences,
Prof., Academician of NAAS*

V. POPOV,
Doctor of Engineering Sciences

V. VYSHNEVSKY,
Doctor of Science in Geography, Prof.

A. ROKOCHYNSKY,
Doctor of Engineering Sciences, Prof.

R. VOZHEVOVA,
Doctor of Agricultural Sc., Prof., Full member of NAAS

I. SLIUSAR,
Doctor of Agricultural Sciences, Prof.

V. GURIN,
Doctor of Engineering Sciences, Prof.

V. STASHUK,
*Doctor of Engineering Sciences, Prof.,
Full member of NAAS*

N. DUBENOK,
*Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of RAS, (Russia)*

O. TARARIKO,
*Doctor of Agricultural Sc., Prof.,
Academician of NAAS*

V. KAMINSKY,
Doctor of Agricultural Sc., Prof., Academician of NAAS

Y. TARARIKO,
*Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Full member of NAAS*

O. ZHOVTONOG,
Doctor of Agricultural Sciences

V. USHKARENKO,
*Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of NAAS*

B. KIZYAEV,
*Doctor of Engineering Sciences., Prof., Academician of
RAS (Russia)*

O. FURDYCHKO,
*Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of NAAS,*

P. KOVALENKO,
*Doctor of Engineering Sciences, Prof. Academician of
NAAS, RAS(Russia) and IAA Georgofili (Italy),*

B. FAYBYSHENKO,
Doctor of Engineering Sciences (USA)

P. KOVALCHUK,
Doctor of Engineering Sciences, Prof.

P. KHORUZHYY,
Doctor of Engineering Sciences, Prof.

V. KRAVCHUK,
Doctor of Engineering Sc.s, Prof., Full member of NAAS

S. SHEVCHUK,
Ph.D. in Engineering Sciences

A. LIHATSEVICH,
*Doctor of Engineering Sciences, Prof., Full member of the
NAAS of Belarus, Academician (Russia);*

A. YATSYK,
*Doctor of Engineering Sciences, Prof.,
Academician of NAAS*

Y. MAZHAYSKY,
Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Russia)

M. YATSIUK,
Ph.D. in Geography

M. MALYARCHUK,
Doctor of Agricultural Sciences,

KYIV • 2019

2019 • № 1 МЕЛІОРАЦІЯ І ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО

“LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT”

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

М.І. РОМАЩЕНКО, д.т.н., проф., акад. НААН (головний редактор)
 А.П. ШАТКОВСЬКИЙ, д.с.-г.н., с.н.с. (заступник головного редактора)
 Т.І. ТРОШИНА, Н.В. ЛОГУНОВА, К.Б. ШАТКОВСЬКА, О.П. ВОЙТОВИЧ (виконавчі редактори)

В.В. АДАМЧУК, д. т. н., проф., акад. НААН	Ю.О. МИХАЙЛОВ, д. т. н., с.н.с.
С.А. БАЛЮК, д. с.-г. н., проф., акад. НААН	В.С. МОШИНСЬКИЙ, д. с.-г. н., проф.
В. SCHULTZ, д., проф. (Нідерланди)	О.П. МУЗІКА, к. т. н., с.н.с.
W. MIODUSZEWSKI, д., проф. (Польща)	В. І. ПІЧУРА, д. с.-г. н., проф.
В.А. ВЕРГУНОВ, д. с.-г. н., проф., акад. НААН	В.М. ПОПОВ, д. т. н., с.н.с.
В.І. ВИШНЕВСЬКИЙ, д. геогр. н., проф.	А.М. РОКОЧИНСЬКИЙ, д. т. н., проф.
Р.А. ВОЖЕГОВА, д. с.-г. н., проф., чл.-кор. НААН	І.Т. СЛЮСАР, д. с.-г. н., проф.
В.А. ГУРИН, д. т. н., проф.	В.А. СТАШУК, д. т. н., проф., чл.-кор. НААН
М.М. ДУБЕНКО, д. с.-г. н., проф., акад. РАН (Росія)	О.Г. ТАРАРІКО, д. с.-г. н., проф., акад. НААН
О.І. ЖОВТОНОГ, д. с.-г. н., с.н.с.	Ю.О. ТАРАРІКО, д. с.-г. н., проф., чл.-кор. НААН
В.Ф. КАМІНСЬКИЙ, д. с.-г. н., проф., акад. НААН	В.О. УШКАРЕНКО, д. с.-г. н., проф., акад. НААН
Б.М. КІЗЯЄВ, д. т. н., проф., акад. РАН (Росія)	Б.О. ФАЙБИШЕНКО, д. т. н., проф. (США)
П.І. КОВАЛЕНКО, д. т. н., проф., акад. НААН, член РАН (Росія), член IAA Georgofili (Італія)	О.І. ФУРДИЧКО, д. с.-г. н., проф., акад. НААН
П.І. КОВАЛЬЧУК, д. т. н., проф.	П.Д. ХОРУЖИЙ, д. т. н., проф.
В.І. КРАВЧУК, д. т. н., проф., чл.-кор. НААН	С.А. ШЕВЧУК, к. т. н., с. н. с.
А.П. ЛІХАЦЕВИЧ, д. т. н., проф., чл.-кор. НАН (Білорусь), член РАСГН (Росія)	А.В. ЯЦИК, академік НААН, д. т. н., професор
Ю.А. МАЖАЙСЬКИЙ, д. с.-г. н., проф.	М.В. ЯЦЮК, к. геогр. н.
М.П. МАЛЯРЧУК, д. с.-г. н., с.н.с.	

КИЇВ • 2019

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-160>Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/160>

UDC 631.4:631.8

COMBATING TROPICAL SOIL DEGRADATION: THE ROLE OF NITROGEN FERTILIZER AS A CLIMATE-SMART STRATEGY TOWARDS MAIZE (ZEA MAYS L.) PRODUCTIVE CULTIVATION

M.S. Adiaha

Permanent Scientist * Extension Division, Department of Planning, Research,
 Extension & Statistics, Nigeria Institute of Soil Science (NISS)
 Volunteer Scientist * Department of Agronomy, Cross River University of Technology
<https://orcid.org/0000-0002-2645-3687>; e-mail: mondaysadiaha@gmail.com

Abstract. Challenges facing humanity over the years include food insecurity, loss of soil and water resources and associated ecosystem disturbance. The rate of hungry people in developing world keeps on increasing and causing death and malnutrition. Food shortages, food insecurity or undernourishment has assumed a global dimension especially as climate change hits the globe with its negative impacts, with more severe cases recorded in the poor-resource African countries. Soil is the natural capital which drives the agricultural sector, being a strong-hole for crop/animal farming, apart-from being a medium for production of raw materials which powers industrial and domestic production. The inherent quality of soil is impaired by various factors including climate variability like excessive rainfall, which ends-up leaching nutrients downstream, thereby resulting in contamination of water bodies with fertilizer/agro-chemical residues. Like most tropical humid soils, the inherent quality of Nigerian soils is generally low, causing rapid degradation of applied nutrients and total crop failure in extreme cases. This has most often been exacerbated by most prevalent land use/agricultural systems, coupled with the problem of over-grazing and indiscriminate deforestation, alongside rapid population expansion with consequent urbanization and industrialization. For effective soil management, especially in the face of climate change, the need for Climate-Smart Strategy (CSS) towards agricultural production becomes imperative, in order to find a Sustainable Approach (SA) to man's drive towards food production for effective survival. For efficient maize (Zea mays L.) production, application of mineral fertilizer becomes an important aspect for human/animal food production. Field experimentation was conducted at the Teaching and Research Farm of the Cross River University of Technology (Latitude 6° 06' N and Longitude 8° 18' E), to evaluate the potential of Nitrogen fertilizer as a Climate-Smart Approach (CSA) for sustainable maize production in the humid tropics. Maize seed variety: Ikom Local White were treated to one level of Nitrogen fertilizer at 0.078 kg ha⁻¹. The treatment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD). The treatment were replicated four times to give a total of sixteen (16) field plots. Data collection on plant growth parameters (number of leaves and height of maize) were subjected to Analysis of Variance (ANOVA), while significant means among treatments were separated using Least Significant Difference (LSD) at 5% probability level. Result obtained showed that plots treated with 0.078 kg ha⁻¹ of Nitrogen fertilizer (N-Fertilizer) significantly (p<0.05) increase growth parameter of maize over the control. Outcome of the study concluded that 0.078 kg ha⁻¹ of N-Fertilizer applied to Maize planted at 1m spacing between plants on bed increase crop growth, and acts as a CSA to remedy the rapid degradation of humid tropical soil productivity, and for environmental sustainability.

Key words: Climate-Smart Strategy; Tropical Soils; Nitrogen Fertilizer; Zea Mays; Combat

1. INTRODUCTION

1.1. Background of the Study

Over the years tropical soil degradation has been a point of concern for agricultural including environmental sustainability. This situation has been worsen especially in the humid tropics of the globe, with African low-income humid tropics been the most disadvantageous (FAO, 2000), and almost failing in her ability to feed the ever growing human population found in countries like Nigeria. Soil degradation has been referred to as an hindrance to global sustainability, reducing the per capital income of tropical regions, acting like a barrier to improved standard of living of urban and mostly rural people (Adiaha, 2016; World Bank, 2013).

The devastating impact of climate change on soil degradation word-wide has been disastrous (Obigbesan, 2014), dragging Scientists, academicians, policy makers, business tycoons including Agricultural practitioners to come together, seeking lasting solutions to resolving the problem, kicking into action different forms of conferences, symposia, workshop including seminars, all with the aim of developing mitigative or adaptive approaches towards lasting solution to tackle the problem.

Changes caused by climate variability, resulting in increased cases of annual flooding; causing massive urban and rural destruction of lives and properties has been reported by many researchers

including Obigbesan (2014) and Oku (2011), presenting the phenomena as agents driving soil erosion, that reduces per capital income of a nation (Oku *et al.*, 2014). Results of landslides, longer dry periods, shrinking water supplies, desertification, unpredictable and changing in seasonal weather pattern has been reported by many climate change scientists including Oku (2015) and Obigbesan (2014). This changes has resulted in low crop yield, including increased in human/animal hunger, leading to disease outbreak, malnutrition including global food shortages.

Nitrogen (N) is an essential and often a limited nutrient to plant growth. Nitrogen is an important plant nutrient, N determine plants vegetative and reproductive phase (Adiaha, 2016). Nitrogen has been reported by Anonymous (2000) to make up 1-4% of maize dry matter. N plays a key function in chlorophyll and enzymes activities in the plant system, with visible sign of reduce growth (Adiaha, 2016) when the nutrient is deficient. Maize responds effectively to supplemental N, which leads to annual application of about 10 million metric tons of N fertilizer (FAO, 2004; Stephen and Below, 2009). All cultivated maize crop in most developing countries receives some form of N fertilizer for maximum growth and yield, The extensive use of N fertilizer has been found not only to increase crop production output, but also act as a remedy to the loses of N from cultivated soils/landuse systems to the atmosphere (FAO, 2004). The use of N fertilizer has been reported by Tilman *et al.* (2002) to have an impact in the ecosystem.

Nitrogen Use Efficiency (NUE) can be defined in a variety of ways that emphasize different components of the soil and plant system (Good *et al.*, 2004; Stephen and Below, 2009). In most cereal crops like maize, agronomic NUE is most simply expressed as the ratio of grain yield to N fertilizer supplied. Comparisons of maize grain yields and N fertilizer usage on a global scale have been accessed to have led to NUE ranging from 25-50% (Raun and Johnson, 1999; Tilman *et al.*, 2002), presenting a view that half of the N fertilizer in maize production is lost to the environment, especially due water run-off or flooding of farm lands.

Maize is a cereal crop, and belongs to the grass family *Poaceae*. Maize is also known as corn, with its origin from Central American tropics and Mexico (Brewbaker, 2003; Adiaha, 2016). Corn has been found useful in human/animal nutrition, medical, pharmaceutical, industrial, economic and herbal value (Adiaha, 2016). Corn is widely produced in the United States, with an annual production of 310 million metric tons and a world production at 177.3 million tons and yield of 3.6tons per acre.

Presenting USA as the largest corn producer in the world. Nigeria produces 8 million tons of maize (IITA, 2014), giving Nigeria a leading step in corn production within the Sub-Saharan Africa.

A climate-smart Agricultural System looks carefully into mechanism for adapting into the trend of climate change. Oku (2015) presented a view that inability of traditional farmers to key into the trend of the changing climate is one hindering factors towards global sustainability. A Climate-Smart Agriculture (CSA) is an approach that helps to guide actions needed to transform and reorient agricultural practitioner/systems to effectively support development and ensure food security in a changing climate (FAO, 2006). CSA aims to tackle three main objectives: sustainability increasing agricultural productivity and incomes; adapting and building resilience to climate change, and reducing and/or removing greenhouse gas emission, where possible (FAO, 2006).

CSA tends to develop agricultural strategies to secure sustainable food security under climate change. CSA has been reported by several research literature including reports of FAO (2006) as a means of providing a strategy to help stakeholders at local and international level, to identify best agricultural practices/systems suitable to their local area/conditions.

Against the rapid degradation of tropical soils, and as a means to adapt to the changing climate, the need for this research becomes imperative with the following objectives:

1. Present the influence of Nitrogen fertilizer on maize growth parameters
2. Present a view that N-fertilizer is a climate-smart approach for sustainable maize production in the humid tropics.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. The Study Area

The study was conducted at the Teaching and Research Farms of Cross River University of Technology, Obubra, Cross River State, south-south Nigeria. The area lies between Latitude 6° 06' N and Longitude 8° 18' E in the rainforest zone of Nigeria. The area has an average annual rainfall range of 2250-2500mm per annum (CRADP, 1992) and annual temperature range of 25 °C to 27 °C. The geological material of soil in the study area is an Ultisol, derived from coastal plain sands, characterized by low organic matter, low cation exchange capacity and are highly leached (Kekong *et al.*, 2014; Onweremadu *et al.*, 2011).

Tropical rainforest is the dominant vegetation of the area, through with remarkable ecological diversity caused anthropogenic activities, especially farming and deforestation, resulting to depleted vegetation as a responds to demographic

pressure. Subsistent farming is a major socio-economic activities of the local. Soil fertility restoration in the area is done by semi-bush fallowing and through application of limited/scares organic

materials. The location map of the study area is shown in Figure A and B and the actual position on earth was determine using Google Earth software 3.0 as presented in Figure C.

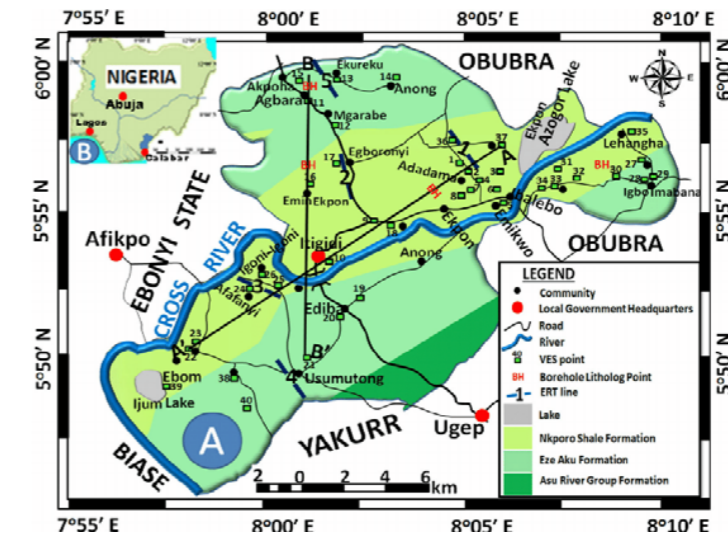


Fig. A: Map of Cross River State of southern Nigeria

Source: https://www.researchgate.net/profile/Chimezie_Emeketa/publication/273151557/figure/fig1/AS:294851414380548@1447309463634/Geological-map-of-Abi-LGA-a-showing-locations-of-VES-stations-and-ERT-profiles.png



Fig. B: Map showing the different localities in the study area

Source: https://www.researchgate.net/profile/Chimezie_Emeketa/publication/273151557/figure/fig1/AS:294851414380548@1447309463634/Geological-map-of-Abi-LGA-a-showing-locations-of-VES-stations-and-ERT-profiles.png



Fig. C: Aerial map of the position of the study area was developed using Google Earth software 3.0

2.2. Land Preparation:

The study area which was under two years fallow, dominated by shrubs and grasses was mapped out manually, cleared using cutlass and hoe and mapped out into experimental plots. Composite soil samples were randomly collected for pre-planting soil sample analysis and to determine if fertilizer should be applied to the soil or not. Sampling was done using soil auger at 0-30 cm depth. The samples were air dried for a period of one week and sieved using 2mm mesh sieve and then subjected to routine laboratory analysis.

2.3. Field Layout and Experimental Design:

The study site was mapped into sixteen (16) field plots. Each plot measured 4 × 4m with inter plot and inter replicate distance of 1m each.

The experimental plots were manually tilled to form bed. The treatments were laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications.

Planting and cultural practices

Maize seed (Ikom Local White), an early maturing maize cultivar widely cultivated in the area were sown on August 1st, 2016 and 2017 respectively. Healthy seed were collected from Agricultural Extension Office, Ikom, Cross River State, Nigeria and treated with Apron plus (seed dressing chemical). Seedlings were sprayed with an insecticide- Sniper (Vinyl dimethyl phosphate DDVP, 1000EC) to control insect attack.

2.4. Treatments:

In both 2016 and 2017 studies, the treatments consisted of one level of Nitrogen fertilizer (Urea) at 0.078 kg ha⁻¹ applied to the sixteen field plots.

2.5. Application of N-Fertilizer to the Test Crop

The treatment was carefully applied by ring application method as described by (Adiaha, 2016) to each stand of the planted maize (*Zea mays* L.) at all the various replication.

2.6. Routine Agronomic Practices

a. **Thinning:** Maize seedlings were thinned to two seedlings per stand.

b. **Replacement of missing stand:** missing stands were replaced for uniform field/crop establishment

c. **Weeding:** First weeding was done at one (1) week after planting of the test crop.

Fertilizer application (Experimental procedures)

N-fertilizer was applied five (5) Weeks after Planting (WAP) in a ring method according to procedures described by Adiaha (2016) at an application rate of 0.078 kg ha⁻¹ of urea containing (46%N), applied at a ring distance of 10 cm from the plant root and at a depth of 5 cm. After which the ring was covered with soil

2.6. Measurement of Growth Parameter

Net plot plants were selected and labeled/tagged specifically for data collection. An in-situ measurement of plant height and leaf was measured on a weekly interval. Plant height was measured using a metre rule from the surface of the soil to the tip of the tallest leaf (Nwafor, et al., 2010).

2.7. Laboratory analysis

Particle size distribution was determine by hydrometer method according to the procedure established by Gee and Bauder (1986). *Bulk density* was determine by core method according to Grossman and Reinsch (2002). *Total porosity* was calculated from the result of bulk density using the formular:

$$\text{Total Porosity (TP)} = [1 - (BD/Pd \times 100)] \quad (1)$$

Where: *Pd* = particle density (2.65g/cm³)

Bd = Bulk density

Moisture Content was determine using the formular:

$$\% \text{ soil moisture content} = (\text{weight of the moisture contained in the soil sample} / \text{weight of soil sample}) \times 100 \quad (2)$$

Silt/Clay ratio was calculated by dividing the value of the silt fractions by the clay fractions. Soil p^H was determine in water and in KCl using metre in soil/liquid suspension of 1:2.5 according to Hendershot *et al.*, (1993).

• *Organic Carbon* was determine using chromic wet oxidation method according to Nelson and Somers, (1982).

• *Organic Matter:* It was determined by the dichromate wet-oxidation method as described by Nelson and Sommers (1996). The value was multiplied by 1.732 to obtain organic matter content.

• *Total nitrogen* was determined by the kjeldahl digestion and distillation method using concentrated H₂SO₄ and sodium copper sulphate catalyst mixture as described by Bremmer and Yeomans (1988).

• *Avilable Phosphorus:* It was determined by the Bray-1 method as described by Kuo (1996).

• *Cation Exchange Capacity:* Cation exchange capacity was determine by method described by Summer and Miller (1996).

• *Exchangeable Cations:* The bases were extracted with neutral NH₄OA_c. Calcium and magnesium were determine in the extract by EDTA titration, and potassium and sodium by the use of flame photometer (Udo *et al.*, 2009).

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Routine Soil Physical and Chemical Laboratory Analysis Result

Results obtain from the composite sample at the study area before cropping, and application of N mineral fertilizer is presented in Table 1.

1. Soil Physical and Chemical Status of the study Site before Experimentation (Cropping)

Soil Property	2016	2017
Sand (g/kg)	850	832
Silt (g/kg)	76	70
Clay (g/kg)	74	98
Textural class	Sandy loam	Sandy Loam
Silt/Clay Ratio	0.52	0.43
Bulk Density (g/cm ³)	1.44	1.40
Total Porosity (%)	44.0	44.5
Moisture Content (g/kg)	139	129.2
Organic matter (%)	1.80	1.90
pH H ₂ O (1:2.5)	5.49	5.46
PH KCl (1:2.5)	4.29	4.27
Total Nitrogen (g/kg)	0.9	0.9
Avail. Phosphorus (mg/kg)	3.5	3.3
Exchangeable Ca (cmol/kg)	2.45	2.52
Exchangeable Mg (cmol/kg)	0.21	0.23
Exchangeable K (cmol/kg)	0.13	0.10
Exchangeable Na (cmol/kg)	0.18	0.19
Exchangeable Acidity (cmol/kg)	2.72	2.80
CEC (cmol/kg)	1.9	1.10

3.2. Statistical analysis

Field data (raw data) were processed and analyzed, and presented in tables and graphs/figures in this experiment.

All the data were analyzed using the procedure for analysis of variance (ANOVA) for Randomized Complete Block Design (RCBD). Separation of means was done using Fishers Least Significant Difference (f-LSD) at 0.05% probability level.

3.3. Plant Data Collection

Data was collected on the following growth parameters; plant height and number of leaves across all the tag plants in all the replicates.

Plant height were measured first at 6 Weeks after planting (one Week after fertilizer application (WAPA)) according to method presented by Adiaha (2016). Subsequent measurements of plant height were taken at one Week interval (WI) in all the net plots. Number of leaves were counted and recorded for each treatment throughout all the replications. This was done at 6WAP (1WAPA) and at 1WI interval.

Result obtained in plant height at one Week after fertilizer application (1WAPA) showed that plant height increase across the treatments at all stages of growth using ring application method with highest plant height of (70.70 cm) at 1WAPA been

2. Influence of N-Fertilizer on maize (*Zea mays* L.) height: as a Climate-Smart Strategy for Tropical Agriculture. 2016 Experiment

Treatment Code	Planting Distance	Treatment	Maize mean height at 1WAPA (cm)	Maize mean height at 5WAPA (cm)
Treatment 1 (T ₁)	30cm×30cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	60.71	74.44
Treatment 2 (T ₂)	1m×1m	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	70.70	84.30
Treatment 3 (T ₃)	70cm×70cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	61.61	75.67
Treatment 4 (T ₄)	30cm×25cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	61.75	75.30
Treatment 5 (T ₅)	Random planting	Control	51.66	60.66
LSD (P < 0.05)			8.80	9.00

Mean was separated using Fishers separation (f-LSD). The least mean produced minimum plant height

observed for corn planted at 1m×1m. Application of 0.078 kg ha⁻¹ N-fertilizer (urea) recorded a height of 61.75cm which was closely followed by 61.61cm at a planting distance of 70cm×70cm. Application of 0.078kg ha⁻¹ of N-fertilizer applied to maize sowed at 30 ×30cm recorded a mean value of 60.71 cm. Plant heights differed significantly (P < 0.05) across all treatments. The least (minimum) plant height was obtained in the control plot (Random planting) with a mean value of (51.66 cm).

Plant height at 5WAFa indicated an increase in height of the plants over the control. Application of 0.078 kg ha⁻¹ N-fertilizer by Ring application at 1 ×1m gave the highest (P = 0.05) plant height of 84.30 cm. This was followed by treatment application to 70×70cm which recorded a mean value of (75.67 cm). 30×25cm planting distance recorded a mean value of 75.30 cm indicating that 70×70 and 30×25 influenced the plant height almost at the same frequency by recording a mean value almost at the same mean separation grade. Application of 0.078 kg ha⁻¹ N-fertilizer by ring

method influenced the plant height to 74.44 cm at 5WAFa, indicating a significant difference in maize height over the control. The control mean height was recorded at (60.66 cm) 5WAFa, presenting the control as the least in maize height recorded at five (5) weeks after fertilizer application. The increase in plant height at 1WAFa and at 5WAFa indicated that application of 0.078 kg ha⁻¹ N-fertilizer by Ring application, to all the different planting distance significantly (P < 0.05) influenced the plant height, thereby resulting in a height which stands over the control.

The result obtained in plant height in this experiment agrees with the findings of Omotoso and Shittu (2007) who reported increase in *Abelmoschus esculentus* (L.) growth parameters when NPK fertilizer was applied by ring method of application. Also findings of this study agrees with the experiment of Adiaha (2016), where the Scientist reported significant increase in *Zea mays* L. growth parameter due to application of mineral fertilizer.

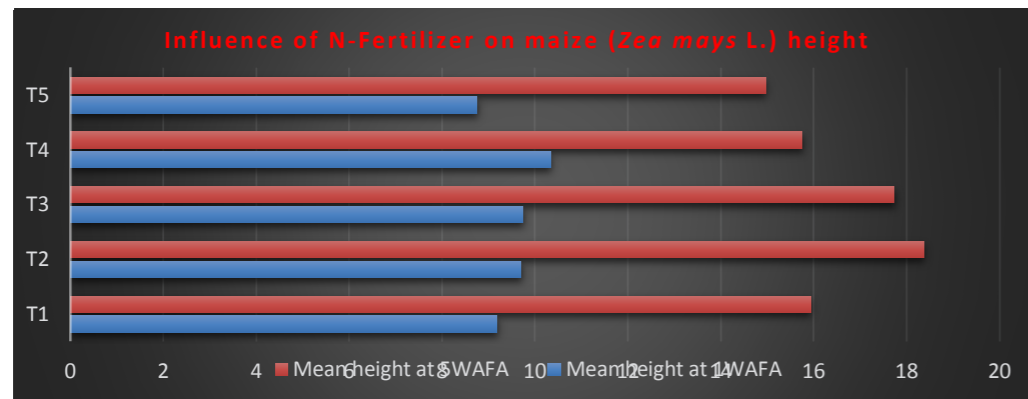


Figure 1. 2016, Influence of N-Fertilizer on Zea mays L height in rain prone area in southern Nigeria (plant height at 5WAFa and 1WAFa)

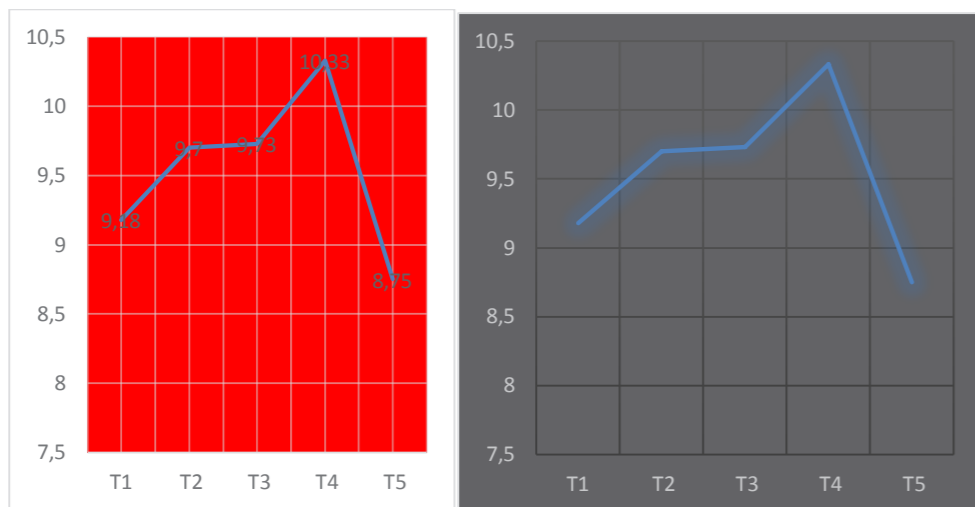


Fig. 2: 2016, Zea Mays L. height as influence by N-fertilizer: An approach for Climate-Smart Agriculture

3. Influence of N-Fertilizer on maize (*Zea mays* L.) height: as a Climate-Smart Strategy for Tropical Agriculture (cm). 2017 Experiment

Treatment Code	Planting Distance	Treatment	Maize Mean height at 1WAFa	Maize mean height at 5WAFa
Treatment 1 (T ₁)	30cm×30cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	59.51	75.23
Treatment 2 (T ₂)	1m×1m	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	72.73	85.78
Treatment 3 (T ₃)	70cm×70cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	61.87	75.69
Treatment 4 (T ₄)	30cm×25cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	60.88	77.09
Treatment 5 (T ₅)	Random planting	Control	52.18	60.15
LSD (P < 0.05)			5.69	8.66

Mean was separated using Fishers separation (f-LSD). The least mean produced minimum plant height

Analysis of variance for plant height at 1WAFa indicates a significant (P < 0.05) difference with Ring application at 1×1 m producing (72.73 cm) maximum plant (P=0.05) height over the all other treatments. 70×70cm planting distance produced a mean value of 61.87 cm, followed by 60.88 cm in 30×25cm spacing distance, presenting these treatments as effective compared to the control. 30×30 cm planting distance recorded a figure at 59.51 cm, indicating the effect of this treatment over the (52.18 cm) observed at the control. At 5 Weeks after fertilizer application, treatment two ((T₂) 1 m×1 m) produced plants with a mean height of 85.78 cm, reflecting the influence of this treatment to consistently increase the height of the plants. Result obtained for 70×70 cm spacing shows significant (P = 0.05) increase in the height of maize plant over the control.

Treatment one ((T₁)30 cm×30 cm) and treatment three ((T₄)30×25 cm) produced a mean height of 75.23 cm and 77.09 cm respectively. The least plant height was recorded in the control plot with a mean value of (60.15 cm) in this experiment. Data obtained in the 2016 experiment is similar with 2017 experiment and agrees with the experiment of Omotoso and Shittu (2007) which recorded increased growth characteristics in *Abelmoschus esculentus* (L.) when NPK fertilizer was applied by ring method. Olufolaji *et al.* (2002) reports also agrees with this findings, where they recorded an increase growth parameters using ring application method. Research of Adiaha (2016) is also in line with this finding, where the experimenter reported increase in *Zea mays* L. growth parameters over the control using mineral fertilizer.

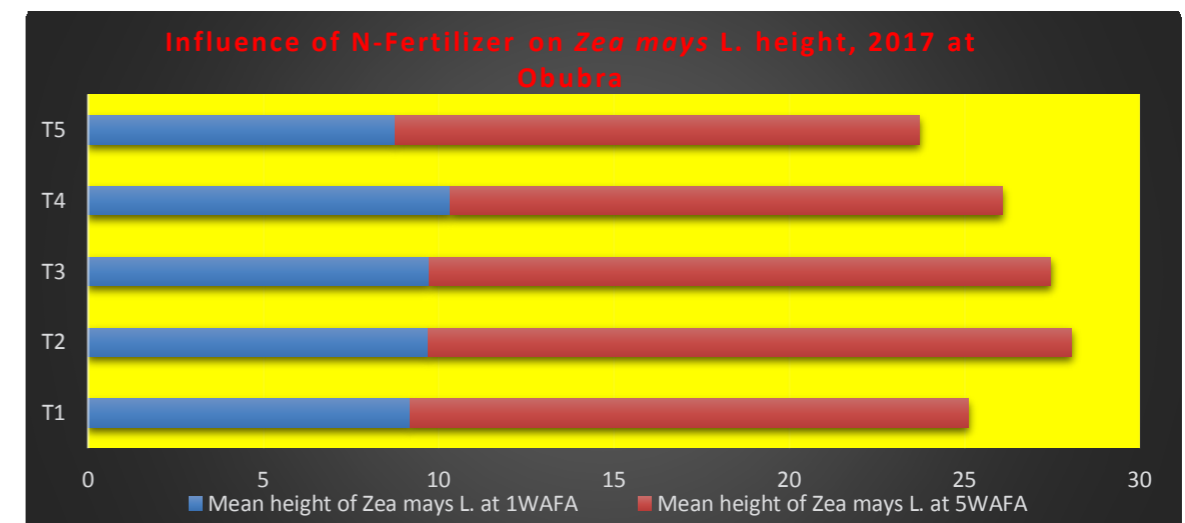


Fig. 3: 2017, Influence of N-Fertilizer on Zea mays L height in rain prone area in southern Nigeria (plant height at 5WAFa and 1WAFa)

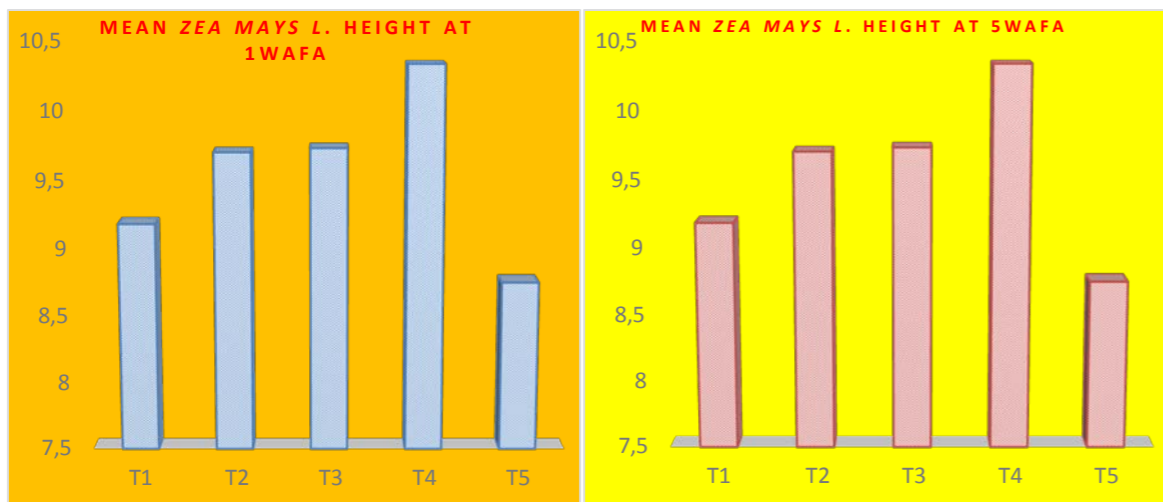


Fig. 4: 2017, Zea Mays L. height as influence by N-fertilizer: An approach for Climate-Smart Agriculture

3.4. Number of leaves

Table 4 presents the trend observed and recorded in the number of leaves as influence by application N-fertilizer.

The data recorded in Table 4, showed the trend observed in the number of leaves produced by the plant at different stages of growth. At 1WFA there was no significant ($P > 0.05$) difference in the number of leaves per plant among the various treatments. At one Week after fertilizer application to planting distance at 30x25cm produce the highest number of leaves (10.33), giving it an edge over the control. Planting distance of 70x70 cm recorded a mean value of 9.73, which was closely followed by 1x1m distance which recorded a mean value of (9.70). 30x30 cm distance method produced a mean number of leaves at 9.18, indicting an increase over the

control which recorded a mean value of 8.75. At five (5) weeks after fertilizer application, 1x1m planting distance produced 17.73 mean number of leaves, which was significantly ($P < 0.05$) different, producing the maximum ($P = 0.05$) number of leaves over all other treatments. 70x70 cm planting distance recorded a mean value of (17.73), placing T₂ and T₃ over T₁ and T₄, BC and the control (Random planting). 30x30 cm and 30x25 cm produced (15.93 and 15.75) mean value respectively, presenting these treatments as preferred over the control which recorded a value of 14.96 mean number of leaves.

Results obtained by ANOVA analysis indicates maximum ($P = 0.05$) number of leaves in Ring application method at plant spacing of 1 m x 1 m, with a mean value of (11.51). 10.93 mean value was recorded in 30x25 cm spacing which shows

4. Influence of N-Fertilizer on maize (*Zea mays* L.) number of leaves, as a Climate Strategy for Climate Change Resilience (cm). 2016 Experiment

Treatment Code	Planting Distance	Treatment	Maize Mean height at 1WFA	Maize Mean height at 5WFA
Treatment 1 (T ₁)	30cmx30cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	9.18	15.93
Treatment 2 (T ₂)	1m x 1m	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	9.70	18.36
Treatment 3 (T ₃)	70cm x 70cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	9.73	17.73
Treatment 4 (T ₄)	30cm x 25cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	10.33	15.75
Treatment 5 (T ₅)	Random planting	Control	8.75	14.96
LSD (P < 0.05)			NS	1.76

Mean was separated using Fishers separation (f-LSD). The least mean produced minimum number of leaves

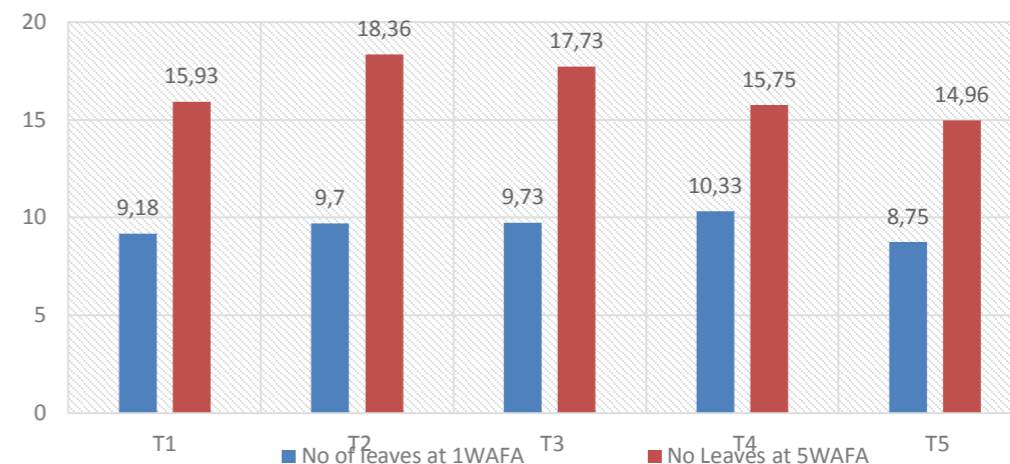


Fig. 5. Zea Mays L. No. of Leaves as influence by N-fertilizer for Climate Smart Agriculture

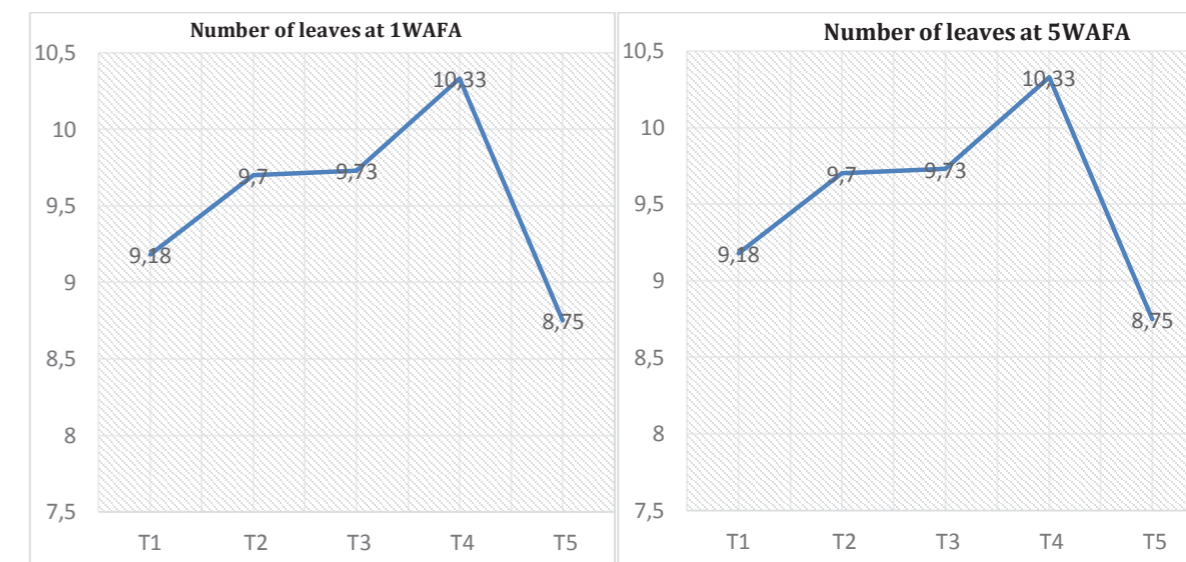


Fig. 6. Behavior of growth number of leaves of Zea Mays L. under the influence of N-fertilizer in humid tropical soils of Sothern Nigeria

5. Influence of N-Fertilizer on maize (*Zea mays* L.) number of leaves, as a Climate Strategy for Climate Change Resilience. 2017 Experiment

Treatment Code	Planting Distance	Treatment	Maize Mean height at 1WFA	Maize Mean height at 5WFA
Treatment 1 (T ₁)	30cmx30cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	10.30	16.54
Treatment 2 (T ₂)	1m x 1m	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	11.51	19.75
Treatment 3 (T ₃)	70cm x 70cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	10.45	18.68
Treatment 4 (T ₄)	30cm x 25cm	0.078kg ha ⁻¹ Urea by Ring Application method	10.93	18.86
Treatment 5 (T ₅)	Random planting	Control	9.10	15.21
LSD (P < 0.05)			1.60	2.05

Mean was separated using Fishers separation (f-LSD). The least mean produced minimum number of leaves

an increase in the number of leaves produced. 70×70 cm distance produced 10.45 mean numbers of leaves. 30×30 cm spacing recorded a mean value of 10.30, indicating an increase over the control. The least number of leaves was produced in the control. At 5 Weeks after fertilizer application, Ring application to 1 m ×1 m still maintained its positive influence on the crop, producing a mean value of (19.75) number of leaves, indicating a significant ($P < 0.05$) difference over the control. 30×25 cm and 70×70 cm recorded a mean value at (18.86 and 18.68) respectively, presenting these treatments as being positively influencing the growth parameters of maize. 30×30 cm spacing method recorded a mean value at (16.54), indicating an increase over the control. All treatments increased the number of leaves of the crop, except the control which produced the least number of

leaves (15.21). The result obtained in number of leaves in this experiment is in line with the submission of Olufolaji *et al.* (2002); Omotoso and Shittu (2007), where they recorded an increase in plant growth parameters with the application of mineral fertilizers. Outcome of this finding further confirms the report of Adiaha (2016), where the scientist presented significant ($P < 0.05$) increase in *Zea mays* L. growth parameter after application of mineral fertilizer.

3.5. Climatic and hydrological Data

Climatic and hydrological information about the study area was collected in the weather station at the Cross River University of Technology (CRUTECH). Information presented in Table 6 indicated both extreme and normal trend occurring in the experimental site during the experimental year 2016 and 2017 respectively.

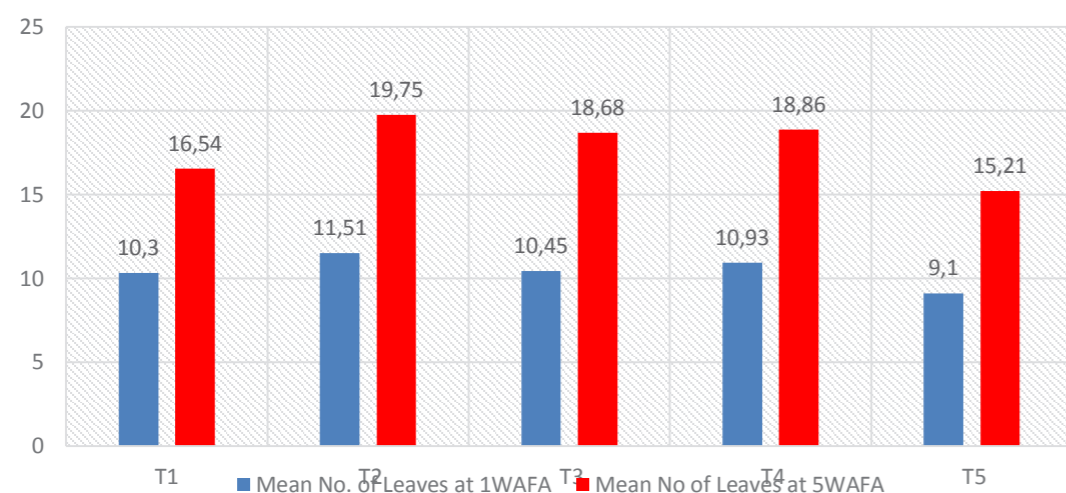


Fig. 7. Zea Mays L. No. of Leaves as influence by N-fertilizer for Climate Smart Agriculture

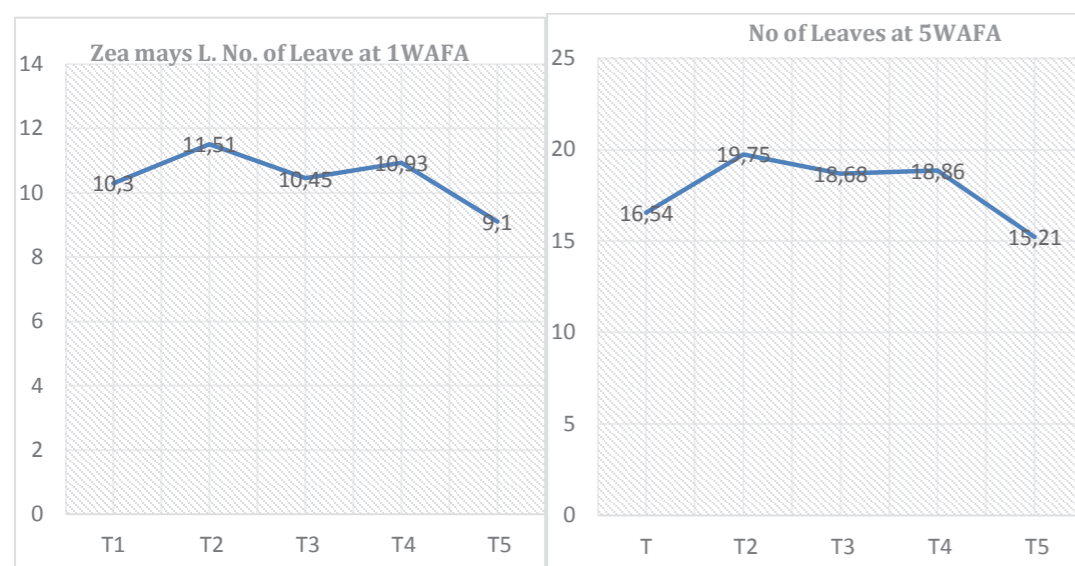


Fig. 8. Behavior of growth number of leaves of Zea Mays L. under the influence of N-fertilizer in humid tropical soils of Sothern Nigeria, 2017

6. Experimental sites weather data summary of 2016 and 2017 cropping seasons

Months	Rainfall	Temperature (OC)		Relative Humidity (%)
		Maximum	Minimum	
2016 Cropping Season				
March	58.3	34.1	27.2	72.2
April	163.2	34.5	25.8	81.1
May	263.1	31.3	22.1	83.1
June	537.1	30.1	23.1	87.7
July	637.5	32.3	24.3	90.8
August	389.8	29.2	25.1	85.3
September	421.5	28.1	26.4	87.2
October	301.2	30.4	20.1	75.5
November	187.1	29.5	20.1	84.1
December	15.3	29.5	20.1	65.7
Total	2974.1	308	239.5	812.7
Mean	297.41	30.80	23.95	81.27
2017 Cropping Season				
March	38.3	34.2	28.1	70.3
April	229.5	33.5	26.4	78.6
May	321.4	32.4	24.5	80.7
June	446.87	34.5	22.7	85.4
July	701.24	31.3	22.9	88.6
August	343.89	30.2	26.3	80.9
September	402.5	29.5	25.7	84.3
October	301.7	28.7	25.3	84.2
November	107.5	28.5	23.4	78.6
December	13.8	28.1	22.3	76.4
Total	2906.6	310.9	247.6	719.1
Mean	290.66	31.09	24.76	71.91



Fig. 9: Test crop at physiological harvesting

4. CONCLUSION

The result obtained showed that 0.078 kg ha⁻¹ of N-fertilizer applied by ring method significantly ($p < 0.05$) influenced the overall growth performance of maize over the control, and contribute to environmental sustainability, while

in turn been a smart approach to crop production in the face of the changing climate. Application of N-fertilizer at the right point of application: two weeks after planting (2WAP) had significant influence on the growth of maize. Studying the application of N-fertilizer as a climate smart

approach for improvement of soil fertility/productivity and for sustainable crop production, it is concluded that application of N-fertilizer at the right time, and at the required quantity is efficient and responsive as a climate smart approach to combat the change due to variabilities in the climate, and maize has been observed to respond well to the application of 0.078 kg ha⁻¹ of N when planted at 1 m × 1 m spacing on bed.

Key Contribution of the Study to Knowledge

1. Timely and application of N containing fertilizer at 0.078kg ha⁻¹ has been found to be productive for maize production in southern Nigeria under rain-fed cultivation.

2. N deficiency in humid tropical soils has always been a problem, and exacerbated by the impact of climate change. To combat this, this study has proof that the application of N-Fertilizer (Urea) at five (5) Weeks After Planting will boost the growth stage of *Zea mays* L. (corn), and make nutrients available in the soil for exchange between crop and soil, as it is a climate smart approach to crop production under the current trend in the impact of climate change on Agriculture.

Acknowledgement

This study receives technical support of data analysis materials and coordination advice from AuthorAID Research and Mentoring Network, UK.

References

- Adiaha, M.S., & Agba, O.A. (2016). Influence of different methods of fertilizer application on the growth of maize (*Zea mays* L.) for increase production in south Nigeria. *World Scientific News*, 54, 73-86. Retrieved from: <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2016/01/WSN-54-2016-73-86-1.pdf>.
- Anonymous (2000). Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. FAO Annual Report on Food Production, 35-38.
- Bremner, J.M., & Yeomans, J.C. (1988). Laboratory Techniques for determination of different forms of Nitrogen. In: J.R. Wilson (ed.). *Advances in Nitrogen cycling in Agricultural Ecosystem*, 339-414.
- Brewbaker, J.L. (2003). Corn Production in the Tropics, the Hawaii Experience. Pp1. College of Tropical Agricultural and Human Resources. University of Hawaii, Manoa. University of Hawaii Press Ltd, 141-152.
- CRADP-Cross River Agricultural Development Project. (1992). Review of Cross River Ecological Map. Government of Cross River State Press.
- FAO. (2006). Guidelines for soil description. Fourth edition, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 97.
- Food and Agricultural Organization of the United Nation (FAO). (2000). The State of Food and Agriculture. Retrieved from: www.fao.org/3/x4400e/x4400e.pdf. 1/4/2019.
- Food and Agricultural Organization of the United Nation (FAO) (2004) Retrieved from: <http://www.fao.org/3/y5650e/y5650e00.pdf>.
- Gee, G.W., & Bauder, J.W. (1986). Particle size analysis. In: Arnold Klute (eds.). *Method of Soil Analysis, Part 1-Physical and Mineralogical Methods*, SSSA Book Series 5, Madison, Wisconsin, USA, 383-412.
- Good, Allen G. Shrawat, Ashok K., Douglas., & Muench G. (2004). Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? *Trends in Plant Science*, № 9: 12, 597-605. doi.org/10.1016/j.tplants.2004.10.008.
- Grossmans, R., & Reinch, T.G. (2002). Bulk density and linear extensibility. In: *Methods of Soil Analysis. Part 4 Physical Methods*. Dane, J.H and G.C Topp (eds.). Soil Science Society of America, Book Series, No 5 ASA and SSA Madison, WI, 201-228.
- Hendershot, Lalande, H., & Duquette, M. (1993). Soil reaction and exchangeable acidity. In: Soil reaction and exchangeable acidity. In: *Soil Sampling and Methods of Soil Analysis*. Carter, M.R. (ed.), Canadian Society of Soil Science. Lewis Publication, London, 141-145.
- ITA (International Institute of Tropical Agriculture), (2014). Maize Production Manual, Volume 1, Series 8, Chapter 5, 36.
- Kekong, M.A, Ojikpong, T.O., & Attoe, E.E. (2016). Influence of Moringa leaf and Fertiplus on Soil pH and Garden Egg Yield in Obubra Rainforest Zone of Nigeria. *Nigerian Journal of Soil Science*, 26: 27-35.
- Kuo, S. (1996). Phosphorus. In: D.L. Sparks, editor, *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods*. SSSA Book Ser. 5. SSSA and ASA, Madison, WI. pp. 869-919. doi:10.2136/sssabookser5.3.c32.
- Nelson, D.M., & Sommers, L.E. (1996). Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: D. L. S. Park (eds.). *Methods*, SSSA Book Series 5, Madison, Wisconsin USA, 961-1010.

17. Nelson, D.W., & Sommers, L.E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties* (2nd ed.). Agronomy series, 9, ASA, SSA, Madison, Wisconsin. USA, 539-579.

18. Nwafor, O.E., Adepoju, S.O., Mba, A.A., Okonkwo, M.C., Emefiene, M., & Aminu, K. (2010). The Effect of manual weeding intervals on the yield of water melon (*Citrullus lanatus*) in Jos Metropolis, Nigeria. *Proceedings of the 24th Annual National Conference of Farm Management Association of Nigeria*, 35-38.

19. Obigbesan, G.O. (2014). Man and Climate Change: Livelihood in the Lake Chad Basin some Thirty Years ago. University of Ibadan, Postgraduate School. 59th Inter-Disciplinary Lecture.

20. Oku, E, Asubonteng, O., Kwabena, K., & Blege, P. (2015). Role of Soil Properties and Precipitation Concentration In Enhancing Floods In Northern Ghana. *European Journal of Sustainable Development*, 4, 2, 339-346. doi: 10.14207/ejsd.2015.v4n2p339.

21. Oku, Effiom, Aiyelari, Ambrose., & Truong, Paul (2014). Green Structure for Soil and Water Conservation on Cultivated Steep Land. *Kasetsart J. (Nat. Sci)*, 48, 167-174.

22. Oku, Effiom, & Aiyelari, Ambrose (2011). Predictability of Philip and Kostiakov Infiltration Models under Inceptisols in the Humid Forest Zone, Nigeria. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 45, 594-602.

23. Olufolaji, A.O., Kintomo A.A., & K.O. Alasiri, (2002). Comparative evaluation of soil applied and foliar fertilizer on the growth of sokoyokoto celocia argentea. *Plant Sci.*, 3, 73-80.

24. Omotoso, S.O., & Shittu, O.S. (2007). Effect of NPK Fertilizer Rates and Method of Application on Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) at Ado-Ekiti Southwestern. Nigeria *International Journal of Agricultural Research*, 2(7), 614-619.

25. Onweremadu, E.U., Ihem E.E., Onwudike S., Ndukwu B.N., Idigbor C.M., & Asiabaka C.C. (2011). Evaluation of selected physical properties of soils as influenced by legumes and Prominol-P fertilization. *J. Emerg. Trends Eng. Applied Sci.*, 2, 205-209.

26. Raun, W.R., and Johnson, G.V. (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 91:357-363.

27. Moose S., & Below F.E. (2009) Biotechnology Approaches to Improving Maize Nitrogen Use Efficiency. In: Kriz A.L., Larkins B.A. (eds) *Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 65-77. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-68922-5_6

28. Summer, M.E. & Miller, W.P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficient. *Method of soil science analysis, part 3, chemical methods*. American society of agronomy, soil science society of America, 1201-1229.

29. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., & Polasky, S., (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418 (6898), 671-677.

30. Udo E.J., Ibia T.O., Ogunwale J.A., Ano A.O., & Esu I.E. (2009). *Manual of Soil, Plant and Water Analyses*, Sibon Books Ltd, Lagos, 183.

31. World Bank. (2013). Prosperity, Annual Report. Retrieved from: http://siteresources.worldbank.org/EXTANNREP2013/Resources/9304887-1377201212378/9305896-1377544753431/1_AnnualReport2013_EN.pdf.

М.С. Адиаха

Борьба с деградацией тропических почв: роль азотных удобрений как составляющей климатически разумной стратегии в сфере эффективного производства кукурузы

Аннотация. Проблемы, стоящие перед человечеством на протяжении многих лет, включают отсутствие продовольственной безопасности, потерю почвенных и водных ресурсов и связанные с этим нарушения экосистемы. Число голодающих людей в развивающихся странах продолжает увеличиваться, вызывая недоедание и смерть. Нехватка продовольствия, отсутствие продовольственной безопасности или недоедание приобрели глобальный характер, особенно в связи с тем, что изменение климата поражает весь мир своими негативными последствиями, причем более серьезной эта ситуация отмечается в африканских странах с ограниченными ресурсами. Почва является природным капиталом, который движет сельскохозяйственным сектором, являясь сильной основой для растениеводства/животноводства, помимо того, что является средой для производства сырья, которое обеспечивает промышленное и внутреннее производство. На качество почвы влияют различные факторы, в том числе изменчивость климата, например чрезмерное количество осадков, что приводит к вымыванию питательных веществ вниз по течению, что в свою очередь провоцирует загрязнение водоемов удобрениями/остатками агрохимикатов. Присущие нигерийским, как и большинству тропических влажных почв, свойства, как правило, низкие, что приводит к быстрой деградации вносимых питательных веществ и полному

неурожаю в екстремальних случаях. Чаще всего это усугубляется применением наиболее распространенных систем землепользования/ведения сельского хозяйства в сочетании с проблемой чрезмерного выпаса скота и беспорядочной вырубкой лесов наряду с быстрым ростом населения с последующей урбанизацией и индустриализацией. Для эффективного управления почвенными ресурсами, особенно в условиях изменения климата, очень остро встает вопрос о необходимости принятия климатически разумной стратегии (CSS) в сфере сельскохозяйственного производства с целью найти устойчивый подход (SA) к производству продовольствия для выживания человечества. Для эффективного производства кукурузы (*Zea mays L.*) применение минеральных удобрений становится важным аспектом производства продуктов питания для человека/животных. Полевые эксперименты проводили в учебно-исследовательском фермерском хозяйстве Технологического университета Кросс-Ривер (широта 6° 06' северной широты и 8° 18' восточной долготы), с целью оценки потенциала азотных удобрений в качестве климатически разумного подхода (CSA) для устойчивого производства кукурузы во влажных тропиках. Семена кукурузы сорта *Ikot Local White* обрабатывали азотными удобрениями в дозе 0,078 кг/га. Обработка проводилась в рандомизированном полном блочном дизайне (RCBD). Обработку повторяли четыре раза, чтобы получить в общей сложности шестнадцать (16) полевых участков. Собранные данные о параметрах роста растений (количество листьев и высота кукурузы) подвергались дисперсионному анализу (ANOVA), в то время как значительные средние значения в ходе обработки были выделены с использованием наименьшего значимого различия (LSD) при уровне вероятности 5%. Полученный результат показал, что участки, обработанные 0,078 кг/га азотного удобрения (N-удобрение), значительно ($p = 0,05$) увеличивают параметр роста кукурузы по сравнению с контролем. В результате исследования был сделан вывод о том, что 0,078 кг/га N-удобрения, вносимого под кукурузу, посаженную на расстоянии 1 м между растениями, увеличивает рост урожая и выступает в качестве CSA с целью предотвращения быстрого ухудшения продуктивности влажных тропических почв и обеспечения экологической их устойчивости.

Ключевые слова: климатически разумная стратегия, тропические почвы, азотное удобрение, кукуруза, борьба

М.С. Адіаха

Борьба с деградацией тропических грунтов: роль азотных удобрений как климатически разумной стратегии в сфере эффективного производства кукурузы

Анотація. Проблеми, які стоять перед людством протягом багатьох років, включають відсутність продовольчої безпеки, втрату ґрунтових і водних ресурсів і пов'язані з цим порушення екосистеми. Число голодуючих людей в країнах, що розвиваються, продовжує збільшуватися, викликаючи смерть і недоїдання. Нестача продовольства, відсутність продовольчої безпеки або недоїдання набули глобального характеру, особливо у зв'язку з тим, що зміна клімату вражає весь світ своїми негативними наслідками, причому більш серйозна ситуація складається в африканських країнах з обмеженими ресурсами. Ґрунт – це природний капітал, який є рушійною силою сільськогосподарського сектору а, будучи основою для рослинництва/тваринництва, крім того що він є середовищем для виробництва сировини, що забезпечує промислове виробництво. На якість ґрунту впливають різні чинники, в тому числі мінливість клімату, наприклад надмірна кількість опадів, що призводить до вимивання поживних речовин униз за течією, і, як наслідок, до забруднення водою добривами/залишками агрохімікатів.

Властивості нігерійських ґрунтів, як і більшості тропічних вологих ґрунтів, як правило, низькі, що призводить до швидкої деградації внесених поживних речовин і повного неврожаю в екстремальних випадках. Часто це поглиблюється із-за через використання найбільш поширених систем землекористування/сільськогосподарства в поєднанні з проблемою надмірного випасу худоби і безладної вирубки лісів поряд із швидким зростанням населення з подальшою урбанізацією і індустріалізацією. Для ефективного управління ґрунтовими ресурсами, особливо в умовах зміни клімату, виникає гостра потреба в кліматично продуманій стратегії (CSS) щодо сільськогосподарського виробництва, для того щоб знайти стійкий підхід (SA) до виробництва продовольства з метою виживання людства. Для ефективного виробництва кукурудзи (*Zea mays L.*) застосування мінеральних добрив стає важливим аспектом виробництва продуктів харчування для людини/тварин. Польові експерименти проводили на навчально-дослідному фермерському господарстві Технологічного університету Крос-Рівер (широта 6° 06' північної широти та 8° 18' східної довготи), з метою оцінювання потенціалу азотних добрив як складової якісного кліматично розумного підходу (CSA) для стійкого виробництва кукурудзи у вологих тропіках. Різновид насіння кукурудзи *Ikot Local White* обробляли азотними добривами в дозі 0,078 кг/га. Обробіток проводили в рандомізованому повному блоковому дизайні (RCBD) з чотириразовою повторюваністю і було отримано в цілому шістнадцять (16)

польових ділянок. Зібрані дані про параметри росту рослин (кількість листків і висота кукурудзи) піддавалися дисперсійному аналізу (ANOVA), в той час як значні середні значення, отримані під час обробок, були виділені з використанням найменшої значущої відмінності (LSD) за рівня ймовірності 5%. Отримані результати показали, що на ділянках, де вносили 0,078 кг/га азотного добрива (N-добриво), значно ($p = 0,05$) підвищувався параметр росту кукурудзи в порівнянні з контролем. У результаті дослідження було зроблено висновок про те, що 0,078 кг/га N-добрива, внесеного під кукурудзу, посажену на відстані 1 м між рослинами, сприяє зростанню врожаю і виступає як CSA для запобігання швидкого погіршення продуктивності вологих тропічних ґрунтів і забезпечення їхньої екологічної стійкості.

Ключові слова: кліматично розумна стратегія, тропічні ґрунти, азотне добриво, кукурудза, подолання

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-170>Available at: <http://http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/170>

УДК 631.67; 626.8; 631.615

ПРОБЛЕМИ ТА ВОДНО-ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБУДОВИ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ДАВНЬОЇ ЗАПЛАВИ Р. ДНІПРО

М.І. Ромащенко¹, академік НААН, док. тех. наук, М.В. Яцюк², канд. геогр. наук, А.М. Шевченко³, канд. с.-г. наук, С.А. Шевчук⁴, канд. тех. наук, Д.П. Савчук⁵, канд. тех. наук, О.М. Козицький⁶, Р.П. Боженко⁷, С.М. Лютницький⁸, Д.П. Землянська⁹, А.О. Забуга¹⁰

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-9997-1346>; e-mail: mi.romashchenko@gmail.com

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-5535-715X>; e-mail: my_yatsiuk@ukr.net

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-2637-6538>; e-mail: monitoring_protect@ukr.net

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-5844-4980>; e-mail: sergey_shevchuk_@ukr.net

⁵ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-7683-6005>; e-mail: savchuk.igim@gmail.com

⁶ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-4459-6331>; e-mail: olegkoz@ukr.net

⁷ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-3661-8120>; e-mail: ruslana_lr@ukr.net

⁸ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-4343-0054>; e-mail: lutnizkii@ukr.net

⁹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-6882-5090>; e-mail: darya.zemlanika@gmail.com

¹⁰ Ірпінське міжрайонне управління водного господарства, Київська обл., Києво-Святошинський район, село Гореничі, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-5354-6662>; e-mail: andreyzabuga@gmail.com

Анотація. Трансформація осушуваних заплавних земель сільськогосподарського призначення у забудовані пов'язана зі значними водними ризиками: затоплення, підтоплення, вторинне заболочування, забруднення поверхневих і підземних вод на ділянках забудови та прилеглих територіях. За результатами дослідження ґрунтово-меліоративних умов у межах осушуваної давньої заплави р. Дніпро оцінено можливість та водно-екологічні наслідки використання її під заплановану забудову на території перспективного розвитку с. Підгірці Обухівського району Київської області. Встановлено, що ділянка осушуваної слабостічної заплави р. Дніпро може бути диференційована на малосприятливі та несприятливі для будівництва території, а основними ускладнюючими забудову чинниками є поширення торфів і заторфованих відкладів, підтоплення території та ризик її затоплення за аномально великих опадів. Визначено, що осушувальна система «Шапарня», у межах якої розміщена ділянка перспективної забудови, перебуває в незадовільному стані та функціонує в позапроектному режимі через відсутність дренажної насосної станції і часткове перекриття осушувальних каналів, а підвищення захищеності території житлового освоєння від затоплення та підтоплення має передбачати реконструкцію осушувальної системи, штучне підвищення планувальних відміток поверхні та забезпечення безпечного функціонування існуючої на ділянці водойми. Зазначено, що ефективний захист від підтоплення та затоплення освоєних під забудову локальних ділянок практично неможливий без попереднього розроблення та реалізації загальної схеми планування території всієї давньої заплави Дніпра з відображенням цілісної системи водовідведення до р. Стугна, схем інженерної підготовки та захисту території від надзвичайних ситуацій, пов'язаних із впливом поверхневих і підземних вод.

Ключові слова: водно-екологічні ризики, ґрунтові води, заплава, осушувальна система, підтоплення, рівень ґрунтових вод, торф.

Постановка проблеми. Протягом останніх років досить високими темпами забудовуються промисловими та цивільними об'єктами приміські території, насамперед поблизу великих міст, у тому числі як колишні, так і діючі меліоративні (зрошувальні, осушувальні) системи.

Переведення зрошуваних сільськогосподарських земель у бogarні, а осушуваних – у немеліоровані з перспективою зміни їх цільового призначення та забудови діючих меліоративних систем є загрозливою тенденцією і небезпечним явищем як для розвитку

сільського господарства та нарощування соціально-економічного потенціалу території в умовах зростання посушливості клімату та проявів екстремально великих опадів, так і для екологічного стану довкілля та життєдіяльності населення. Трансформація, особливо стихійна та неконтрольована, осушуваних земель, у тому числі заплавних, у забудовані пов'язана зі значними водними ризиками: затоплення, підтоплення, вторинне заболочування, забруднення поверхневих і підземних вод на ділянках забудови та прилеглих територіях [1]. Насамперед, це стосується забудови слабостічних ділянок заплав із поширенням торфових ґрунтів, що є характерним для правобережної частини заплави р. Дніпро південніше м. Києва, зокрема в районі сіл Підгірці, Романків та ін. (котеджні містечка «Альпійка», «Соляна долина», «Honey Hills» та ін., садово-дачне будівництво – садівничі товариства).

У даному контексті досить важливим є попереднє виявлення допустимості і наслідків освоєння під забудову окремих територій осушувальних систем у заплавах річок.

Заплави річок здавна були привабливими для влаштування поселень [2]. Водночас їхнє будівництво на заплавах землях ускладнено через поширення слабких ґрунтів (торфу, мулу) з високим рівнем ґрунтових вод, а також постійну загрозу затоплення [3]. При цьому слід брати до уваги, що житлова забудова, а особливо багатопверхова, створює значне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище як у процесі будівництва, так і при функціонуванні житлових масивів. Виходячи з цього, забудові має передувати дослідження потенційної інженерно-геологічної стійкості території, стану та ефективності існуючого дренажу, оцінювання стану водних об'єктів та обґрунтування заходів з їх безпечного функціонування на селітебних територіях, організація та інженерна підготовка території для відведення поверхневого стоку тощо.

Водно-екологічні проблеми, пов'язані з освоєнням колишніх або трансформованих меліорованих угідь під забудову, є на даний час мало дослідженими, а публікації щодо наслідків використання раніше зрошуваних або осушуваних сільськогосподарських земель під житлове будівництво майже відсутні [1; 4-8], що свідчить про актуальність дослідження цих питань.

Мета досліджень – визначити можливі водно-екологічні наслідки й обмеження

щодо забудови осушуваних земель у межах давньої заплави р. Дніпро.

Умови та методика проведення досліджень. В адміністративному відношенні ділянка досліджень щодо оцінювання умов і можливих негативних наслідків здійснення потенційної багатопверхової забудови меліорованої заплави розташована на території Підгірцівської сільської ради Обухівського району Київської області в межах північно-західної частини території перспективного розміщення села Підгірці.

Раніше ці землі відносилися до осушуваних сільськогосподарських угідь меліоративної системи «Шапарня», зокрема до дренажної системи головного колектора 2-ГД (рис. 1).



Рис. 1. Схема розташування ділянки перспективної забудови в с. Підгірці на території меліоративної системи «Шапарня»:

- 1 – дренажна насосна станція; 2 – осушувальні канали; 3 – водозахисна дамба; 4 – водойма (ставок, озеро); 5 – населений пункт; 6 – автомобільна дорога; 7 – залізниця; 8 – ліс; 9 – ділянка забудови; 10 – трубочастий регулятор на каналі

Вона складається із водоприймача (озеро Шапарня), водозахисної дамби, дренажної насосної станції (ДНС), головної колектора 2–ГД і польових дрен відкритого типу.

У геоморфологічному відношенні ділянка досліджень розташована в межах правобережної давньої заплави високого рівня р. Дніпро (реліктова заплава) [9], яка простежується широкою смугою (2,5-3,0 км) між «острівною» піщаною бороною терасою та правим корінним схилом долини річки біля сс. Ходосівка, Підгірці, Нові Безрадиці і характеризується, відповідно, поширенням, як основного, заплавного лучно-болотного виду ландшафту, являючи собою осушувану, частково заболочену та зарослу переважно очеретом і лучною рослинністю місцевість (давньоруслове заболочене зниження або Підгорецьке болото).

Методика досліджень включала аналіз наявної інформації щодо геоморфологічних, гідрологічних і гідрогеологічних умов території розташування ділянки перспективної забудови, проведення її натурного рекогносцирувального обстеження з визначенням по тимчасових свердловинах, улаштованих способом ручного буріння, потужності торфових відкладів, глибин залягання ґрунтових вод, фіксацією рівня води в меліоративних каналах і їхнього сучасного стану, виконання натурних геодезичних робіт, нормативне оцінювання ґрунтово-меліоративних та інженерно-геологічних умов ділянки щодо можливості її використання під багатоповерхову забудову, а також відповідності планованих проектних рішень вимогам земельного і водного законодавства.

Беручи до уваги те, що ділянка досліджень розміщена на меліорованій території з наявністю осушувальної системи, ґрунтово-гідрогеолого-меліоративні умови території в її межах розглянуто як з позицій їх сприятливості для будівництва, так і з точки зору їхнього впливу на формування або прояв несприятливих природно-антропогенних процесів чи на ризики водно-екологічних ситуацій.

Результати досліджень. У контексті водно-екологічних ризиків і наслідків запланованої забудови ділянки меліорованої давньої заплави р. Дніпро в районі с. Підгірці виділено низку особливостей сучасної природно-меліоративної ситуації щодо ускладнення умов самого будівництва та подальшого функціонування житлового комплексу, а також імовірні або неминучі негативні впливи, пов'язані з забудовою зазначеної ділянки, у тому числі і на прилеглі території.

Територія ділянки, особливо її південно-західна частина, характеризується як слабостічна

і за наявності локальних знижень є потенційно уразливою до затоплення за випадання аномально великих атмосферних опадів та незадовільного функціонування осушувальної мережі. Відсутність чітко вираженого загального похилу території, з одночасною наявністю замкнених форм мікрорельєфу, природно заболочених знижень, різною мірою штучно підвищених ділянок у поєднанні з мережею транзитних каналів є достатньою мірою ускладнюючим фактором через низьку стічність і дренажність території, загрозу накопичення в знижених місцях поверхневого стоку. Водночас слід відзначити відсутність безпосередньо в межах розміщення ділянки поверхневих природних водотоків. Річки, русла яких виходять на стародніпровську заплаву північніше району досліджень (рр. Віта, Сіверка, Петіль та ін.), потім течуть у північному напрямі, протилежному від с. Підгірці. За умов розливу у період паводків імовірність потрапляння води цих річок по заплаві на досліджувану територію досить низька через наявність насипів залізничного полотна, автомобільної дороги (Новообухівської), а також автодоріг, що поперек перетинають заплаву північніше ділянки (у бік с. Ходосівка, на Креничі-Підгірці-полігон № 5). Їхні відмітки, особливо залізничні, є переважно вищими за рівні паводкових вод вищезгаданих річок.

Одним з найбільш ускладнюючих чинників будівництва на ділянці є розвиток у її межах комплексів болотних та озерно-болотних ґрунтів (торфів, заторфованих ґрунтів, мулу), які є, за загальною інженерно-геологічною класифікацією, породами особливого складу або ж слабкими ґрунтами, що характеризуються низькими несучими властивостями і не можуть рекомендуватись як підґрунтя (основа) для фундаментів наземних споруд і будівель [10]. Не можна не враховувати і небезпеку торфових пожеж, які останнім часом значно почастишали через посушливі погодні умови, невикористання осушуваних земель за їх цільовим призначенням тощо.

Торфи низинні та заторфовані ґрунти зафіксовані більшістю розвідувальних свердловин (рис. 2). Торфові відклади залягають як безпосередньо з поверхні, так і частково перекриті товщею від 0,2 до 2,0 м переважно техногенних (намивних, або насипних) піщано-супіщаних ґрунтів. У підшві шару торфів переважно залягають супіски замулені, з прошарками мулу, або мул. Потужність торфових відкладів, зафіксована при проведенні розвідувальних робіт, коливається від 0,2 до 3,6 м, тобто торфи можуть бути віднесені до неглибоких

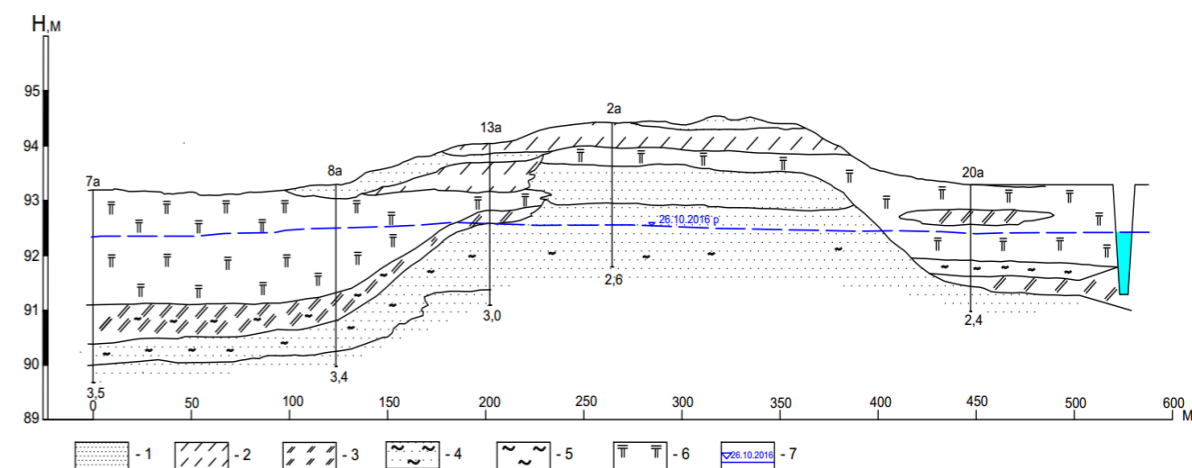


Рис. 2. Характерний гідрогеологічний розріз (відмітки відносні):
1 – пісок; 2 – супісок середній; 3 – супісок важкий; 4 – пісок замулений; 5 – мул, замуленість;
6 – торф; 7 – рівень ґрунтових вод (цифри – дата заміру)

(малопотужних – до 1,0 м), середньоглибоких (1,0-2,0 м) і глибоких (понад 2,0-4,0 м) [11; 12]. Суцільним покриттям з поверхні середньоглибоких і глибоких торфів характеризуються знижені заболочені частини ділянки.

За глибиною залягання ґрунтових вод, виходячи з граничних (критичних) її значень або норм осушення, які мають забезпечуватись на територіях населених пунктів, ділянка може бути віднесена до підтоплених, за виключенням площ зі штучно піднятими відмітками території (підсипані та намиті), які є потенційно підтоплюваними. Польовими дослідженнями зафіксовано залягання ґрунтових вод на глибинах 0,7-3,0 м від поверхні землі в осінній період (зазвичай найнижчих рівнів), а під час зимового обстеження (2018 р.) ґрунтові води залягали переважно на глибинах до 1,0 м або знаходилися на поверхні землі.

Спостереженнями підтверджено тісний зв'язок режиму РГВ з ходом кліматичних елементів і водного режиму водойм, відповідно, досить швидке зменшення глибин їх залягання та зростання рівня води у ставку після випадіння значної кількості опадів за місяць (близько 100 мм у жовтні 2016 р.).

Живлення ґрунтових вод майже по всій площі їх поширення за рахунок інфільтрації атмосферних опадів за низької стічності та дренажності території, зокрема, і через недостатньо ефективну роботу дренажної (осушувальної) системи, сповільнений відтік, сприятиме зростанню РГВ у періоди з підвищеною кількістю дощів, під час танення снігу, аж до виходу їх на поверхню в межах знижених ділянок, тобто амплітуда коливання РГВ може складати 1,0-1,5 м.

Спричинені забудовою зміни умов дренажування території, перекриття природних стоків поверхневих вод, руйнування осушувальних каналів-дрен сприятимуть поширенню та активізації процесів техногенного підтоплення на слабодренажних ділянках. Належність оцінюваної ділянки як до постійно або періодично підтоплюваних, так і до потенційно підтоплюваних територій ускладнює виконання підготовчих і будівельних робіт, прокладання інженерних комунікацій, погіршує умови проживання та життєдіяльності населення. Близьке залягання рівня ґрунтових вод практично унеможливує улаштування цокольних приміщень, підвалів, підземних гаражів тощо, значно ускладнює та підвищує їхню вартість.

Меліоративна осушувальна система, на якій знаходиться ділянка перспективної забудови, перебуває у крайній незадовільній стані, насамперед, через відсутність дренажної насосної станції, яка призначена забезпечити водовідведення по магістральному каналу 2–ГД у водоприймач. У зв'язку з цим на сучасному етапі меліоративна осушувальна система функціонує в позапроектному режимі. За даними Обухівського міжрайонного управління водного господарства в сучасних умовах, за відсутності ДНС, канал 2–ГД з'єднується з каналом К-12 і МК-1 меліоративної осушувальної системи «Стугна» (рис. 1).

Осушувальні канали меліоративної системи різних порядків (магістральний, бічні) знаходяться у стані підпору води практично на всій їхній протяжності, у тому числі через перекриття їх насипами, що зумовило неможливість виконання дренажними каналами їхніх основних функцій із відведення

поверхневих і ґрунтових вод з ділянки, яка потребує осушення. За результатами досліджень встановлено, що осушувальні канали та ставки практично не впливають на положення РГВ. У приканальних зонах та в зоні впливу водойми ґрунтові води формують пологі, практично горизонтальні криві депресії без зон різкої деформації рівня. При цьому характер ліній РГВ зберігається після інтенсивних опадів. Водночас перекриття каналу 2-7 Д призвело до підйому води в ньому на 30 см. Наявність підпору води в каналі свідчить про напрям ґрунтового потоку в бік магістрального каналу 2-ГД та р. Дніпро, а також необхідність забезпечення проточності каналу 2-7Д і водойми шляхом їх з'єднання за допомогою закритого дренажного колектора.

Польовий дренаж, цільовим призначенням якого було забезпечення норми осушення до 1,0 м для сільськогосподарського використання земель, не може бути функціонально надійним засобом захисту від підтоплення за умови забудови підтоплених територій, адже значення критичної глибини залягання РГВ (критерії підтоплення населених пунктів) у цьому разі перевищують характерні їх величини для сільськогосподарських угідь. Тому наявна система штучного дренажу природно підтопленої території потребує відновлення її ефективного функціонування в трансформованих умовах використання земель для забезпечення, насамперед, захисту території населеного пункту з наявністю різних функціональних зон за призначенням (різнопверхова забудова, вулиці, дороги, сквери, спортивні майданчики тощо) від підтоплення і запобігання затоплення.

Слід також зазначити, що забезпечити безпечно залягання РГВ лише дренажем за існуючих відміток поверхні на знижених площах досить проблематично, що викликає необхідність вертикального планування та підсилення території, як одних з важливих заходів її інженерної підготовки [13; 14]. Водночас ефективний захист від підтоплення та затоплення освоєних під забудову локальних ділянок практично неможливий без попереднього розроблення та реалізації загальної схеми планування території всієї

давньої заплави Дніпра, з відображенням цілісної системи водовідведення до р. Стугна, схем інженерної підготовки та захисту території від надзвичайних ситуацій, пов'язаних із впливом поверхневих і підземних вод, у відповідності з ДБН Б.1.1-21:2017 [15].

При встановленні обмежень на забудову осушуваних земель та її регулюванні слід базуватися на положеннях Земельного і Водного кодексів України, Закону України «Про меліорацію земель» щодо особливо цінних земель, водоохоронних зон, прибережних захисних смуг, смуг відведення, права власності на інженерну інфраструктуру меліоративних систем тощо.

Висновки. За складністю ґрунтово-меліоративних та інженерно-геологічних умов і ступенем сприятливості до інженерно-будівельного освоєння ділянка осушуваної слабостічної заплави р. Дніпро може бути диференційована на малосприятливі та несприятливі для будівництва території (переважно заболочені зниження) за наявністю торфів і заторфованих ґрунтів, проявами підтоплення та ризиком затоплення.

Меліоративна осушувальна система «Шапарня», на якій знаходиться ділянка перспективної забудови, перебуває у вкрай незадовільному стані та функціонує в позапроектному режимі. Параметри наявної меліоративної мережі (незначна глибина закладання дренажних каналів, велика відстань між ними), а також її незадовільний технічний стан унеможливають забезпечення існуючою осушувальною системою нормативних глибин залягання ґрунтових вод для забудованих територій, зокрема житловими багатоквартирними будинками, що потребує її реконструкції.

Будівельне освоєння ділянки, яке обумовить привантаження території будинками та спорудами, неминує порушити її гідрологічний режим і може призвести до підвищення рівня ґрунтових вод та активізації процесу підтоплення. Заболочування та підтоплення території значно ускладнюють можливість її освоєння під житлову забудову без проведення відповідних заходів з інженерної підготовки території, зокрема вертикального планування, підвищення та штучного дренажування.

Бібліографія

1. Водні ризики трансформації меліорованих земель Київської області та шляхи їх мінімізації / Шевченко А. та ін. // Водне господарство України. 2016. № 2. С. 10-16.
2. Хаггет П. Географія: синтез сучасних знань / пер. с англ. Л.Н. Кудряшевой / ред. В.М. Гохмана, Г.М. Ігнат'єва, А.Р. Серебряного. Москва: Прогресс, 1979. 685 с.
3. Леггет Р. Города и геология / пер. с англ. В.З. Махлина / ред. Д.А. Минеева. Москва: Мир, 1976. 559 с.

4. Сучасні трансформації гідромеліоративних систем та їх наслідки / Савчук Д.П. та ін. // Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України: Міжн. наук.-практ. конф.: тези доп. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. Т. 1. С. 397-399.

5. Дослідження та організація захисту від підтоплення забудованих меліорованих систем / Савчук Д.П. та ін. // Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очищення природних і стічних вод: Міжн. наук.-практ. конф.: тези доп. Київ: Т-во «Знання» України, 2009. Т. 2. С. 33-38.

6. Захист територій забудованих меліоративних систем від затоплення і підтоплення / Савчук Д.П. та ін. // Вісник НУБіП. Вип. 4 (60). 2012. Серія «Технічні науки». С. 33-38.

7. Шевченко А.М., Забуга А.О. Трансформація осушуваних земель заплави р. Ірпінь: ризики, наслідки, запобіжні протидеградаційні заходи // Актуальність впровадження системних заходів з попередження та захисту ґрунтів від деградації: Всеукр. наук.-практ. конф.: тези доп. Київ. 2018. С. 115-118.

8. Mazilianskas A., Adamonyte I. Витратно-прибуткова модель для проекту відновлення дренажу // Прогресивні методи управління ресурсами для сільськогосподарського виробництва та розвитку сільських територій: 23-я Європейська регіональна конференція: тези доп. Львів, 2009. С. 35.

9. Парнікоза І.Ю. Київські острови та прибережні урочища на Дніпрі – погляд крізь віки. Київ, 2013. URL: <https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/Islands.html> (дата звернення: 24.04.2019 р.).

10. ДСТУ Б.В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95) Основи та підвалини споруд. Ґрунти. Класифікація. Державний комітет у справах містобудування і архітектури. Київ. 1997. 51 с. (Національний стандарт України).

11. Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і торфовища України. Харків: Міськдрук, 2010. 278 с.

12. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до торфових родовищ. Затверджена наказом ДКЗ України 25.10.2004 р. № 224. Зареєстровано в Мінності України 08.11.2004 р. за №1418/10017. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0109-00.html>.

13. Білеуш А.І., Дудник С.П., Заблоцький Г.А. Інженерний захист та освоєння територій: Довідник. За ред. В.С. Ніщука. Київ: «Основа», 2000. 344 с.

14. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2018. 185 с. (Стандарт Мінрегіон України).

15. ДБН Б.1.1-21:2017 Склад і зміст схеми планування території, на якій реалізуються повноваження сільських, селищних, міських рад. Київ: Мінрегіон України. 2018. 24с. (Стандарт Мінрегіон України).

References

1. Shevchenko, A., Savchuk, D., Morozova, V., Zabuga, A. & Malyuga, V. (2016). Vodni ryzyky transformatsii meliorovanykh zemel Kyivskoi oblasti ta shliakhy yikh minimizatsii [Water risks of transformation of the reclaimed lands of the Kiev region and ways of their minimization]. *Vodne gospodarstvo Ukrainy*, 2, 10-16. [in Ukrainian].
2. Khahhet, P. (1979). Neohrafyia: syntezy sovremennykh znaniy [Geography: the synthesis of modern knowledge]. V.M. Hokhmana, H.M. Yhnateva, A.R. Serebriannoho, (Ed.), L.N. Kudriashevoi Trans. Moskva: Prohress. [in Russian].
3. Lehet, R. (1976). Horoda y heolohyia [Cities and geology]. D.A. Myneeva (Ed.). V.Z. Makhlyna Trans. Moskva: Myr. [in Russian].
4. Savchuk, D.P., Shevchenko, A.N., Maliuha, V.V. & Bielikov, O.N. (2011). Suchasni transformatsii hidromeliorativnykh system ta yikh naslidky [Modern transformations of hydro-irrigation systems and their consequences]. *Pryrodno-resursnyi potentsial zbalansovanoho rozvytku Ukrainy: Mizhnarodna nauk.-praktych. konf. Kyiv: Tsentralna ekologichna osvity ta informatsii*, 1, 397-399. [in Ukrainian].
5. Savchuk, D.P., Shevchenko, A.N., Milyuga, V.V., Babitskaya, O.A. & Koktikovich, I.V. (2009). Doslidzhennia ta orhanizatsiia zakhystu vid pidtoplennia zabudovanykh meliorovanykh system [Research and organization of protection against flooding of built-up reclaimed systems]. *Suchasni problemy okhorony dovkillia ratsionalnogo vykorystannia vodnykh resursiv ta ochyshchennia pryrodnykh i stichnykh vod. Kyiv: Znannia Ukrainy*, 2, 33-38. [in Ukrainian].
6. Savchuk, D.P., Shevchenko, A.N., Babitskaya, O.A., Bielikov, O.N. & Milyuga, V.V. (2012). Zakhyst terytorii zabudovanykh meliorativnykh system vid zatoplennia i pidtoplennia [Protection of territories of built-up reclamation systems from flooding and flooding]. *Visnyk NUBiP*, 4 (60), 33-38. [in Ukrainian].

7. Shevchenko, A.M. & Zabuha, A.O. (2018). Transformatsiia osushuvanykh zemel zaplavy r. Irpin: ryzyky, naslidky, zapobizhni protydehradatsiini zakhody [Transformation of drained lands of the flood plain of Irpin river: risks, consequences, preventive antidegradation measures]. Aktualnist vprovadzhennia systemnykh zakhodiv z poperedzhennia ta zakhystu hruntiv vid dehradatsii: Vseukrainska nauk.-praktych. konf. Kyiv, 115-118. [in Ukrainian].
8. Mazilianskas, A. & Adamonyte, I. (2009) Vytratno-prybutkova model dlia proektu vidnovlennia drenazhu [Cost-profitable model for drainage project]. Prohresyvni metody upravlinnia resursamy dlia silskohospodarskoho vyrobnytstva ta rozvytku silskykh terytorii: 23 European European regional. konf. Lviv, 35. [in Ukrainian].
9. Parnikoz, I.Yu. (2013). Kyivski ostrovy ta pryberezhni urochyscha na Dnipro – pohliad kriz viky [Kyiv islands and coastal tracts on the Dnieper – a look through the ages]. Kyiv. Retrieved from <https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/Islands.html>. [in Ukrainian].
10. Osnovy ta pidvalyny sporud. Grunty. Klyasyfikatsiia [Fundamentals and foundations of buildings. Soils Classification]. (1997). DSTU B.V.2.1-2-96 (HOST 25100-95) Derzhavnyi komitet u spravakh mistobuduvannia i arkhitektury. Kyiv. [in Ukrainian].
11. Truskavetskyi, R.S. (2010.) Torfovi hruntii i torfovyshcha Ukrainy [Peat soils and peatlands of Ukraine.]. Kharkiv: Miskdruk, 278. [in Ukrainian].
12. Instruktisiia iz zastosuvannia Klyasyfikatsii zapasiv i resursiv korysnykh kopalyn derzhavnoho fondu nadr do torfovykh rodovysch [Instruction on Application of the Classification of Reserves and Resources of Mineral Resources of the State Fund for Mining to Peat deposits]. (2004) Kyiv. Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0109-00.html>. [in Ukrainian].
13. Bileush, A.I., Dudnik, S.P., Zablotsky, G.A. (2000). Inzhenernyi zakhyst ta osvoienntia terytorii: Dovidnyk [Engineering protection and development of territories: Directory]. V.S. Nishchuka (Ed.). Kyiv: «Osnova», 334. [in Ukrainian].
14. Planuvannia i zabudova terytorii [Planning and building of territories]. (2018). DBN B.2.2-12:2018. Kyiv: Minrehion Ukrainy. [in Ukrainian].
15. Sklad i zmist skhemy planuvannia terytorii, na yakii realizuiutsia povnovazhennia silskykh, selyshchntkh, miskykh rad [The composition and content of the scheme of planning the territory, which implements the powers of villages, settlements, city councils]. (2018). DBN B.1.1-21:2017 Kyiv: Minrehion Ukrainy. [in Ukrainian].

**М.И. Ромашенко, М.В. Яцюк, А.Н. Шевченко, С.А. Шевчук, Д.П. Савчук,
О.Н. Козицкий, Р.П. Боженко, С.Н. Лютницкий, Д.П. Землянская, А.А. Забуга**
**Проблемы и водно-экологические риски застройки осушаемых земель
древней поймы р. Днепр**

Аннотация. Трансформация осушаемых пойменных земель сельскохозяйственного назначения в застроенные связана со значительными водными рисками: затопление, подтопление, вторичное заболачивание, загрязнение поверхностных и подземных вод и т.п. на участках застройки и прилегающих территориях. По результатам исследования почвенно-мелиоративных условий в пределах осушаемой древней поймы р. Днепр оценена возможность и водно-экологические последствия использования ее под запланированную застройку на территории перспективного развития с. Подгорцы Обуховского района Киевской области. Установлено, что участок осушаемой слабосточной поймы р. Днепр может быть дифференцирован на малоблагоприятные и неблагоприятные для строительства территории, а основными, осложняющими застройку факторами, являются распространение торфяных и оторфованных отложений, подтопление территории и риск ее затопления при выпадении аномально больших осадков. Определено, что осушительная система «Шапарня», в пределах которой размещен участок перспективной застройки, находится в неудовлетворительном состоянии и функционирует во внепроектном режиме из-за отсутствия дренажной насосной станции и частичного перекрытия осушительных каналов, а повышение защищенности территории жилищного освоения от затопления и подтопления должно предусматривать реконструкцию осушительной системы, искусственное повышение планировочных отметок поверхности и обеспечение безопасного функционирования существующего на участке водоема. Отмечено, что эффективная защита от подтопления и затопления осушаемых под строительство локальных участков практически невозможна без предварительной разработки и реализации общей схемы планирования территории всей древней поймы Днепра с отображением целостной системы водоотведения в р. Стугна, схем инженерной подготовки и защиты территории от чрезвычайных ситуаций, связанных с воздействием поверхностных и подземных вод.

Ключевые слова: водно-экологические риски, грунтовые воды, пойма, осушительная система, подтопление, уровень грунтовых вод, торф.

**M.I. Romaschenko, M.V. Yatsyuk, A.M. Shevchenko, S.A. Shevchuk, D.P. Savchuk,
O.M. Kozytsky, R.P. Bozhenko, S.M. Lyutnitsky, D.P. Zemlyanska, A.O. Zabuga**
**Problems and water-ecological risks of site development on the drained lands
of an old floodplain of the Dnieper River**

Abstract. The transformation of drained floodplains of the agricultural purpose when site developing is connected with significant water risks: flooding, secondary waterlogging, pollution of surface and groundwater in the development and adjacent areas. Based on the results of the study of soil and ameliorative conditions within the drained old floodplain of the Dnieper River, the possibility and the water-ecological consequences of its use for planned development in the territory of Pidhirtsi village of Obukhiv district, Kyiv region were evaluated. It was established that the area of drained floodplane of the Dnieper River can be differentiated into weakly favorable and unfavorable for the construction of the territory, and the main complicating factors of that are the spread of peat deposits, underflooding of the territory and the risk of its flooding in case of for abnormally heavy precipitation.

It was found out that the “Shaparnya” drainage system, within which the site of promising development is located, is in unsatisfactory condition and operates with the disturbance due to the lack of a drainage pumping station and a partial overlap of drainage canals. The protection of the site development area against flooding should include the reconstruction of the drainage system, artificial increase of planning ground levels and ensuring the safe functioning of the existing at the site water body. It is worth noting that effective protection of local land under construction against flooding is practically impossible without the prior development and implementation of the general scheme of planning the territory of the entire old floodplain of the Dnieper River with the development of an integral sewage system into the Stugna River, schemes of land development and protection of the territory in emergency situations related with the harmful effect of surface and groundwater.

Key words: water and ecological risks, groundwater, floodplain, drainage system, flooding, groundwater level, peat.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-165>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/165>

УДК 631.675:631.671:631.674.6:634.11

РЕЖИМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТОДІВ ПРИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ПОЛИВУ

А.П. Шатковський¹, докт. с.-г. наук, Ф.А.Мінза²

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-4366-0397>; e-mail: andriy-1804@ukr.net

² Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Енограй», с. Софіївка, Білозерський район, Херсонська область, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-4341-9157>; e-mail: minza2014@gmail.com

Анотація. Офіційна статистика свідчить про переважну нестачу зрошувальних систем у садівництві України. Краплинне зрошення забезпечує в садівництві збільшення врожайності плодів в 4-5 і більше разів. Його використання при закладці багаторічних насаджень дозволяє створювати інтенсивні сади з урожайністю 50 і більше тонн з гектара. Отримання максимального ефекту від зрошення в значній мірі залежить від правильності часу початку поливу. Метою досліджень є визначення методу встановлення термінів поливу для реалізації оптимального режиму краплинного зрошення і водоспоживання яблуні сорту Ренет Симиренко на підщепі М-9 в умовах Степу України. Обґрунтовано необхідність та еколого-економічну ефективність використання автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2 в умовах краплинного зрошення. Встановлено параметри режимів краплинного зрошення яблуні на підщепі М-9 в умовах Степу України залежно від методів призначення строків поливу. Зокрема, у розрізі років досліджень кількість вегетаційних поливів становила від 7,3 до 8,0, норма зрошення 650-693 м³/га, величина сумарного водоспоживання – 3,25-3,30 тис. м³/га, а коефіцієнт водоспоживання – 83,4-122,2 м³/т. Розрахунками інтегрального показника ефективності використання вологи деревами яблуні – коефіцієнта водоспоживання – доведено, що найефективнішим варіантом дослідів є призначення строків вегетаційних поливів за допомогою автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2. За використання цього інструментарію для діагностики поливів було одержано мінімальні питомі витрати поливної води на формування 1 тонни плодів яблук – 83,4 м³/га. Отже, рекомендовано в практиці зрошуваного садівництва використовувати варіант визначення строків поливу за допомогою інтернет-станції iMetos ECO D2, як найменш трудомісткий, найбільш ефективний з екологічної та економічної точок зору.

Ключові слова: сумарне водоспоживання, норма зрошення, краплинне зрошення, автоматична інтернет-станція вологості ґрунту, яблуня.

Постановка проблеми. Більша частина території України розташована в зонах недостатнього і нестійкого зволоження [1]. Перш за все, це південна частина країни – зона Степу. Невелика кількість опадів при значному надходженні теплових ресурсів призводить до того, що ведення землеробства в зоні Степу знаходиться на межі постійного ризику. Цим обумовлено те, що врожайність культур коливається в широких межах [2]. У таких умовах ведення успішної сільськогосподарської діяльності є можливим тільки за рахунок зрошення. Воно зменшує негативний вплив ґрунтової і повітряної посухи на продукційні процеси культур, оптимізує умови їх вирощування.

Отримання максимального ефекту від зрошення значною мірою залежить від правильності вибору часу початку поливу [3]. Проектний режим зрошення лише наближено визначає строки проведення вегетаційних поливів. Безпосередньо час чергового поливу встановлюють у процесі росту та розвитку

рослин, враховуючи фізіологічний стан самих рослин, вміст вологи у кореневому шарі ґрунту, напруженість метеорологічних умов тощо [4].

На сьогодні багато агрогосподарств в Україні поливають ґрунтуючись на фенологічних періодах розвитку дерев. Але такий режим зрошення в переважній більшості не забезпечує культурі оптимальних умов розвитку. Окрім того, такий режим зволоження є енергозатратним, погіршує екологічний стан земель та призводить до зростання економічних затрат.

Актуальність дослідження. Розвиток плодівництва в ринкових умовах вимагає впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування, які, одночасно, передбачають використання зрошення як основи отримання максимальної продуктивності. Відомо, що краплинне зрошення забезпечує збільшення врожайності плодів в 4-5 і більше разів [5]. Його використання при закладанні багаторічних насаджень дає можливість створювати інтенсивні яблуневі сади з урожайністю понад 50 т/га за високої споживчої якості продукції.

© Шатковський, Ф.А.Мінза, 2019

Офіційна статистика вказує на переважну відсутність систем зрошення у садівництві України. Зрошувані землі України під плодючими та горіхоплідними насадженнями у плодоносному віці становлять лише 16,2 тис. га або 13,3% від їх загальної площі [6]. У результаті цього агрогосподарства недовиробляють мільйони тонн плодів, втрачають у грошовому виразі десятки мільярдів гривень щорічно.

Мета дослідження – обґрунтування методу призначення строків поливу для формування оптимального режиму краплинного зрошення та водоспоживання яблуні на підщепі М-9.

Матеріали і методи дослідження. У 2015-2017 рр. у Білозерському районі Херсонської області в СТОВ «Енограй» проведено польові дослідження на ділянці з багаторічними насадженнями яблуні сорту Ренет Симиренко на підщепі М-9. Для досліджень було змонтовано 5 модулів системи краплинного зрошення відповідно до методів призначення строків поливу:

- автоматична станція вологості iMetos ECO D2 (датчики Echo Probe) [7; 8];
- тензіометричні датчики [9; 10];
- розрахунковий метод «Penman-Monteith» (метеостанція iMetos 1, комп'ютерна програма CROPWAT 8.0) [11, 12];
- візуальний метод – за зовнішніми ознаками рослин;

– без зрошення (умовний контроль).

Перед початком досліджень було визначено: стартові вологозапаси, найменшу вологомісткість (НВ) та щільність складення ґрунту [13].

Роки досліджень різнилися за кількістю продуктивних опадів протягом вегетаційного періоду яблуні: 193 мм (2015 р.), 306 мм (2016 р.) та 267 мм (2017 р.) за їх середньобаторічної норми 262 мм.

Результати дослідження та їх обговорення. Побудовано графіки щоденних значень вологості ґрунту протягом вегетаційного періоду за 2015-2017 рр. у варіанті з автоматичною станцією вологості ґрунту iMetos ECO D2 та без зрошення (рисунк 1).

У таблиці 1 наведено фактичні режими краплинного зрошення залежно від методів призначення строків поливів.

Норма зрошення була максимальною у 2017 р. у розрізі всіх варіантів, крім «Penman-Monteith». Мінімальна норма зрошення – 490 м³/га та кількість поливів – 5 була у 2016 р. у варіанті з автоматичною інтернет-станцією вологості ґрунту. Коливання між максимальним та мінімальним значенням склали 410 м³/га (83,7%).

Відхилення від середнього значення за період досліджень становило: мінімальне у варіанті з автоматичною інтернет-станцією вологості ґрунту (iMetos ECO D2) – 24,2 м³/га

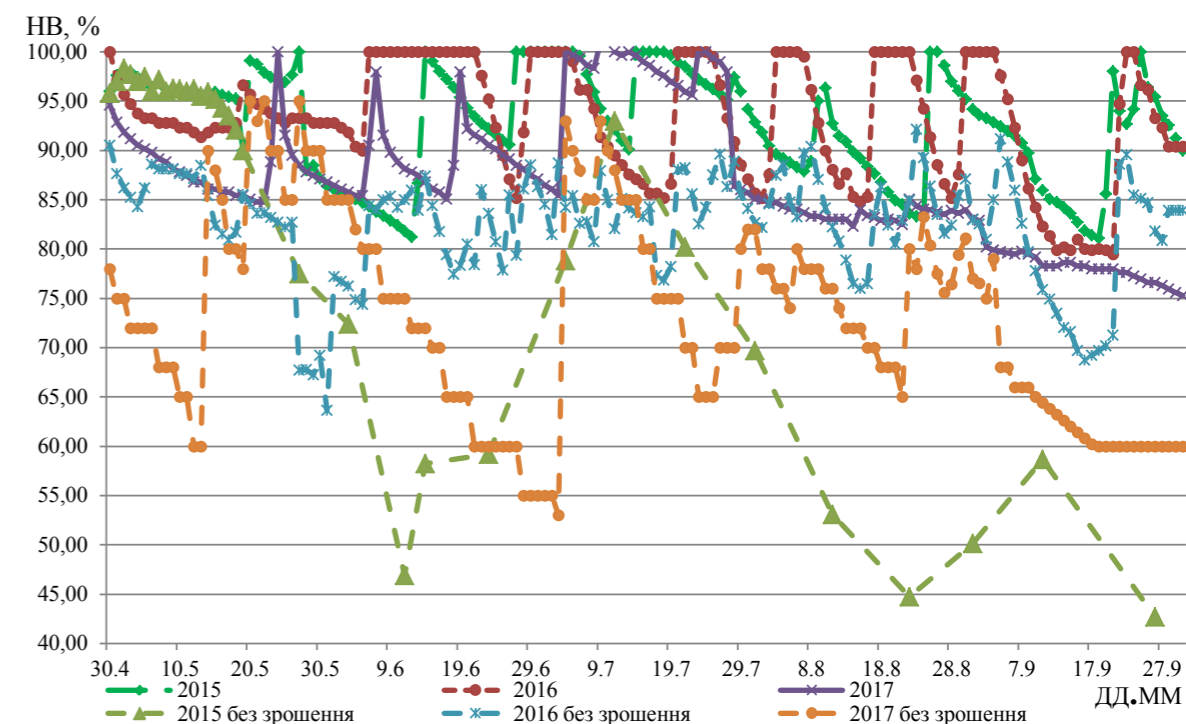


Рис. 1. Динаміка вологості ґрунту у варіанті з автоматичною станцією вологості ґрунту iMetos ECO D2) та без зрошення

1. Кількість вегетаційних поливів та норма зрошення залежно від методів призначення строків поливів

Варіанти польових дослідів	Рік	Кількість поливів	Норма зрошення м ³ /га	Відхилення від середнього значення кількості поливів		Відхилення від середнього значення норми зрошення	
				од.	%	м ³ /га	%
Автоматична інтернет-станція вологості ґрунту	2015	7	730	-0,7	91,30	50,8	107,48
	2016	5	490	-2,7	65,22	-189,2	72,15
	2017	10	730	2,3	130,43	50,8	107,48
Тензіометричний метод	2015	7	710	-0,7	91,30	30,8	104,54
	2016	7	630	-0,7	91,30	-49,2	92,76
	2017	9	770	1,3	117,39	90,8	113,37
Розрахунковий метод «Penman-Monteith»	2015	6	620	-1,7	78,26	-59,2	91,29
	2016	10	700	2,3	130,43	20,8	103,07
	2017	7	690	-0,7	91,30	10,8	101,60
Візуальний метод	2015	6	620	-1,7	78,26	-59,2	91,29
	2016	8	560	0,3	104,35	-119,2	82,45
	2017	10	900	2,3	130,43	220,8	132,52
Середнє значення		7,7	679,2	-	-	-	-

або 95,7%, максимальне за тензіометричним методом – 29,2 м³/га або 103,6%.

Найменші усереднені показники норми зрошення та кількості поливів за період досліджень отримано у варіанті з призначенням поливів за допомогою автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos.

Розраховано сумарне водоспоживання за роки досліджень (таблиця 2, рисунок 2),

мінімальне та максимальне значення якого зафіксовано у варіанті з призначенням поливів за допомогою розрахункового методу «Penman-Monteith» – 2598,2 м³/га у 2015 р. та 3809,2 м³/га у 2016 р. відповідно. За цього перевищення параметра порівняно з варіантом без зрошення складає 25,2% та 18,7% відповідно.

Середнє значення сумарного водоспоживання за 2015-2017 рр. становить 3280,2 м³/га,

2. Розрахунок сумарного водоспоживання яблуні за краплинного зрошення залежно від методів призначення строків поливів

Варіанти польових дослідів	Рік	Опади		Запаси ґрунтової вологи		Норма зрошення		Сумарне водоспоживання м ³ /га	Відхилення від середнього значення	
		м ³ /га	%*	м ³ /га	%*	м ³ /га	%*		м ³ /га	%
Інтернет-станція вологості ґрунту (iMetos ECO D2)	2015	1930	71,2	50,0	1,8	730	26,9	2710	-570,2	82,6
	2016	3060	85,0	51,0	1,4	490	13,6	3601,0	320,8	109,8
	2017	2670	77,5	44,0	1,3	730	21,2	3444	163,8	105,0
Тензіометричний метод	2015	1930	71,7	50,7	1,9	710	26,4	2690,7	-589,5	82,0
	2016	3060	81,8	51,7	1,4	630	16,8	3741,7	461,6	114,1
	2017	2670	76,7	42,9	1,2	770	22,1	3482,9	202,7	106,2
Розрахунковий метод «Penman-Monteith»	2015	1930	74,3	48,2	1,9	620	23,9	2598,2	-682,0	79,2
	2016	3060	80,3	49,2	1,3	700	18,4	3809,2	529,0	116,1
	2017	2670	78,5	42,7	1,3	690	20,3	3402,7	122,5	103,7
Візуальний метод	2015	1930	74,3	49,2	1,9	620	23,9	2599,2	-681,0	79,2
	2016	3060	83,4	50,2	1,4	560	15,3	3670,2	390,0	111,9
	2017	2670	73,9	42,2	1,2	900	24,9	3612,2	332,0	110,1
Контроль (без зрошення)	2015	1930	93,0	145,4	7,0	-	-	2075,4	-	-
	2016	3060	95,4	148,3	4,6	-	-	3208,3	-	-
	2017	2670	96,1	107,3	3,9	-	-	2777,3	-	-
Середнє значення**		2553,3	77,4	47,7	1,5	679,2	21,1	3280,2	-	-

Примітки: %* – відсоток від показника сумарного водоспоживання;
Середнє значення** – без урахування контрольного варіанта.

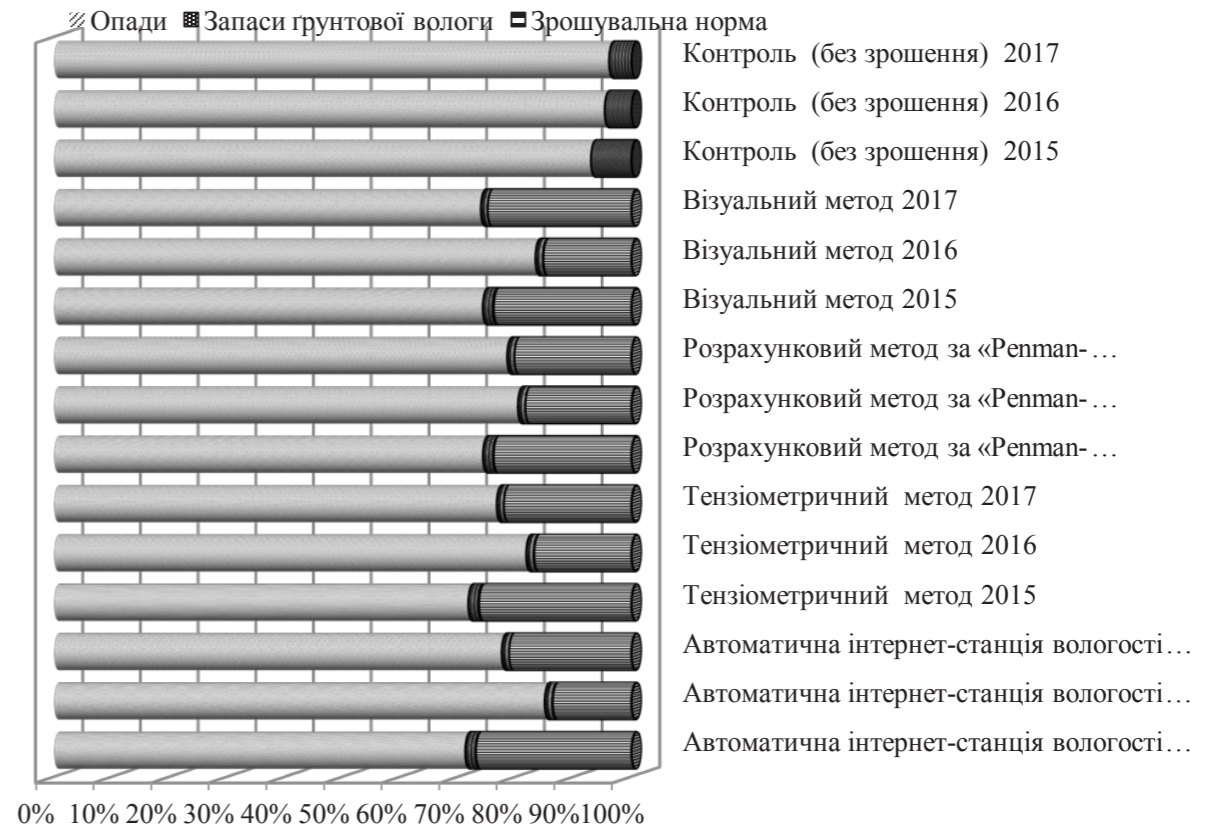


Рис. 2. Структура сумарного водоспоживання яблуні залежно від методу призначення поливу

що перевищує на 593,2 м³/га або на 22,1% середнє значення сумарного водоспоживання без зрошення.

У вологозабезпеченості дерев яблуні основною складовою за всіма методами призначення поливів є атмосферні опади – 77,4%, діапазон коливань від 71,2% до 85,0%. Мінімальне та максимальне значення цього показника зафіксовано у варіанті з автоматичною інтернет-станцією вологості ґрунту у 2015 та 2016 рр. відповідно, коливання склали 19,3%. Середнє значення вказаного показника у розрізі років ставить у 2015 р. – 72,9%, у 2016 р. – 82,6%, у 2017 р. – 76,6%, коливання – 13,4%.

Поливна вода у формуванні показника сумарного водоспоживання у розрізі років досліджень становила від 26,9% до 13,6%, а відсоток коливань між максимальним та мінімальним значенням склав 98,0%.

Питома вага запасів ґрунтової вологи на всіх варіантах дослідів незначна і склала 1,5%, діапазон коливань 62,1%.

Визначено коефіцієнт водоспоживання (КВ) залежно від методів призначення строків поливу та його середнє значення (таблиця 3, рисунок 3).

У варіанті з використанням станції iMetos отримано найнижчий за період досліджень

КВ – 83,4 м³/т, за візуальним методом КВ дорівнював 122,2 м³/т. Отже, між максимальним та мінімальним значенням цього параметра коливання склали 46,5% або 38,8 м³/т.

За період досліджень найменше значення КВ зафіксовано у 2015 р. на варіанті з методом призначення поливів з використанням станції iMetos – 44,9 м³/т, що менше на 112,8 м³/т (251,2%), ніж максимальне його значення у 2016 р. на варіанті з візуальним методом призначення поливів.

Дані діаграми на рисунку 3 підтверджують, що у розрізі років досліджень у варіанті з використанням iMetos формувався мінімальний показник КВ.

Висновки. Встановлено параметри режимів краплинного зрошення яблуні на підщепі М-9 в умовах Степу України залежно від методів призначення строків поливу. Зокрема, у розрізі років досліджень кількість вегетаційних поливів становила від 7,3 до 8,0, норма зрошення 650-693 м³/га, величина сумарного водоспоживання – 3,25-3,30 тис. м³/га, а коефіцієнт водоспоживання – 83,4-122,2 м³/т.

Розрахунками інтегрального показника ефективності використання води деревами яблуні – коефіцієнта водоспоживання,

3. Коефіцієнт водоспоживання залежно від методів призначення строків поливу яблуні на М-9

Варіанти польових дослідів	КВ			Середнє значення за варіантами	Відхилення КВ від середнього		Відхилення КВ порівняно з контролем	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.		м ³ /т	%	м ³ /т	%
	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т		м ³ /т	%	м ³ /т	%
Інтернет-станція вологості ґрунту	44,9	110,8	94,6	83,4	-19,3	81,2	-772,7	9,7
Тензіометричний метод	45,8	131,3	106,2	94,4	-8,3	91,9	-761,7	11,0
Розрахунковий метод «Penman-Monteith»	56,5	153,9	121,5	110,6	7,9	107,7	-745,5	12,9
Візуальний метод	64,5	157,7	144,5	122,2	19,5	119,0	-733,9	14,3
Контроль (без зрошення)	82,3	2138,9	347,2	856,1	753,4	833,6	–	–
Середнє значення зрошуваних варіантів	52,9	138,4	116,7	102,7	0	100,0	-753,4	12,0
Середнє значення	58,8	538,5	162,8	253,4	150,7	246,7	-602,7	29,6

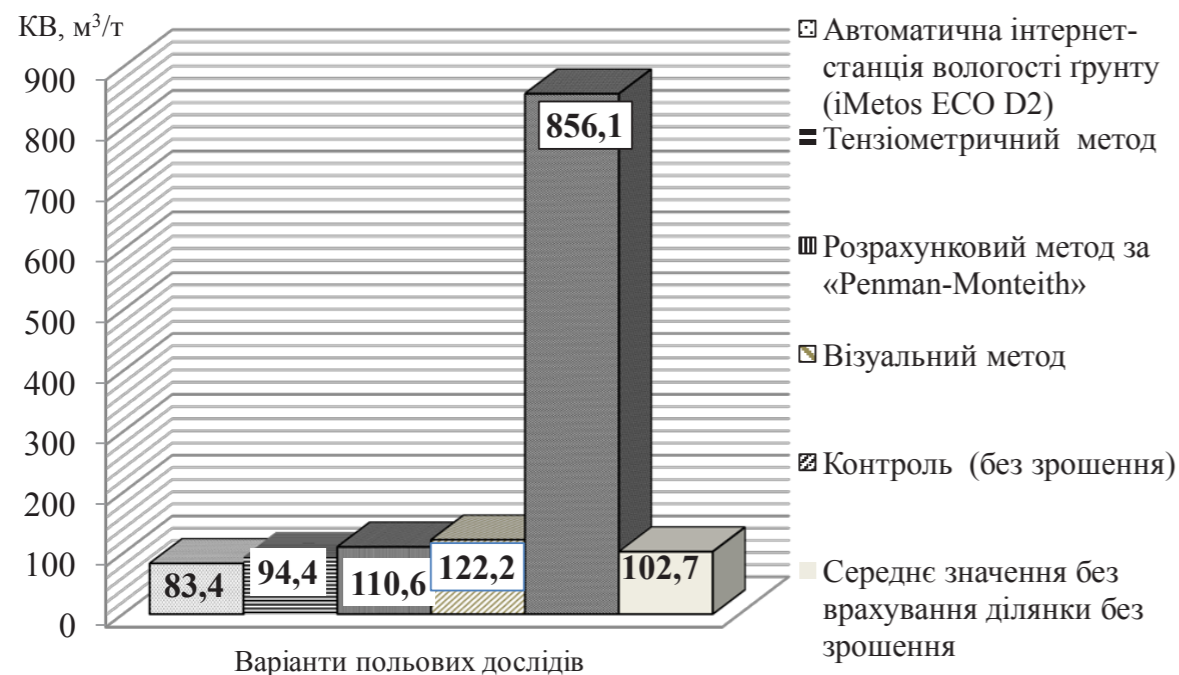


Рис. 3. Параметри КВ залежно від методів призначення строків поливу яблуні за краплинного зрошення

доведено, що найефективнішим варіантом дослідів є призначення строків вегетаційних поливів за допомогою автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2.

За використання цього інструментарію для діагностики поливів було одержано мінімальні питомі витрати поливної води на формування 1 тонни плодів яблук – 83,4 м³/га.

Бібліографія

1. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / за ред. М.І. Ромашенка. – Київ-Дніпропетровськ: ТОВ ПКФ Оксамит-Текс, 2007. 175 с.
2. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство: підручник. Київ: Урожай, 1994. 326 с.
3. Шатковський А.П., Чабанов А.С. Методи призначення строків вегетаційних поливів // Водне господарство України. 2012. № 4. С. 18-24.
4. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D.S., Smith M.L. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements // FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1998.

5. Аналітичні огляди Асоціації Укрсадпром. URL: <http://ukrsadprom.org/> (дата звернення: 20.04.2018).
6. Експрес-випуски Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 21.04.2018).
7. Полегенько А.А. Метеостанція iMetos® – унікальний інструмент в руках агронома // Овощеводство. 2008. № 2. С. 60-61.
8. iMetos-ECO-D2. A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management. Retrieved from: <http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2>.
9. Быков В.Г., Быкова Т.Ю. К вопросу исследования процесса увлажнения почв при капельном орошении яблоневого сада с помощью тензиометров // Новое в технике и технологии полива. Москва: Сборник научных трудов ВНИИГИМ, 1978. Вып. II. С. 77-88.
10. Тензиометры как почвенные влагомеры и индикаторы полива растений. Методические рекомендации / под ред. Н.А. Муромцева. Москва: ВАСХНИЛ, Почв.ин-т им. В.В. Докучаева, 1981. 32 с.
11. David M. Sumnera, Jennifer M. Jacobsb. Utility of Penman–Monteith, Priestley–Taylor, reference evapotranspiration, and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration // Journal of Hydrology, 2005. № 308. P. 81-104.
12. Шатковський А.П., Журавльов О.В. Діагностика поливів буряка цукрового за методом «Penman – Monteith» в умовах краплинного зрошення Степу України // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпро: Свідлер А.Л., 2017. Вип. 1 (43). С. 63-69.
13. Ромашенко М.І., Шатковський А.П., Усата Л.Г. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення. Київ: ІВПіМ НААН, 2014. 46 с.

References

1. Romashchenko, M.I. (Ed.). (2007). *Systemy kraplynnoho zroshennia: navchalnyi posibnyk [Systems of Drop Irrigation: tutorial]*. Kyiv-Dnipropetrovsk: TOV PKF Oksamyt-Teks. 175. [in Ukrainian].
2. Ushkarenko, V.O. (1994). *Zroshuvane zemlerobstvo: pidruchnyk [Irrigated agriculture: a textbook]*. Kyiv: Urozhai. 326. [in Ukrainian].
3. Shatkovskiy, A.P., & Chabanov, A.S. (2012). *Metody pryznachennia strokiv vehetatsiinykh polyviv [Methods of determining the terms of vegetative irrigation]*. *Vodne hospodarstvo Ukrainy*, 4. 18-24. [in Ukrainian].
4. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D.S., & Smith, M.L., (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*: Rome, United Nations Food and Agriculture Organization, FAO Irrigation and Drainage Paper, 56. 300.
5. *Analitychni ohliady Asotsiatsii Ukradprom [Analytical reviews of the Association Ukradprom]*. Retrieved from <http://ukrsadprom.org/>.
6. *Ekspres-vypusky Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Express issues of the State Statistics Service of Ukraine]*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
7. Polehenko, A.A. (2008). *Meteostantsiya iMetos® – unikalnyi instrument v rukakh ahronoma [Weather station iMetos® – a unique tool in the hands of an agronomist]*. *Ovoshchevodstvo*, 2. 60-61. [in Ukrainian].
8. iMetos-ECO-D2. A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management. [metos.at](http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2). Retrieved from <http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2>.
9. Bykov, V.G., & Bykova, T.Yu. (1978). *K voprosu issledovaniya processa uvlazhneniya pochv pri kapelnom oroshenii yablochnogo sada s pomoshyu tenziometrov // Novoe v tehnike i tehnologii poliva. [On the issue of studying the soil moistening process with drip irrigation of apple orchard with the help of tensiometers // New in technology and irrigation technology]*. Moskva: Sbornik nauchnykh trudov VNIIGIM, Vyp. II, 77-88.
10. Muromtsev, N.A. (Ed.). (1981). *Tenzyometry kak pochvennye vlahomery y undykatory polyvya rastenyi. Metodycheskiye rekomendatsyy [Tensiometers as soil moisture meters and indicators for watering plants. Guidelines]*. Moskva: VASKHNYL, Pochv.yn-t ym. Dokuchaeva V.V. 32.
11. David M. Sumnera, Jennifer M. Jacobsb. Utility of Penman–Monteith, Priestley–Taylor, reference evapotranspiration, and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration // *Journal of Hydrology*, 2005. № 308. P. 81-104.

12. Shatkovskiy, A.P., & Zhuravlev, O.V. (2017). Diahnostyka polyviv buriaka tsukrovoho za metodom «Penman – Monteith» v umovakh kraplynnoho zroshennia Stepu Ukrainy [Diagnostic of sugar beet's irrigation by the method of «Penman – Monteith» in the conditions of a drip irrigation of the Steppe of Ukraine]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universtyetu. 1 (43). 63-69. [in Ukrainian].

13. Romashchenko, M.I., Shatkovskiy, A.P., & Usata, L.G. (2014). Metodichni rekomendatsii z provedennia pol'ovykh doslidzhen za kraplynnoho zroshennia [Methodical recommendations for field studies on drip irrigation]. Kyiv: DIA. [in Ukrainian].

А.П. Шатковский, Ф.А. Минза

**Режим капельного орошения и водопотребления яблони
в зависимости от методов назначения сроков полива**

Официальная статистика свидетельствует о существенной нехватке оросительных систем в садоводстве Украины. Капельное орошение обеспечивает в садоводстве увеличение урожайности плодов в 4-5 и более раз. Его использование при закладке многолетних насаждений позволяет создавать интенсивные сады с урожайностью 50 и более тонн с гектара. Получение максимального эффекта от орошения в значительной степени зависит от правильности времени начала полива. Целью исследований является определение метода назначения сроков полива для реализации оптимального режима капельного орошения и водопотребления яблони сорта Ренет Симиренко на подвое М-9 в условиях Степи Украины. Обоснована необходимость и эколого-экономическая эффективность использования автоматической интернет-станции влажности почвы iMetos ECO D2 в условиях капельного орошения. Установлены параметры режима капельного орошения яблони на подвое М-9 в условиях Степи Украины в зависимости от методов назначения сроков полива. В частности, в разрезе лет исследований количество вегетационных поливов составляло от 7,3 до 8,0, норма орошения 650-693 м³/га, величина суммарного водопотребления – 3,25-3,30 тыс. м³/га, а коэффициент водопотребления – 83,4-122,2 м³/т. Расчетами интегрального показателя эффективности использования влаги деревьями яблони – коэффициента водопотребления – доказано, что наиболее эффективным вариантом опыта является назначение сроков вегетационных поливов с помощью автоматической интернет-станции влажности почвы iMetos ECO D2. При использовании этого инструментария для диагностики поливов был получен минимальный удельный расход поливной воды на формирование 1 тонны плодов яблوك – 83,4 м³/га. Таким образом, рекомендуется в практике орошаемого садоводства использовать вариант определения сроков полива с помощью интернет-станции iMetos ECO D2, как наименее трудоемкий, наиболее эффективный с экологической и экономической точек зрения.

Ключевые слова: суммарное водопотребление, норма орошения, капельное орошение, автоматическая интернет-станция влажности почвы, яблоня.

A.P. Shatkovskiy, F.A. Minza

**Drip irrigation regime and water consumption of apple trees,
depending on the methods of irrigation scheduling**

Abstract. Official statistics indicates a great lack of irrigation systems in Ukrainian horticulture. Drip irrigation when applying in horticulture can ensure an increase in fruit yields 4-5 times as much or even more. Applying drip irrigation provides an increase in yields 4-5 times as much or even more. Its use for perennial plantings makes it possible to create super-intensive orchards with a yield of 50 and more tons per hectare providing high consumer quality products. Obtaining the maximum effect from irrigation to a large extent depends on the correctness of irrigation scheduling. The purpose of the study was to determine the optimal method for setting proper irrigation scheduling to ensure a suitable regime of drip irrigation and water consumption of apple varieties as in the case of Renet Symyrenko variety on the rootstock M-9 under the conditions of the Ukrainian Steppe. The necessity along with the ecological and economic efficiency of using the automatic internet station of soil moisture iMetos ECO D2 when applying drip irrigation were substantiated. The parameters of the apple tree drip irrigation regimes on the rootstock M-9 in the conditions of the Steppe of Ukraine depending on the methods of irrigation scheduling were established. In particular, during the years of research, the number of vegetative irrigations was from 7,3 to 8,0, the irrigation rate was 650-693 m³/ha, the total water consumption was 3,25-3,30 thousand m³/ha, and the water consumption coefficient was 83,4-122,2 m³/t. Calculations of the integral indicator of the efficiency of using moisture by apple trees – the water consumption coefficient showed that the most effective option for proper irrigation scheduling is using

iMetos ECOD2 automatic soil moisture internet station. Using this equipment when applying drip irrigation, it was obtained a minimum specific irrigation water consumption for the formation of 1 ton of apples – 83.4 m³/ha. Therefore, it is recommended to put in practice of irrigated horticulture the variant of irrigation scheduling when using internet station iMetos ECO D2, as the least labor-intensive and cost-effective equipment to provide efficient cultivation of orchard plantations.

Key words: total water consumption, irrigation rate, drip irrigation, automatic internet station of soil moisture, apple tree.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-158>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/158>

УДК 631.672:631.587:633.18 (477)

ОЦІНКА АГРОМЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ ОСНОВНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ РИСОВИХ СІВОЗМІН

В.О. Ушкаренко¹, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, К.В. Дудченко², кандидат с.-г. наук

¹ Херсонський державний аграрний університет;
<https://orcid.org/0000-0001-7319-1731>; e-mail: kaf.zeml@ksau.kherson.ua

² Інститут рису Національної академії аграрних наук України;
<https://orcid.org/0000-0001-5567-7690>; e-mail: catherin.dudchenko@gmail.com

Анотація. Метою дослідження є визначення основних індикаторів стану ґрунтового покриву рисових сівозмін та їх апробація. Дослідження проводяться на території рисової зрошувальної системи, площею 180 га з 8-пільною сівозмінною, де частка рису не перевищує 50%. Система експлуатується у проектному режимі протягом 50 років. Ґрунтовий покрив досліджуваної системи представлено темно-каштановим солонцюватим (72,9 га), солонцем лучним (18,9 га) та лучно-каштановим солонцюватим (75,8 га) типами ґрунтів. На основі аналізування ретроспективних даних моніторингових досліджень основних показників агроеліоративного стану ґрунтів рисових сівозмін визначено індикатори стану ґрунтового покриву для основних типів ґрунтів рисових зрошувальних систем: рівень підґрунтових вод, мінералізація підґрунтових вод, вміст легкорозчинних солей в орному шарі, вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, вміст токсичних солей, сольовий баланс ґрунту, вміст гумусу, вміст легкогідролізованих сполук азоту, щільність верхнього гумусового горизонту, вміст повітряно-сухих агрегатів, вміст водостійких агрегатів. Проведено апробацію розроблених індикаторів стану ґрунтового покриву на рисовій зрошувальній системі Інституту рису НААН, що дозволило виявити основні проблеми та визначити шляхи їх подолання. На ділянках з лучно-каштановим солонцюватим та солонцем лучним типами ґрунтів необхідно підвищити дренажність – провести ремонт дренажної і дренажно-скидної мережі. На всій території досліджуваної рисової зрошувальної системи необхідно збільшити частку багаторічних бобових трав та парів у сівозміні, провести щільвання або інші види механічних обробітків ґрунту для покращення його структурно-агрегатного складу, зокрема вмісту в орному шарі повітряно-сухих агрегатів ґрунту розміром 0,25-10,00 мм та водостійких агрегатів ґрунту більших ніж 0,25 мм.

Ключові слова: темно-каштановий солонцюватий, лучно-каштановий солонцюватий солонець лучний, агроеліоративний стан ґрунту, рисова зрошувальна система, рис.

Постановка проблеми. 75% щорічного врожаю рису у світі вирощено за режиму зрошення «постійне затоплення» [1]. Відомо, що режим зрошення значно впливає на ґрунтові процеси, їх інтенсивність та направленість. Підтримання шару води на полі впродовж 3-4 місяців призводить до незворотних змін основних показників ґрунту, незалежно від їх початкового генезису [2-4].

Зміна характеру протікання основних ґрунтових процесів, за вирощування рису в умовах постійного затоплення, може призвести до змін природного ґрунтоутворного процесу на зовсім новий, не властивий природним умовам території [5].

Різка зміна природних факторів за рахунок вирощування рису може призвести до зниження швидкості ґрунтоутворного процесу, що є найбільш характерним для ґрунтів Степової зони. Отже, формується новий тип антропогенних ґрунтів – «рисові» ґрунти, які характеризуються близьким рівнем заля-

гання підґрунтових вод, відносяться до гідроморфних ґрунтів та мають специфічний азотний та фосфорний режими. Такі зміни в основних ґрунтових процесах можуть призвести до деградації ґрунтового покриву під рисом, особливо при монокультурі [6-9].

Актуальність дослідження. Визначення індикаторів стану ґрунтового покриву, з врахуванням особливостей ґрунтів рисових сівозмін може сприяти запобіганню розвитку деградаційним процесам та підвищенню продуктивності рисових сівозмін.

Мета дослідження – визначити основні індикатори стану ґрунтового покриву рисових сівозмін та провести апробацію на прикладі рисової зрошувальної системи Інституту рису НААН, яку експлуатують у проектному режимі протягом 50-ти років.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведено на території рисової зрошувальної системи (РЗС) площею 190 га, де розміщено 8 стаціонарних ділянок. Ґрунтовий

© В.О. Ушкаренко, К.В. Дудченко, 2019

покрив представлено темно-каштановим солонцюватим (72,9 га), солонцем лучним (18,9 га) та лучно-каштановим солонцюватим (75,8 га) типами ґрунтів.

На дослідній території протягом проаналізованого періоду використовували 8-пільну сівозмінну, з наповненістю основною культурою не більше 50%. Рис вирощували згідно технологічних вимог вирощування рису з урахуванням мінімального впливу на навколишнє середовище. Для супутніх сільськогосподарських культур – загальноприйнятій технології вирощування.

Джерело зрошення – Краснознам'янський магістральний канал.

Відбір зразків ґрунту для дослідження сольового режиму ґрунтів проводили методом суцільної колонки кожні 20 см до 1 м, та кожні 50 см на глибині 1-2 м. Відбір зрошувальної та дренажно-скидної води проводили 1 раз на місяць упродовж вегетаційного періоду рису.

Визначення іонного складу ґрунту проводили методом водної витяжки (ДСТУ 7908:2015, ДСТУ 7909:2015, ДСТУ 7943:2015 – ДСТУ 7945:2015), рН потенціометрично (ГОСТ 26423-85), гіпотетичного складу солей – за методикою Н.І. Базилевич та Е.І. Панкової. Іригаційну оцінку зрошувальної води проводили за ДСТУ 2730:2015. Вміст легкогідролізованого азоту визначали за Тюриним-Коновою (Методи аналізів ґрунтів і рослин, Харків 1999), вміст рухомого фосфору і обмінного калію за Мачигінім (ДСТУ 4114-2002). Визначення ступеню розвитку деградаційних процесів в ґрунті проводили згідно ДСТУ 7872:2015 Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Оцінювання хімічної та фізичної деградації ґрунтів.

Розрахунок сольового балансу проводили за рівнянням:

$$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = S_5 + S_6 + S_7 + S_9 \pm S_{10} \quad (1)$$

де, S_1 – запаси солей в ґрунтах зони аерації на початок розрахункового періоду, т/га;

S_2 – запаси солей в ґрунтових водах балансового шару на початок розрахункового періоду, т/га;

S_3 – надходження солей зі зрошувальною водою, т/га;

S_4 – надходження солей з добривами, т/га;

S_5 – запаси солей в ґрунтах зони аерації наприкінці розрахункового періоду, т/га;

S_6 – запаси солей в ґрунтових водах балансового шару наприкінці розрахункового періоду, т/га;

S_7 – винесення солей з дренажно-скидними водами, т/га;

S_9 – винесення солей з урожаєм, т/га;
 S_{10} – солеобмін з нижніми горизонтами, т/га [10].

Результати дослідження та їх обговорення. На основі ретроспективного аналізу основних показників якості ґрунтів розроблено перелік індикаторів стану ґрунтового покриву для основних типів ґрунтів рисових сівозмін для нормування меліоративних навантажень (Пат. на корисну модель № 131329) [11].

Критичний рівень підґрунтових вод визначається залежно від їх мінералізації та типу засолення за методикою Баєра Р.О. та Лютаєва Б.В [4]. Ці параметри необхідно визначити до посіву та після збирання рису. Зниженню цього параметра сприяє покращення дренажності поля, за рахунок влаштування або ремонту вертикального або горизонтального дренажу поля, поглиблення та очищення русел дренажно-скидних каналів.

Оскільки рис є солестійкою культурою, а супутні сільськогосподарські культури середні за солестійкістю, то вміст солей в орному шарі ґрунту не повинен перевищувати 1,0-1,3% (табл. 1). Вирощування рису на РЗС сприяє промиванню ґрунтового профілю, а вирощування супутніх сільськогосподарських культур, навпаки, накопиченню легкорозчинних солей у верхніх горизонтах (40-60 см).

Вміст іонів хлору у ґрунтовому розчині обґрунтовано їх токсичним впливом на рослини.

Для запобігання токсичного засолення ґрунту вміст токсичних солей не повинен перевищувати 0,1-0,6%, залежно від типу засолення. Вміст токсичних солей розраховують за методикою Н.І. Базилевич та Е.І. Панкової на основі визначення аніонно-катионного складу водної витяжки ґрунту. Аніонно-катионний склад водної витяжки ґрунту на глибину до 2 м визначають не рідше ніж один раз на 5 років.

Якщо сольовий баланс за 5-річний період становить 10-20% або більше, це свідчить про розсолення ґрунту. За від'ємного значення сольового балансу слід запланувати заходи, що сприятимуть розсоленню ґрунтового профілю (зниження рівня підґрунтових вод, покращення дренажності поля, введення в сівозмінну культур-меліорантів).

Ґрунти РЗС характеризуються низьким вмістом гумусу – до 2,0%. Критичні значення цього показника наведено в таблиці 1 для різних типів ґрунтів. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту визначають не рідше, ніж один раз на 5 років. Для підвищення вмісту гумусу необхідно

1. Індикатори стану ґрунтового покриву для основних типів ґрунтів рисових сівозмін

№	Індикатор стану ґрунтового покриву	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Солонець лучний
1	Рівень підґрунтових вод, м (не вище)	1,4	1,5	1,5
2	Мінералізація підґрунтових вод, г/дм ³ (не вище)	3,0	3,0	3,0
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, % (не вище)	1,0-1,3	1,0-1,3	1,0-1,3
4	Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, мг/екв (не вище)	3,0	3,0	3,0
5	Вміст токсичних солей, % (не вище)	0,1-0,6	0,1-0,6	0,1-0,6
6	Сольовий баланс ґрунту (за 5-10 років), % (не менше)	10-20	10-20	10-20
7	Вміст гумусу, % (не менше)	1,53	1,10	1,00
8	Вміст легкогідролізованих сполук азоту, мг/кг (не менше)	40,0	40,0	40,0
9	Щільність верхнього гумусового горизонту, г/см ³ (не вище)	1,3	1,3	1,3
10	Вміст повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм в орному шарі, % (не менше)	50	50	50
11	Вміст водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм, % (не менше)	25	25	25

дотримуватись сівозміни (насиченість рисом не повинна перевищувати 50%), вносити органічні добрива (гній, сидерати).

Ґрунти РЗС характеризуються значним вмістом обмінного калію (високий або підвищений рівень), середнім і досить стабільним рівнем рухомого фосфору [12; 13]. Вміст доступних для рослин сполук азоту залежить саме від меліоративних навантажень. Вміст легкогідролізованих сполук азоту (за Тюриним-Коновою) не повинен знижуватись нижче 40,0 мг/кг, що відповідає низькому рівню забезпеченості. Вміст макроелементів в орному шарі ґрунту визначають щорічно навесні. Для підтримання вмісту макроелементів у ґрунті на належному рівні необхідно чітко дотримуватись системи удобрення для технологій вирощування сільськогосподарських культур у рисових чеках.

Підтримання на полі шару води впродовж вегетаційного періоду рису негативно впливає на фізичні та водно-фізичні властивості ґрунту – призводить до підвищення щільності ґрунту, зменшує кількість повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм та водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм. Фізичні та водно-фізичні властивості ґрунту (щільність складення, кількість повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм та водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм) визначають не рідше, ніж один раз на 5 років. Покращенню механічного складу ґрунту сприяє вирощування супутніх сільськогосподарських культур, особливо бобових багаторічних трав.

На основі розроблених індикаторів стану ґрунтового покриву проведено оцінювання стану ґрунтів рисової зрошувальної системи Інституту рису НААН. Оцінка стану ґрунтового покриву за індикаторами ґрунтового стану показала, що:

- рівень підґрунтових вод перевищує допустиме значення на ділянці з солонцем лучним;
- мінералізація підґрунтових вод на всіх досліджених ділянках знаходиться нижче критичного значення (табл. 2);

- вміст легкорозчинних солей в орному шарі ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках;

- вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках;

- вміст токсичних солей в ґрунті з усіх стаціонарних ділянок не перевищує допустимих значень;

- сольовий баланс ґрунту свідчить про процес розсолоння. На ділянці з лучно-каштановим солонцюватим ґрунтом інтенсивність цього процесу недостатня;

- вміст гумусу на всіх дослідних ділянках знаходиться на достатньому рівні (перевищує мінімально допустиме значення);

- забезпеченість ґрунту легкогідролізованими сполуками азоту підвищена і не потребує коректування;

- щільність верхнього гумусового горизонту перевищує допустиме значення на ділянках з лучно-каштановим солонцюватим ґрунтом та солонцем лучним;

2. Значення індикаторів ґрунтового покриву ґрунтів РЗС Інституту рису НААН

№	Індикатор стану ґрунтового покриву	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Солонець лучний
1	Рівень підґрунтових вод, м	2,3	1,7	1,2
2	Мінералізація підґрунтових вод, г/дм ³	2,2	2,4	2,2
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, %	0,12	0,17	0,17
4	Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, мг/екв	0,15	0,19	0,17
5	Вміст токсичних солей, %	0,09	0,13	0,17
6	Сольовий баланс ґрунту (за 10 років), %	21,53	5,49	29,20
7	Вміст гумусу, %	1,87	1,94	1,73
8	Вміст легкогідролізованих сполук азоту, мг/кг	63,15	65,09	65,53
9	Щільність верхнього гумусового горизонту, г/см ³	1,29	1,35	1,32
10	Вміст повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм в орному шарі, %	34,92	44,93	45,76
11	Вміст водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм, %	29,37	32,66	34,30

- вміст повітряно-сухих агрегатів ґрунту розміром 0,25-10,00 мм в орному шарі ґрунту на всіх дослідних ділянках недостатній;

- вміст водостійких агрегатів ґрунту більших ніж 0,25 мм достатній.

На ділянках з лучно-каштановим солонцюватим та солонцем лучним необхідно підвищити дренажність – провести ремонт дренажної і дренажно-скидної мережі.

На всіх дослідних ділянках необхідно збільшити площу багаторічних бобових трав та парів у сівозміні, провести щільвання або інші види механічних обробітків ґрунту для покращення його структурно-агрегатного складу, зокрема вміст в орному шарі агрономічно-цінних агрегатів.

Висновки. Сформовано перелік індикаторів стану ґрунтового покриву, з урахуванням особливостей ґрунтів рисових сівозмін: рівень підґрунтових вод, мінералізація підґрунтових вод, вміст легкорозчинних солей в орному шарі, вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, вміст токсичних солей, сольовий

баланс ґрунту, вміст гумусу, вміст легкогідролізованих сполук азоту, щільність верхнього гумусового горизонту, вміст повітряно-сухих агрегатів, вміст водостійких агрегатів (Пат. на корисну модель № 131329).

Проведено апробацію індикаторів на основних типах ґрунтів рисових сівозмін – темно-каштановий солонцюватий, лучно-каштановий солонцюватий та солонець лучний. Оцінка стану ґрунтового покриву рисової зрошувальної системи підтвердила задовільний агро-меліоративний стан ґрунтів та виявила такі недоліки: перевищення допустимого рівня підґрунтових вод та щільності ґрунту на ділянках з типом ґрунту лучно-каштановий солонцюватий та солонець лучний, недостатня кількість повітряно-сухих агрегатів ґрунту розміром 0,25-10,00 мм та водостійких агрегатів ґрунту більших ніж 0,25 мм на всій території сівозміни. Наведено перелік заходів для усунення виявлених недоліків агро-меліоративного стану ґрунтів.

Бібліографія

1. Szabolcs, I. Prospects of soil salinity for the 21st Century. In Proceedings of the 15th World Congress of Soil Science (ISSS), Acapulco, Mexico City, 1994. Volume 1. P. 123-141.
2. Морфологические особенности и изменение магнитной восприимчивости почв рисового агроценоза и богары / А.Х. Шеуджен и др. Международный исследовательский журнал. 2016. № 9 (51), часть 3. С. 133-137. doi: 10.18454/IRJ.2016.51.010.
3. Орлов Д.С. Химия почв: учебник: 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МГУ, 1992. 400 с.
4. Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: навчальний посібник. Київ-Херсон: Айлант, 2003. 208 с.
5. Кольцов А.В., Титков А.А. Эволюция рисовых ландшафтно-мелиоративных систем на юге Украины. Симферополь: СОНАТ, 2004. 308 с.
6. Ладатко В.В. Влияние возделывания риса на содержание подвижных соединений азота и фосфора в почве. // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 11 (42), часть 6. С. 53-67. doi: 10.18454/IRJ.2015.42.018.

7. Dobermann A., & Witt C. The potential impact of crop intensification on carbon and nitrogen cycling in intensive rice systems. In: Kirk GD, Olk D, editors. Carbon and Nitrogen Dynamics in Flooded Soils. Laguna, Philippines: International Rice Research Institute; 2000. P. 1-25.

8. Кириенко Т.Н. Рисовые поля Украины и пути оптимизации почвообразовательных процессов. Львов: Вища школа, 1984. 184 с.

9. Полупан Н.И. Изменение свойств почв под культурой риса. // Почвоведение, 1985. Вып. 18. С. 61-67.

10. Рис в Україні: [колективна монографія] / за ред. д.т.н., професора, член-кор. НААНУ В.А. Сташук, д.т.н., професора А.М. Рокочинського, д.е.н., професора Л.М. Грановської. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 976 с.

11. Пат. №131329, МПК (2019. 01) GO1N 33/24. Спосіб нормування меліоративних навантажень на ґрунти рисових сівозмін. К.В. Дудченко, Т.М. Петренко, О.І. Флінта, М.М. Дацюк; заявник і патентовласник Інститут рису НААН. № u131329; заявл. 09.07.2018; опубл. 10.01.2019. 4 с.

12. Рис Придунав'я: колективна монографія / за ред. В.А. Сташук, А.М. Рокочинського, П.І. Мендуся, В.О. Турченко. Херсон: Гринь Д.С., 2016. 620 с.

13. Кольцов А.В., Титков А.А., Сычевский М.Е., Барило В.Н., Макушин А.В. Агроэкологическая обстановка и перспективы развития рисосеяния на юге Украины. Симферополь, 1994. 225 с.

References

1. Szabolcs, I. (1994). Prospects of soil salinity for the 21st Century. In Proceedings of the 15th World Congress of Soil Science (ISSS). (Vol. 1). Acapulco, Mexico City, 123-141.

2. Sheudzhen, A.H., Gutorova, O.A., Zubkova, T.A., Shtuc, R.V., Kashhyc, V.P., & Maksymenko, E.P. (2016). Morfolohycheskye osobennosti y zymeneny magnitnoj vosprymchyvosti pochv rysovogo agrocenoza y bogaru [Morphological features and changes in the magnetic susceptibility of the soils of rice agrocenosis and dry rain forests]. Mezhdunarodnyj yssledovatel'skyj zhurnal, 11 (42) part 6, 133-137. [in Russian].

3. Orlov, D.S. (1992). Hymyja pochv: 2-e yzd. [Soil chemistry: 2-nd edition]. Moskva: MGU. [in Russian].

4. Morozov, V.V., Granov's'ka, L.M., & Poljakov, M.G. (2003). Ekologo-melioratyvni umovy pryrodokorystuvannya na zroshuvanyh landshaftah Ukraїny [Ecological and land reclamation conditions of nature use in irrigated landscapes of Ukraine: textbook]. Kyiv-Kherson: Haylant. [in Ukrainian].

5. Kol'cov, A.V., & Tytkov, A.A. (2004). Evoljucyja rysovuh landshaftno-melioratyvnyh system na juche Ukraїny [The evolution of rice landscape-meliorative systems in the south of Ukraine]. Simferopol: SONAT.

6. Ladatko, V.V. (2015). Vlyjanye vozdeluvanyja rysa na sodержanye podvyzhyh soedynenyj azota y fosfora. [The effect of rice cultivation on the content of mobile nitrogen and phosphorus compounds in the soil.]. International Research Journal, 9 (51) part 3, 53-67. [in Russian].

7. Dobermann, A., & Witt, C. (2000). The potential impact of crop intensification on carbon and nitrogen cycling in intensive rice systems. Carbon and Nitrogen Dynamics in Flooded Soils. Laguna, Philippines: International Rice Research Institute. 1-25.

8. Kyryenko, T.N. (1984). Rysovue polja Ukraїny y puty optymyzaцыu pochvoobrazovatel'nyh processov [Rice fields of Ukraine and ways to optimize soil-forming processes]. Lviv: High school. [in Russian].

9. Polupan, N.Y. (1985). Yzmeneny svojstv pochv pod kul'turoj rysa. [Changing soil properties under rice culture]. Pochvovedenie, № 18, 61-67. [in Russian].

10. Stashuk, V.A., & Rokochyn's'kym, A.M. et al. (2014). Rys v Ukraїni [Rice in Ukraine]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].

11. Dudchenko K.V., Petrenko T.M., Flinta O.I., & Dacyuk M.M. Sposib normuvannya melioratyvnykh navantazhen na ґрунты rysovykh sivozmin [Method of normalization of meliorative loads on rice irrigation systems' soils]. Patent of Ukraine №131329, МПК (2019.01) GO1N 33/24. [in Ukrainian].

12. Stashuk, V.A., Rokochyn's'kyj, A.M., Mendus', P.I., & Turchenjuk, V.O. et al. (2016). Rys Prydunav'ja [Rice of the Danube: Collective Monograph]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].

13. Kol'cov, A.V., Tytkov, A.A., Sucheviskyj, M.E., Barylo, V.N., & Makushyn, A.V. (1994). Agroekologicheskaja obstanovka y perspektyvu razvytyja rysosejanyja na juche Ukraїny. [Agroecological situation and prospects for the development of rice growing in the south of Ukraine]. Simferopol: Krasnoperekopsk interdistrict printing house.

В.А. Ушкаренко, Е.В. Дудченко

Оценка агроameliorативного состояния основных типов почв рисовых севооборотов

Аннотация. Целью исследования является определение основных индикаторов состояния почвенного покрова рисовых севооборотов и их апробация. Исследования проводятся на территории рисовой оросительной системы, площадью 180 га с 8-ми польным севооборотом, где доля риса не превышает 50%. Система эксплуатируется в проектном режиме на протяжении 50 лет. Почвенный покров исследуемой системы представлен темно-каштановым солонцеватым (72,9 га), солонцом луговым (18,9 га) и лугово-каштановым солонцеватым (75,8 га) типами почв. На основании анализа ретроспективных данных мониторинговых исследований основных показателей агроameliorативного состояния почв рисовых систем определены индикаторы состояния почвенного покрова для основных типов почв рисовых оросительных систем: уровень грунтовых вод, минерализация грунтовых вод, содержание легкорастворимых солей в пахотном слое, содержание ионов хлора в водной вытяжке почвы, содержание токсичных солей, солевой баланс почвы, содержание гумуса, содержание легкогидролизованного азота, плотность гумусового горизонта, содержание агрономически ценных агрегатов, содержание водостойких агрегатов. Проведена апробация разработанных индикаторов состояния почвенного покрова на рисовой оросительной системе Института риса НААН, на основании которой определены основные проблемы и пути их преодоления. На участках с лугово-каштановой солонцеватой почвой и солонцом луговым необходимо повысить дренированность путем ремонта дренажной и дренажно-сбросной сетей. На всей территории системы необходимо увеличить содержание многолетних бобовых трав и паров в севообороте, провести целование или другие виды механических обработок почвы для улучшения ее структурно-агрегатного состава, в частности содержание в пахотном слое воздушно-сухих агрегатов почвы размером 0,25-10,00 мм и водостойких агрегатов почвы больше чем 0,25 мм.

Ключевые слова: темно-каштановая солонцеватая почва, лугово-каштановая солонцеватая почва, солонец луговой, агроameliorативное состояние почвы, рисовая оросительная система, рис.

V.O. Ushkarenko, K.V. Dudchenko

Evaluation of agro-ameliorative condition of the main types of soils of rice crop rotation

Annotation. The purpose of the study is to determine the main indicators of soil condition of rice crop rotations and their approbation. The research was carried out in the area of a rice irrigation system, covering the area of 180 ha with 8-field crop rotation where the saturation with rice does not exceed 50%. The system has been operated in a project mode for 50 years. The soil cover of the investigated system is represented by dark chestnut alkalized (72.9 ha), meadow solonetz (18.9 hectares) and meadow chestnut alkalized (75.8 hectare) soil types. On the basis of the analysis of retrospective data of monitoring study of main indicators of soil agro-ameliorative condition in rice systems, the indicators of the soil cover for soil main types within the rice irrigation systems have been determined, namely: groundwater level, groundwater mineralization, content of light-soluble salts in the arable layer, content of chlorine ions in soil water extract, content of toxic salts, soil salt balance, humus content, content of light hydrolyzed nitrogen, density of humus layer, agriculturally valuable aggregates, water-stable aggregates. The approbation of developed indicators of soil cover condition was done on the rice irrigation system of the Rice Institute of the National Academy of Agrarian Sciences, based on which the main problems and the solutions to them were determined. In the areas with meadow-chestnut alkalized and meadow solonetz soils it is necessary to increase the drainage capacity by repairing drainage networks. On the whole system it is necessary to increase the percentage of perennial legume grasses and fallow land, to do soil slitting or other types of mechanical soil treatments to improve its structural and aggregate composition, in particular, the content of air-dry soil aggregates in size of 0.25-10,00 mm and water-stable soil aggregates larger than 0,25 mm.

Key words: dark chestnut alkalized soil, meadow chestnut alkalized solonetz, agro-ameliorative soil condition, rice irrigation system, rice.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-157>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/157>

УДК 633.11:631.5:631.67

ОСІННІЙ РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ, СОРТУ І СТРОКІВ СІВБИ

С.О. Заєць, канд. с.-г. наук, с. н. с.

Інститут зрошувального землеробства НААН, Херсон, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-7853-7922>, e-mail: szaiets58@gmail.com

Анотація. Останнім часом спостерігається нестабільність виробництва продовольчого зерна в зоні Степу, що значною мірою пов'язано з коливаннями агрометеорологічних умов та глобальними змінами клімату. Такі зміни клімату внесли корективи у строки сівби озимих культур, які є одним із головних факторів технологічного процесу, від яких значно залежить формування продуктивності посівів. Метою досліджень було визначити вплив агрометеорологічних умов, сорту та строків сівби на ріст і розвиток рослин в осінній період вегетації при вирощуванні сортів пшениці озимої на зрошуваних землях. Дослідження проводили в Інституті зрошувального землеробства НААН за методиками польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях (ІЗЗ НААН, 2014). Установлено, що за роками досліджень гідротермічні умови та тривалість осіннього періоду вегетації пшениці озимої значно різнилися. За сівби 20 вересня та 1 і 10 жовтня тривалість осіннього періоду вегетації у 2016 р. становила 56, 46 і 36 днів, а у 2015 р. – відповідно 100, 90 і 80 днів, а в 2017 р. – 114, 104 і 94 дні. За сівби 20 жовтня рослини пшениці озимої вегетували 26, 70 і 84 дні, відповідно. Строки сівби по-різному впливали на густоту сходів пшениці озимої – за сівби 20 вересня їх кількість при сході в середньому за сортами становила 372 шт./м², 1 жовтня – 407 шт./м², 10 жовтня – 386 шт./м² і 20 жовтня – 392 шт./м². Установлено, що за різного строку сівби сорти входили в зиму, маючи неоднаковий ріст і розвиток. За сівби 20 вересня усі сорти восени інтенсивно куцились і в середньому за три роки створювали 4,1-5,0 пагонів, розвивали більшу, порівняно з іншими строками сівби, надземну масу – 713-761 г/м². Чим пізніше висівалась пшениця, тим менше рослини куцились, а значить формували меншу надземну масу. Агрометеорологічні умови осіннього періоду і строки сівби значно впливають на густоту сходів та ростові процеси рослин сучасних сортів пшениці озимої. Найвищу густоту стояння рослин усі сорти формували за сівби 1 жовтня, найменшу сорти Марія і Кохана за ранньої сівби (20 вересня), а сорт Овідій – за ранньої (20 вересня) і пізньої (20 жовтня). За сівби 20 вересня і 1 жовтня інтенсивніше куцились сорти Марія і Кохана, а в посліуючі строки жодний сорт не мав переваги над іншим.

Ключові слова: агрометеорологічні умови, пшениця озима, сорти, строки сівби, зрошення, розвиток.

Постановка проблеми. Останнім часом спостерігається нестабільність виробництва продовольчого зерна в зоні Степу, що значною мірою пов'язано з коливаннями агрометеорологічних умов та глобальними змінами клімату [1-4].

Такі виклики клімату призвели до ще більшої посушливості Південного Степу України. Тут майже щорічно спостерігаються атмосферні й ґрунтові посухи, які не дають можливості реалізувати потенціал врожайності сільськогосподарським культурам. У цій зоні лише зрошення, навіть у посушливі роки, забезпечує високі й сталі врожаї всіх зернових культур – у 2-3 рази вищі, ніж без зрошення [5].

Зміни клімату внесли корективи у строки сівби озимих культур, які є одним із головних факторів технологічного процесу, від яких значно залежить формування продуктивності посівів. Відомо, що залежно від строку сівби

рослини по-різному ростуть і розвиваються, набувають різну стійкість до біотичних та абіотичних чинників, унаслідок чого формується неоднаковий врожай зерна та його якість [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що від осіннього розвитку рослин залежить майбутній врожай озимих культур. Тобто, основи продуктивного потенціалу озимих культур закладаються на початку росту рослин [7-8]. Отже, особливу увагу при вирощуванні пшениці озимої слід приділяти осінньому періоду вегетації і, в першу чергу, установленню оптимального строку сівби.

Питання оптимального строку сівби пшениці озимої в зоні Степу України вивчали багато дослідників, більшість із них наполягає на його перегляді та зміщенні на 10-15 днів пізніше, ніж це було 15-20 років тому [9-12].

В основному дослідження після різних попередників з визначення оптимального

строку сівби пшениці озимої проводили в неполивних умовах. А на зрошуваних землях це питання є не достатньо вивченим.

Крім того, створення високопродуктивних сортів нового покоління потребує визначення, тобто які ж з них найбільш відповідають новим кліматичним умовам, що змінилися.

Отже, строки сівби сучасних сортів пшениці озимої після попередника сої раніше на зрошуваних землях не вивчали, тому дослідження з цього питання є актуальними.

Мета дослідження полягає у визначенні на зрошуваних землях після попередника сої впливу агрометеорологічних умов та строків сівби на ріст і розвиток сучасних сортів пшениці озимої в осінній період вегетації.

Матеріали і методика дослідження. Досліди закладали на полях Інституту зрошувального землеробства НААН згідно з методикою польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях [13]. Норма висіву рекомендована для зони Південного Степу і становила 5 млн. насінин на гектар. Для дослідження були взяті сорти пшениці озимої Овідій, Марія і Кохана, створені в Інституті зрошувального землеробства НААН і занесені до Реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні відповідно у 2009, 2013 і 2009 роках [14]. Вологозарядковий і сходовикликаючий поливи здійснювали за допомогою дощувального агрегату ДДА-100МА. Спостереження, аналізи та обліки проводили відповідно до методики польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Сівбу проводили в чотири строки: 20 вересня, 1, 10 і 20 жовтня.

Метеорологічні показники, які визначали погодні умови вегетаційного періоду пшениці озимої, взято із спостережень обласного центру з гідрометеорології м. Херсон [15; 16].

Результати досліджень. Слід відзначити, що за роками досліджень метеорологічні умови були різними. Так, у літньо-осінній період 2015 і 2017 років спостерігались дуже складні агрометеорологічні умови. У ці роки, починаючи з другої половини літа і до сере-

дини жовтня, на півдні України утримувалась повітряна і ґрунтова посуха. Унаслідок таких погодних умов зволоження ґрунту для сівби озимих культур склалося вкрай несприятливо. Вегетаційні поливи посіву сої були призупинені ще у першій декаді серпня через досягання зерна. Тому для одержання дружніх сходів та доброго росту і розвитку рослин в осінній період на посівах пшениці озимої у 2015 р. був проведений сходовикликаючий полив нормою 450 м³/га, а в 2017 р. – вологозарядковий (500 м³/га) і сходовикликаючий (250 м³/га).

У 2016 р. відпала необхідність у проведенні вологозарядкового поливу, оскільки для отримання сходів у вересні випала достатня кількість опадів – 33,2 мм (табл. 1).

Випадіння дощів та підвищений температурний режим у листопаді 2015 і 2017 років поліпшили стан рослин пшениці озимої. Оподи, що випали у ці роки упродовж жовтня–листопада відповідно 62,8 і 52,6 мм, покращили запаси вологи в ґрунті під озиминою до добрих показників.

Крім того, у вересні і листопаді 2015 р., а в 2017 р. ще й у жовтні, утримувався високий температурний режим – середня місячна температура була вищою за кліматичну норму відповідно на 4,5 і 2,9 °С та 3,5, 1,5 і 1,0 °С тепла. Восени 2016 р. лише у вересні температура повітря була вищою на 1,6 °С, а в жовтні і листопаді – нижчою на 1,4 і 0,4 °С.

Сума опадів за період «сівба – припинення осінньої вегетації» залежно від строку сівби суттєво різнилася за роками досліджень і коливалася від 57,2 до 65,3 мм у 2015 р., від 23,7 до 98,0 мм у 2016 р. та від 93,3 до 96,0 мм у 2017 р. (табл. 2).

Слід відзначити, що у 2016 р. опадів з 1 і 10 жовтня до припинення вегетації рослин випало відповідно на 50,5 і 22,4 мм більше за середньобагаторічний показник, а з 20 жовтня – на 3,3 мм менше. У 2017 р. сума опадів за сівби 1 і 10 жовтня була меншою за середньобагаторічну норму на 17,0 і 5,6 мм, а пізнього строку сівби (20 жовтня) вона була

1. Кліматичні показники в період осінньої вегетації озимих культур

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С				Кількість опадів, мм			
	фактична			норма	фактична			норма
	2015 р.	2016 р.	2017 р.		2015 р.	2016 р.	2017 р.	
вересень	20,9	18,0	19,9	16,4	4,6	33,2	0,7	40
жовтень	9,4	8,4	11,3	9,8	18,6	74,4	12,0	38
листопад	7,3	4,0	5,4	4,4	44,2	34,2	40,6	36
За осінній період	12,5	10,1	12,2	10,2	67,4	141,8	53,3	114

Джерело: дані обласного центру з гідрометеорології м. Херсон

2. Гідротермічні умови осіннього періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» пшениці озимої залежно від строків сівби

Показник	Рік сівби	Строк сівби			
		20 вересня	1 жовтня	10 жовтня	20 жовтня
Сума опадів за період «сівба – припинення осінньої вегетації», мм	2015	65,3	65,3	64,9	57,2
	2016	98,1	98,0	60,9	23,7
	2017	96,7	96,0	93,4	93,3
Тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації», днів	2015	100	90	80	70
	2016	56	46	36	26
	2017	114	104	94	84
Дата припинення осінньої вегетації	2015	29.12.2015			
	2016	15.11.2016			
	2017	12.01.2018			

більшою на 3,9 мм. У 2015 р. сума опадів за всіх строків сівби була меншою за норму, особливо у період сівби з 20 вересня по 10 жовтня.

Тривалість осіннього періоду вегетації по роках досліджень помітно різнилася, що пов'язано з кліматичними умовами. Так, у грудні 2015 і 2017 років утримувалась аномально тепла погода (середня місячна температура повітря виявилась вищою за кліматичну норму відповідно на 2,2 і 5,8 °С та склала 2,3 і 5,9 °С тепла), що подовжило вегетацію пшениці озимої, яка була призупинена лише 29 грудня у 2015 р. і 12 січня у 2018 р. Це на 30 і 45 дів пізніше середніх багаторічних значень. Зовсім інша ситуація спостерігалась восени 2016 р. Цієї осені озимі припинили вегетацію на 11 днів раніше середньобогаторічних значень – 15 листопада. Грудень 2016 р. виявився холоднішим за норму на 1,1 °С морозу.

За сівби 20 вересня та 1 і 10 жовтня тривалість осіннього періоду вегетації у 2016 р. становила 56, 46 і 36 днів, у 2015 р. – відповідно 100, 90 і 80 днів, а в 2017 році – 114, 104 і 94 дні. За сівби 20 жовтня рослини пшениці озимої вегетували 26, 70 і 84 дні, відповідно.

Завдяки поливам, опадам та подовженому осінньому періоду з позитивними температурами повітря у 2015 і 2017 роках рослини сортів пшениці озимої, навіть за пізнього строку сівби (20 жовтня), увійшли в зиму на початку кушення. За зменшеного на півтора тижні вегетаційного періоду 2016 р. рослини увійшли в зиму маючи різний ріст і розвиток.

3. Густота сходів сортів пшениці озимої за різних строків сівби, шт./м² (середня за 2016-2018 рр.)

Сорт (А)	Строк сівби (В)			
	20.09	1.10	10.10	20.10
Овідій	366	396	373	362
Марія	378	407	391	406
Кохана	373	418	393	407
$\bar{X} \pm S \bar{x}$	389 ± 12	389 ± 12	389 ± 12	389 ± 12
V, %	4,74	4,74	4,74	4,74

Встановлено, що строки сівби по-різному впливали на густоту сходів пшениці озимої. Так, у середньому за 2016-2018 рр. за сівби 20 вересня кількість рослин при сході у середньому за сортами становила 372 шт./м², 1 жовтня – 407 шт./м², 10 жовтня – 386 шт./м² і 20 жовтня – 392 шт./м² (табл. 3). Тобто найбільша їх кількість на всіх сортах була 1 жовтня, найменша на сортах Марія і Кохана 20 вересня, а на сорті Овідій – 20 вересня і 20 жовтня. Це свідчить про те, що сорт Овідій сильніше за інші сорти реагує на строки сівби і відхилення від оптимального (1 жовтня) в той чи інший бік призводить до зниження його густоти сходів.

Тепла погода з продуктивними опадами у листопаді за всі роки досліджень сприяла ростовим процесам рослин. Разом з тим, рослини за різного строку сівби входили в зиму, маючи неоднаковий ріст і розвиток (фото 1).

Так, за сівби 20 вересня всі сорти восени інтенсивно кушилися і в середньому за три роки створювали 4,1-5,0 пагонів, розвивали більшу, порівняно з іншими строками сівби, надземну масу – 713-761 г/м² (табл. 4).

Чим пізніше висівали пшеницю, тим менше рослини кушилися, а значить формували меншу надземну масу. При сівбі 1 жовтня куцистість рослин зменшувалась до 3,3-3,7 пагонів, а надземна маса – до 313-381 г/м².

За сівби 10 жовтня рослини утворили 1,6-1,9 пагони та сформували меншу надземну масу – 110-129 г/м² і загальну кількість пагонів – 576-778 шт./м². За сівби 20 жовтня

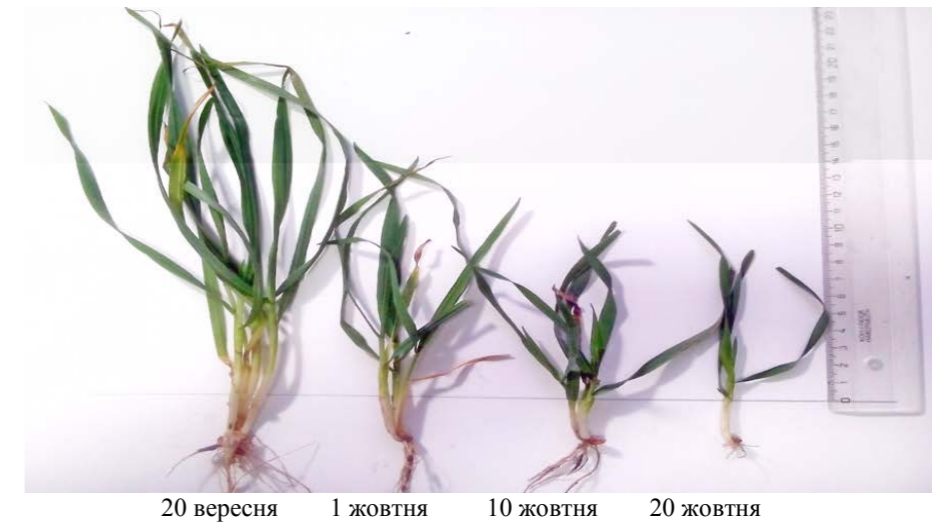


Рис. 1. Стан рослин пшениці озимої сорту Овідій 21 грудня 2017 р. за різних строків сівби

4. Куцистість, кількість стебел і маса рослин різних сортів пшениці озимої в кінці осінньої вегетації за різних строків сівби (середня за 2016-2018 рр.)

Показник	Строк сівби (В)			
	20.09	1.10	10.10	20.10
Сорт Овідій (А)				
Куцистість	4,1	3,3	1,6	1,1
Кількість стебел, шт./м ²	1469	1275	576	349
Надземна маса рослин, г/м ²	713	381	112	56
Сорт Марія				
Куцистість	5,0	3,7	1,9	1,1
Кількість стебел, шт./м ²	1802	1510	778	420
Надземна маса рослин, г/м ²	716	321	129	57
Сорт Кохана				
Куцистість	4,8	3,7	1,7	1,1
Кількість стебел, шт./м ²	1751	1532	726	422
Надземна маса рослин, г/м ²	761	313	110	57

рослини не розкушилися, утворили лише по 1,1 пагону та сформували дуже малу надземну масу – 56-57 г/м² при загальній кількості пагонів – 349-422 шт./м². За сівби 20 вересня і 1 жовтня інтенсивніше кушилися сорти Марія і Кохана, а за сівби у послідовні строки жоден сорт не мав переваги над іншим.

За сівби 20 вересня сорт Кохана формував більшу надземну масу, яка становила 760 г/м². У цей строк сорти Овідій і Марія мали відповідно 713 і 716 г/м². У пізніші строки сорти накопичували значно менше вегетативної маси. Це вказує на те, що за пізньої сівби рослини повільно розвиваються і за меншого осіннього періоду вегетації вони не встигають достатньо накопичити надземної маси.

Висновки. Агротемпературні умови осіннього періоду і строки сівби значно впливають на густоту сходів та ростові

процеси рослин сучасних сортів пшениці озимої. Найвищу густоту стояння рослин усі сорти формували за сівби 1 жовтня, найменшу сорти Марія і Кохана за ранньої сівби (20 вересня), а сорт Овідій – за ранньої (20 вересня) і пізньої (20 жовтня). Тобто, сорт Овідій сильніше за інші сорти реагує на строки сівби і відхилення від оптимального (1 жовтня) в той чи інший бік призводить до зниження його густоти сходів.

За сівби 20 вересня і 1 жовтня всі сорти восени інтенсивно кушилися, створюючи відповідно 4,1-5,0 та 3,3-3,7 пагонів, розвивали більшу, порівняно з іншими строками сівби, надземну масу – 713-761 та 313-381 г/м². У ці строки сівби інтенсивніше кушилися сорти Марія і Кохана, а за сівби у послідовні строки жоден сорт не мав переваги над іншим.

Бібліографія

1. Барабаш М., Кульбіда М., Корж Т. Зміна глобального клімату і проблема опустелювання України. Наукові записки. Тернопільського ДП. Тернопіль, 2004. № 2. С. 82-88.
2. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату // Агроном. 2006. № 4. С. 12-15.
3. Кіріяк Ю.П., Коваленко А.М. Зміни та коливання клімату в південно-степовій зоні України та його можливі наслідки для зерновиробництва. Зрошуваче землеробство: міжвід. тематич. наук. зб. 2015. Вип. 63. С. 86-89.
4. Клімат України: у минулому... і майбутньому? / [М.І. Кульбіда, М.Б. Барабаш, Л.О. Сільстратова та ін.]; за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш. Київ.: Сталь, 2009. 234 с.
5. Системи землеробства на зрошуваних землях України / за наук. ред. Р.А. Вожегової. Київ.: Аграрна наука, 2014. 360 с.
6. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.
7. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон : Айлант, 2002. 276 с.
8. Нетіс І.Т. Характер осені і весни та посіви озимої пшениці: Монографія. Херсон : Айлант, 2004. 152 с.
9. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / [М.В. Зубець та ін.]. Київ.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
10. Вожегова Р.А., Засць С.О., Коваленко О.А. Урожайність різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах Південного Степу // Вісник аграрної науки. 2013, № 11. С. 26-29.
11. Зміна клімату і оптимізація строку сівби озимої пшениці/Красиловець Ю.Г. та ін. // Вісник аграрної науки. 2009. № 11. С. 16-19.
12. Вплив кліматичних змін на строки сівби пшениці озимої в умовах північного Степу / Черенков А.В. та ін. // Агроном. 2014. № 3. С. 80-84.
13. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Херсон : Грін Д.С., 2014. 286 с.
14. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 р. // Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. Київ, 2015. 324 с.
15. Агrometeorологічний бюлетень по території Херсонської області за першу, другу і третю декади вересня, жовтня і листопада 2015 р. №№ 25-33. URL: <http://khersonpogoda.ks.ua>.
16. Агrometeorологічний бюлетень по території Херсонської області за 2016, 2017 і 2018 рр. №№ 1-33. URL: <http://khersonpogoda.ks.ua>.

References

1. Barabash, M., Kul'bida, M., & Korzh, T. (2004). Zmina hlobal'noho klimatu i problema opustelyuvannya Ukrayiny [Changing the global climate and the problem of desertification of Ukraine]. Naukovi zapysky Ternopyl'skogo DPI, 2, 82-88.[in Ukrainian].
2. Adamenko, T. (2006). Zmina ahroklimatychnykh umov kholodnoho periodu v Ukrayini pry hlobal'nomu poteplinni klimatu [Changing agroclimatic conditions of the cold season in Ukraine with global warming of the climate] Ahronom, 4, 12-15.[in Ukrainian].
3. Kiriya, Yu.P., & Kovalenko, A.M. (2015). Zminy ta kolyvannya klimatu v pivdenno-stepoviy zoni Ukrayiny ta yoho mozhlyvi naslidky dlya zernovyrobnytstva. [Changes and fluctuations of the climate in the southern steppe zone of Ukraine and its possible consequences for grain production]. Zroshuvane zemlerobstvo: mizh vid. tematychn. nauk. Zb, 63, 86-89. [in Ukrainian].
4. Kul'bida, M. I., Barabash, M. B., & Sil'stratova, L.O. ed. (2009). Klimat Ukrayiny: u mynulomu... i maybutn'omu? [The climate of Ukraine: in the past ... and in the future?]. Kyiv: Stal', 234. [in Ukrainian].
5. Vozhegova, R.A. ed. (2014). Systemy zemlerobstva na zroshuvanykh zemlyakh Ukrayin [Resource-saving environmentally safe technology of growing winter crops, soybeans and corn on irrigated lands of the south of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka, 360. [in Ukrainian].
6. Netis, I.T. (2011). Pshenytsya ozyma na pivdni Ukrayiny [Wheat winter in southern Ukraine]. Kherson: Oldi-plyus, 460.
7. Orlyuk, A.P., & Goncharova. K.V. (2002). Adaptivnyy i produktyvnyy potentsialy pshenytsi [Adaptive and productive potentials of wheat]. Kherson: Aylant, 276. [in Ukrainian].
8. Netis, I.T. (2004). Kharakter oseni i vesny ta posivy ozymoyi pshenyts [Nature of autumn and spring and winter wheat crops]. Kherson: Aylant, 152. [in Ukrainian].

9. Zubets, M.V. ed. (2004). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrayiny [Scientific bases of agro-industrial production in the steppe of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka, 844. [in Ukrainian].
10. Vozhegova, R.A., Zayets', S.O., & Kovalenko, O.A. (2013). Urozhaynist' riznykh sortiv pshe-nytsi ozymoyi zalezchno vid strokiv sivby v umovakh Pivdennoho Stepu. [Crop yield of different varieties of winter wheat depending on the time of sowing in the conditions of the Southern Steppe]. Kyiv: Visnyk ahrarnoyi nauky, 11, 26-29. [in Ukrainian].
11. Krasyllovets', Yu.H., Kuz'menko, N.V., Sklyarovs'kyi K.M., Hrebenyuk I.V., & Sadovoy, O.O. (2009). Zmina klimatu i optymizatsiya stroku sivby ozymoyi pshe-nytsi. [Crop yield of different varieties of winter wheat depending on the time of sowing in the conditions of the Southern Steppe]. Kyiv: Visnyk ahrarnoyi nauky, 11, 16-19. [in Ukrainian].
12. Cherenkov, A.V., Solodushko, M.M., Solodushko, V.P., & Kozel's'kyi, O.M. (2014). Vplyv klimatychnykh zmin na stroky sivby pshe-nytsi ozymoyi v umovakh pivnichnoho Stepu [Influence of climatic changes on the lines of winter wheat sowing in the conditions of the northern steppe]. Ahronom, 3, 80-84. [in Ukrainian].
13. Vozhegova, R.A. (Ed.). (2014). Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of Field and Laboratory Research on Irrigated Lands]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].
14. State Register of Plant Varieties, Applicable for Distribution in Ukraine in 2015. (2015). Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrayiny. Kyiv. [in Ukrainian].
15. Agrometeorological bulletin on the territory of the Kherson region for the first, second and third decades of September, October and November 2015, 25-33. Retrieved from: <http://khersonpogoda.ks.ua>.
16. Agrometeorological bulletin on the territory of the Kherson region for 2016, 2017 and 2018 yy., 1-33. Retrieved from: <http://khersonpogoda.ks.ua>.

С.А. Заец

Осенний рост и развитие растений озимой пшеницы на орошаемых землях в зависимости от гидротермических условий, сорта и сроков сева

Аннотация. В последние годы наблюдается нестабильность производства продовольственного зерна в зоне Степи, что в значительной степени связано с колебаниями агrometeorологических условий и глобальными изменениями климата. Такие изменения климата внесли коррективы в сроки сева озимых культур, которые являются одним из главных факторов технологического процесса, от которых значительно зависит формирование продуктивности посевов. Целью исследований было определить влияние агrometeorологических условий, сорта и сроков сева на рост и развитие растений в осенний период вегетации при выращивании сортов озимой пшеницы на орошаемых землях. Исследования проводились в Институте орошаемого земледелия НААН по методикам полевых и лабораторных исследований на орошаемых землях (ИОЗ НААН, 2014). Установлено, что по годам исследований гидротермические условия и продолжительность осеннего периода вегетации озимой пшеницы значительно отличались. При посеве 20 сентября и с 1 по 10 октября продолжительность осеннего периода вегетации в 2016 г. составляла 56, 46 и 36 дней, а в 2015 г. – соответственно 100, 90 и 80 дней, а в 2017 г. – 114, 104 и 94 дня. При севе 20 октября растения озимой пшеницы вегетировали 26, 70 и 84 дня соответственно. Сроки сева по-разному влияли на густоту всходов пшеницы озимой – при посеве 20 сентября их количество при всходах в среднем по сортам составила 372 шт./м², 1 октября – 407 шт./м², 10 октября – 386 шт./м² и 20 октября – 392 шт./м². Установлено, что при разных сроках сева растения входили в зиму имея не одинаковый рост и развитие. При севе 20 сентября все сорта осенью интенсивно кустились и в среднем за три года создавали 4,1-5,0 побегов, развивали большую, по сравнению с другими сроками сева, надземную массу – 713-761 г/м². Чем позже сеялась пшеница, тем меньше растения кустились, а значит формировали меньшую надземную массу. Агrometeorологические условия осеннего периода и сроки сева значительно влияют на густоту всходов и ростовые процессы растений современных сортов пшеницы озимой. Самую высокую густоту стояния растений все сорта формировали при посеве 1 октября, наименьшую сорта Мария и Кохана при раннем севе (20 сентября), а сорт Овидий – при раннем (20 сентября) и позднем (20 октября). При севе 20 сентября и 1 октября интенсивнее кустились сорта Мария и Кохана, а в последующие сроки ни один сорт не имел преимуществ над другим.

Ключевые слова: агrometeorологические условия, озимая пшеница, сорта, сроки сева, орошение, развитие.

S.O. Zaiets

Autumn growth and development of winter wheat plants on the irrigated lands depending on hydrothermal conditions, varieties and terms of sowing

Abstract. Last years an instability of grain productions in the Steppe zone is observed that is mainly connected with fluctuations of agrometeorological conditions and global climatic changes. Changes of climate made corrections in terms of sowing of winter crops, which are one of the main factors of technological process on which productivity formation of the crops depends. The aim of the researches – to determine the influence of agrometeorological conditions, varieties and terms of sowing on the growth and development of the plants during the autumn period of vegetation under the cultivation of winter wheat varieties at the irrigated lands. The researches were conducted at the Institute of Irrigated Agriculture NAAS by the methodology of field and laboratory experiments at the irrigated lands (IOZ NAAS, 2014). It was determined that by the years of the study the hydrothermal conditions and the duration of the autumn period of winter wheat vegetation were significantly different. At sowing on the 20th of September, on the 1st of October, and on the 10th of October, the duration of the autumn vegetation period in 2016 was 56, 46 and 36 days, and in 2015-100, 90 and 80 days, respectively, and in 2017-114, 104 and 94 days. At sowing on the 20th of October, winter wheat plants vegetated during 26, 70 and 84 days, respectively. Sowing terms affected winter wheat sprouts' population in different ways – at sowing on the 20th of September, it averaged to 372 plants/m², on the 1st of October – 407 plants/m², on the 10th of October – 386 plants/m² and on the 20th of October – 392 plants/m². It was determined that at different terms of sowing the plants entered in winter period with uneven growth and development. At sowing on the 20th of September all the varieties in autumn intensively tillered, and in average for three years they created 4.1-5.0 shoots, developed more herbage mass of 713-761 g/m² in comparison to other terms of sowing. The later wheat was sown, the less was the plants' tillering, therefore, less herbage mass was formed. Agrometeorological conditions of the autumn period and terms of sowing significantly affect the population of sprouts and growth processes of the plants of modern winter wheat varieties. The highest plants' population of all the varieties was formed at the sowing on the 1st of October, the least one was formed by varieties Mariia and Kokhana at early sowing on the 20th of September, and variety Ovidii – at early sowing on the 20th of September, and at late sowing on the 20th of October. So, the fact that variety Ovidii is more responsive to diverse from the optimum sowing term (1st of October) in one direction or another leads to a decrease in its sprouts' population. At sowing on the 20th of September and on the 1st of October the most intensive tillering was observed on the varieties Mariia and Kokhana, and at sowing in delayed terms no one variety had an advantage over the others.

Key words: agrometeorological conditions, winter wheat, varieties, terms of sowing, irrigation, development.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-169>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/169>

УДК 633.11+633.14:631.53.01:631.8:631.67(477.7)

ВОДОСПОЖИВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ПРИ ФОРМУВАННІ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДІВ І НОРМ ДОБРИВ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

К.С. Фундират*, н.с.

Інститут зрошувального землеробства НААН, Херсон, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-8343-2535>; e-mail : kfundirat@gmail.com

Анотація. В умовах зрошення тритикале озиме досліджено недостатньо, а виробництво сорту Богадарське на насіннєві цілі раніше не проводилось. У зв'язку з цим вивчення водоспоживання тритикале при вирощуванні на насіння, а також впливу різних норм і видів добрив на витрати води є важливим завданням в умовах змін клімату на зрошуваних землях Південного Степу України, що в подальшому може послужити відправною точкою для поліпшення адаптивності культури в цьому регіоні. Так, на зрошуваних землях Південного Степу України визначено рівень сумарного водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання залежно від видів і норм добрив при формуванні насіннєвої продуктивності тритикале озимого. Дослідження проводили у 2013-2016 рр. в Інституті зрошувального землеробства НААН на Інгулецькій зрошувальній системі. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий з умістом гумусу 2,3%, щільністю 1,3 г/см³, вологістю в'янення 9,8%, найменшою вологоємністю 22,4%. Поливи здійснювали за допомогою дощувального агрегату ДДА-100МА, орієнтуючись на метеорологічні показники та підтримуючи вологість ґрунту в шарі 0-50 см на рівні 70% НВ. Встановлено, що сумарне водоспоживання залежало від норм добрив і знаходилось у межах від 3121 до 3258 м³/га. Водоспоживання збільшувалось у результаті застосування добрив, але внаслідок отримання вищої урожайності витрати води на формування 1 т насіння були менші. Найбільш економічне вода (686-689 м³/т) витрачалась у варіантах, де на фоні N₆₀P₆₀ проводилось ранньовесняне підживлення дозою N₆₀ аміачною селітрою або карбамідно-аміачною сумішшю (КАС). При цьому отримано найвищу врожайність насіння – 5,19 і 5,24 т/га відповідно. У середньому за 2013-2016 роки на фоні N₆₀P₆₀ та проведених підживлень посівів тритикале озимого різними видами та дозами азотних добрив отримали 3,86-5,24 т/га насіннєвого матеріалу.

Ключові слова: тритикале озиме, водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, насіннєва продуктивність.

Постановка проблеми. В умовах посушливого клімату та нестачі вологи в Південному Степу України реалізувати потенційну насіннєву та зернову продуктивність зернових культур можна лише завдяки поєднанню спеціально підібраних агротехнічних прийомів і зрошення [1-4].

Результати досліджень [5] також свідчать про значний вплив мінеральних добрив і зрошення на урожай, вихід кондиційного насіння, коефіцієнт розмноження і масу 1000 зерен зернових озимих і ярих культур.

Проте в умовах зрошення тритикале озиме досліджено недостатньо, а виробництво сорту Богадарське на насіннєві цілі раніше не проводилось.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Водний дефіцит у тритикале в міру дозрівання наростає повільніше, ніж у пшениці, завдяки розвиненій кореневій системі, а також наявності на пагонах значного воскового нальоту. Водоутримуюча здатність тритикале

в самий посушливий період дуже добра [6; 7]. Рослини найбільш чутливі до нестачі вологи в критичну фазу закладки генеративних органів, починаючи від виходу в трубку до колосіння. Тритикале негативно реагують на спекотну і суху погоду погіршенням фертильності і виповненням зерен [7; 8]. У той же час тривалі опади або інтенсивне зрошення можуть викликати вилягання та розвиток збудників хвороб [6].

У зв'язку з цим вивчення водоспоживання тритикале при вирощуванні на насіння, а також впливу різних норм і видів добрив на витрати води є важливим завданням в умовах змін клімату на зрошуваних землях Південного Степу України, що в подальшому може послужити відправною точкою для поліпшення адаптивності культури в цьому регіоні.

Мета досліджень полягала у встановленні особливостей водоспоживання насіннєвих посівів тритикале озимого залежно від

* під керівництвом канд.с.г. наук, с.н.с. С.О. Заєць
© К.С. Фундират, 2018

виду та норм добрив на зрошуваних землях Південного Степу України.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили у 2013-2016 рр. в Інституті зрошувального землеробства НААН на Інгулецькій зрошувальній системі згідно з існуючими методиками польових і лабораторних досліджень [9-11]. Грунт дослідного поля типовий для зрошуваних земель Південного Степу України – темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий з умістом гумусу 2,3%, щільністю 1,3 г/см³, вологістю в'янення 9,8%, найменшою вологоємністю 22,4%. Облікова площа ділянки – 31,5 м², повторність чотириразова. Попередник – соя на зерно (ранньостиглий сорт Діона). Застосовували загальноприйнятту в Південному Степу України технологію вирощування тритикале озимого. Висівали сорт тритикале озимого Богдарське нормою 4 млн. схожих насінин.

Добрива з розрахунку N₆₀P₆₀ вносили під основний обробіток ґрунту на всіх варіантах дослідження (фон). Проводилось ранньовесняне підживлення азотними добривами: за схемою – N₃₀ та N₆₀ (аміачної селітри, КАС).

Збирання і облік урожаю здійснювали комбайном «Samro-130» з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість і 100% чистоту. Після чого зерно проходило очищення, калібрування і доведення до посівних кондицій на зерноочисній машині Пектус.

Вологість ґрунту на ділянках визначали до глибини 1,0 м термостатно-ваговим способом

у двох несуміжних повтореннях. Сумарне водоспоживання за окремі періоди вегетації визначали методом водного балансу з урахуванням початкового і кінцевого запасу вологи, кількості опадів за період вегетації рослин. Коефіцієнт водоспоживання встановлювали за відношенням сумарного водоспоживання за період вегетації до врожайності насіння тритикале озимого.

Поливи здійснювали за допомогою дощувального агрегату ДДА-100МА, орієнтуючись на метеорологічні показники та підтримуючи вологість ґрунту в шарі 0-50 см на рівні 70% НВ [12]. Для цього в 2013/14 році потребувалось проведення 2-х вегетаційних поливів загальною зрошувальною нормою 900 м³/га; в 2014/15 році – лише вологозарядковий полив нормою 500 м³/га; в 2015/16 році – вологозарядковий нормою 400 м³/га та всходовикликаючий полив нормою 200 м³/га.

Результати досліджень. При вивченні норм і видів добрив на сорті тритикале озимого Богдарське встановлено, що сумарне водоспоживання залежить від атмосферних опадів (частка 71,9-75,0%), запасів продуктивної вологи (частка 15,4-18,9%) та зрошення (9,2-9,6%) (табл. 1.).

Сумарне водоспоживання залежно від норм і видів добрив знаходилось у межах від 3121 до 3258 м³/га (табл. 2.).

Найбільше сумарне водоспоживання тритикале було на варіантах, де азотне підживлення здійснювали дозою N₃₀, а найменше – на контролі. Так, на тритикале

1. Структурні елементи балансу водоспоживання (шар ґрунту 0-100 см) залежно від норм і видів добрив (середнє за 2013-2016 рр)

Добрива	Використання вологи					
	з ґрунтових запасів		з опадів		з поливної води	
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
N ₆₀ P ₆₀ (фон)	480	15,4	2342	75,0	300	9,6
Фон + N ₃₀ Ам. селітра	598	18,5	2342	72,3	300	9,3
Фон + N ₃₀ КАС	617	18,9	2342	71,9	300	9,2
Фон + N ₆₀ Ам. селітра	580	18,0	2342	72,7	300	9,3
Фон + N ₆₀ КАС	594	18,3	2342	72,4	300	9,3

2. Сумарне водоспоживання (м³/га), урожайність насіння та коефіцієнт водоспоживання (м³/т) тритикале озимого з шару ґрунту 0-100 см залежно від норм і видів добрив (середнє за 2013-2016 рр)

Добрива	Сумарне водоспоживання, м ³ /га			Урожай т/га	Витрати води на 1 т насіння, м ³
	за осінь	за весну й літо	усього		
N ₆₀ P ₆₀ (фон)	307	2814	3121	3,86	867
Фон + N ₃₀ Ам. селітра	307	2933	3240	5,04	699
Фон + N ₃₀ КАС	307	2951	3258	5,09	696
Фон + N ₆₀ Ам. селітра	307	2915	3222	5,19	686
Фон + N ₆₀ КАС	307	2928	3235	5,24	689
НІР05, т/га				0,11	

при ранньовесняному підживленні КАС дозою N₃₀ цей показник становив 3258 м³/га, що на 137 м³/га більше, ніж на контролі, при підживленні КАС нормою N₆₀ сумарне водоспоживання становило 3235 м³/га або на 114 м³/га більше, ніж на контролі. На варіантах з аміачною селітрою спостерігається аналогічна тенденція, на фоні внесення аміачної селітри дозою N₃₀ сумарне водоспоживання становило 3240 м³/га, і було більшим за контрольний варіант 119 м³/га, а за внесення N₆₀ – відповідно 3222 м³/га та 101 м³/га. Істотної різниці між варіантами не виявлено.

Незважаючи на те, що водоспоживання збільшувалось у результаті застосування добрив, але внаслідок отримання вищої урожайності витрати води на формування 1 т насіння були менші. Так, коефіцієнт водоспоживання на контрольному варіанті становив 867 м³/т, тоді як на варіантах із застосуванням ранньовесняного підживлення азотними добривами дозою N₃₀-696-699 м³/т і N₆₀-686-689 м³/т, що на 168-181 м³/т менше. Це вказує на те, що рослини тритикале озимого підживлених аміачною селітрою або КАС економніше витрачали вологу.

У середньому за 2013-2016 рр. на фоні N₆₀P₆₀ та проведених підживлень посівів тритикале озимого різними видами та дозами азотних добрив отримали 3,86-5,24 т/га насіннєвого матеріалу. Найвищу врожайність сформовано на варіантах, де на фоні N₆₀P₆₀ проводили ранньовесняне піджив-

лення в дозі N₆₀. Так, при застосуванні КАС такою дозою зібрано 5,24 т/га насіння тритикале, а при використанні аміачної селітри – 5,19 т/га. За внесення у підживлення N₃₀ отримано достовірне зниження врожайності на 0,15 т/га – 5,09 т/га за використання КАС і 5,04 т/га аміачної селітри.

Кращі результати були отримані при застосуванні карбамідно-аміачної суміші, за цих варіантів отримані більші прирости врожаю насіння порівняно з аміачною селітрою. Проте врожайність у варіантах з однаковою кількістю діючої речовини знаходилась у межах похибки досліду, різниця між видами добрив складала всього 0,05 т/га. Слід відзначити, що отриманий приріст врожайності від застосування різних видів і норм добрив достовірний по відношенню до контролю.

Азотне підживлення або аміачною селітрою, або КАС є ефективним заходом підвищення насіннєвої продуктивності озимого тритикале. Ці форми азоту за тождесних доз внесення майже однаково забезпечують рослинам тритикале озимого оптимальне живлення у весняний період.

Висновки. Сумарне водоспоживання тритикале озимого на зрошуваних землях становило – від 3121 м³/га без підживлення до 3258 м³/га з підживленням азотними добривами. Найбільш економніше вода (686-689 м³/т) витрачалась на варіантах з підживленням N₆₀ аміачною селітрою або КАС, у яких отримано вищу врожайність насіння – 5,19 і 5,24 т/га відповідно.

Бібліографія

1. Вожегова Р.А., Гончаренко О.Л., Сергєєв Л.А. Наукові основи та практичні аспекти насінництва пшениці озимої в зрошуваних і неполивних землях півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2017. 177 с.
2. Заєць С.О., Негіс В.І. Водоспоживання зернових культур і сої залежно від умов вологозабезпеченості // *Міжвідомчий тематичний науковий збірник: Зрошуване землеробство*. Херсон, Айлант, 2013. Вип. 59. С. 30-34.
3. Негіс І.Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.
4. Лавриненко Ю. А., Влащук А. Н., Шапарь Л. В. Водопотребление сортов рапса озимого в зависимости от срока сева и нормы высева в условиях юга Украины // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал ФГБНУ «Российский 12 НИИ проблем мелиорации»*. Новочеркасск. 2016. Вып. 3 (63). С. 83-89. URL: <http://www.rosniipm.ru/ppeoz>.
5. Гаврилук М.М. Основи сучасного насінництва. Київ: ННЦІАЕ, 2004. 256 с.
6. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посібн. 4-е вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.
7. Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. Всесоюз.акад.с-х. наук им. В. И. Ленина. Москва: Колос, 1984. 317 с.
8. Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / за ред. Г.В. Коренева. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1990.
9. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 286 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Охорона прав на сорти рослин. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Київ: Алефа, 2003. 106 с.
12. Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Писаренко П.В. Рекомендації з режимів зрошення сільськогосподарських культур в Херсонській області. Херсон: Айлант, 2005. 20 с.

References

1. Vozhehova, R.A., Honcharenko, O.L., & Serhieiev, L.A. (2017). Naukovi osnovy ta praktychni aspekty nasinnystva pshenytsi ozymoї v zroshuvanykh i nepolyvnykh zemliakh pivdnia Ukrainy: monohrafiia [Scientific fundamentals and practical aspects of seeding winter wheat in irrigated and non-irrigated lands in The South of Ukraine]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian].
2. Zaiets, S.O., & Netis, V.I. (2013). Vodospozhyvannia zernovykh kultur i soi zalezno vid umov volohozabezpechenosti [Water consumption of grain crops and soybean depending on the conditions of water availability]. Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk, 59, 30-34. [in Ukrainian].
3. Netis, I.T. (2011). Pshenytsya ozyma na pivdni Ukrayiny [Wheat winter in southern Ukraine]. Kherson: Oldi-plyus, 460. [in Ukrainian].
4. Lavrynenko, Yu.A., Vlashchuk, A.N., & Shapar, L.V. (2016). Vodopotreblenye sortov rapsa ozymoho v zavysymosti ot sroka seva y norm vyseva v usloviyakh yuha Ukrayny [Water consumption of varieties of winter rapeseed, depending on the sowing time and sowing rate in the conditions of the South of Ukraine]. Puty povysheniya efektyvnosti oroshaemoho zemledelyia : nauchno-praktycheskyi zhurnal FHBNU «Rossyiskiy 12 NYY problem melioratsyy». Novochoerkassk, 3 (63), 83-89. Retrieved from: <http://www.rosniipm.ru/ppezoz> [in Russian].
5. Havryliuk, M.M. (2004). Osnovy suchasnoho nasinnystva [Fundamentals of modern seed production]. Kyiv: NNTsIAE. [in Ukrainian].
6. Petrychenko, V.F., & Lykhochvor, V.V. (2014). Roslynnystvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur: Navchal'nyj posibnyk (4th ed.). [Plant Growing. Technology of growing crops: teaching (Manual 4 th form., corrections, reports)]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii». [in Ukrainian].
7. Sechniak, L.K., & Sulyma, Yu.H. (1984). Trytykale [Triticale]. Vsesoiuz.akad.s-kh. nauk ym. V.Y. Lenyna. Moskva: Kolos. [in Russian].
8. Korenev, H.V., & Podhornyi, P.Y. (1990). Rastenyevodstvo s osnovamy selektsyy y semenovodstva (3th ed.). [Plant growing with the basics of breeding and seed production (3rd ed)]. H.V. Koreneva (Ed.). Moskva: Ahropromyzdat. [in Russian].
9. Vozhehova, R.A. (Ed). (2014). Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of Field and Laboratory Research on Irrigated Lands]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].
10. Dospikhov, B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta [Methods of field experience]. Moskva: Ahropromyzdat. [in Russian].
11. Okhorona prav na sorty Roslyn. Metodyka derzhavnogo vyprobuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Protection of rights to plant varieties. Method of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. (2003). Kyiv: Alefa. [in Ukrainian].
12. Pysarenko, V.A. Kokovikhin, S.V., & Pysarenko, P.V. (2005). Rekomendatsii z rezhymiv zroshennia silskohospodarskykh kultur v Khersonskii oblasti [Recommendations on irrigation regimes of agricultural crops in the Kherson region]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian].

Е.С. Фундират

Водопотребление тритикале озимого при формировании семенной продуктивности в зависимости от видов и норм удобрений на орошаемых землях Южной Степи Украины
Аннотация. В условиях орошения озимое тритикале изучено недостаточно, а производство сорта Богадарское для семенных целей ранее не проводилось. В связи с этим изучение водопотребления тритикале при возделывании на семена, а также влияния различных норм и видов удобрений на водопотребление является важной задачей в условиях изменения климата на орошаемых землях Южной Степи Украины, что в будущем может послужить отправной точкой для улучшения адаптивности культуры в этом регионе. Поэтому на орошаемых землях Южной Степи Украины определен уровень суммарного водопотребления, коэффициент водопотребления в зависимости от видов и норм удобрений при формировании семенной продуктивности озимого тритикале. Исследование

проводили в 2013-2016 гг. в Институте орошаемого земледелия НААН на Ингулецкой оросительной системе. Почва опытного поля темно-каштановая среднесуглинистая, слабосоленцеватая с содержанием гумуса 2,3%, плотностью 1,3 г/см³, влажностью увядания 9,8%, наименьшей водоёмкостью 22,4%. Поливы осуществлялись с помощью ДДА-100МА, ориентируясь на метеорологические показатели для поддержания влажности почвы в слое 0-50 см на уровне 70% НВ. Установлено, что суммарное водопотребление зависело от норм удобрений и находилось в пределах от 3121 до 3258 м³/га. Водопотребление увеличивалось в результате применения удобрений, но в результате получения высшей урожайности расходы воды на формирование 1 т семян были меньше. Наиболее экономно вода (686-689 м³/т) расходовалась в случаях, где на фоне N₆₀P₆₀ проводилась ранневесенняя подкормка дозой N₆₀ аммиачной селитрой или карбамидно-аммиачной смесью (КАС). При этом получена наивысшая урожайность семян – 5,19 и 5,24 т/га соответственно. В среднем за 2013-2016 годы на фоне N₆₀P₆₀ и проведенных подкормок посевов тритикале озимого различными видами и дозами азотных удобрений получили 3,86-5,24 т/га семенного материала.

Ключевые слова: тритикале озимое, водопотребление, коэффициент водопотребления, семенная продуктивность.

K.S. Fundirat

Water consumption of the winter triticale during the formation of seed productivity depending on the types and norms of fertilizers on the irrigated lands in the Southern Steppe of Ukraine

Abstract. Winter triticale as a crop is considered to be insufficiently studied under irrigation, and the Bogadarske variety for seed has not been cultivated before. In this regard, studying the water consumption of triticale when cultivated on seeds, as well as the influence of different rates and types of fertilizers on water consumption, is an important task under climate change on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine, which in future may serve as a starting point for improving the adaptability of the crops in this region. In this regard, irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine determine the level of total water consumption, the coefficient of water consumption depending on the types and rates of applied fertilizers in the formation of winter triticale seed productivity. The research was conducted in 2013-2016 at the Institute of Irrigation Agriculture of the NAAS in the Ingulets Irrigation System. The soil of the experimental field is dark chestnut medium loam, slightly saline with a humus content of 2.3%, density – 1.3 g/cm³, withering point – 9.8%, minimum moisture-holding capacity – 22.4%. Irrigation was performed using a sprinkler unit Dual Console Sprinkler, taking into account a meteorological index and maintaining the soil moisture in the layer of 0-50 cm at 70% of the minimum moisture-holding capacity. Based on the study results the total water consumption, depending on the rates and types of fertilizers, ranged from 3121 to 3258 m³/ha. Despite the fact that water consumption increased as a result of applying fertilizers, but due to higher yields, water consumption for the formation of 1 t of seeds was smaller. Thus, the coefficient of water consumption on the control (reference site) was 867 m³/t. On the variants where nitrogen fertilizers were applied in the rates of N₃₀ – 696-699 m³/t and N₆₀ – 686-689 m³/t in an early spring period the plants of winter triticale fed with ammonium nitrate or CAMs consumed moisture more efficiently. On average, from 2013 to 2016, at the background of applying N₆₀P₆₀ and other nitrogen fertilizers of various types and in different rates during the cultivation of winter triticale, about 3.86-5.24 t/ha of seed material were received.

Key words: winter triticale, water consumption, coefficient of water consumption, seed productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-161>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/161>

УДК 631.6

СУЧАСНИЙ СТАН, ДИНАМІКА ЗМІН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ МЕЛІОРАЦІЙ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Л.М. Рудаков¹, канд. с.-г. наук, Г.В. Гапич², канд. техн. наук¹ Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-7277-7220>; e-mail: elner@ukr.net² Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна; <https://orcid.org/0000-0001-5617-3566>; e-mail: gapichgennadii@gmail.com

Анотація. Представлені результати дослідження сучасного стану, динаміки змін та тенденцій розвитку сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій на території Дніпропетровської області. Проаналізовано зміну структури поливних площ протягом останніх 50 років. Визначені основні причини зменшення території зрошення на правобережній та лівобережній частинах області. Показано тенденцію скорочення зрошуваних земель з 198,7 тис. га від наявних потужностей до 29,4 тис. га за сучасних умов експлуатації внаслідок зміни структури аграрного виробництва з кормо-зернової бази для галузі тваринництва до вирощування технічних та зернових культур, а також значного погіршення технічного стану зрошувальних мереж, старіння і зносу технологічних потужностей систем водопостачання і поливної техніки. Представлена зміна зрошуваних площ по районах області у розрізі з 2004 по 2014 рр. та визначені основні фактори їх зменшення або нарощування в залежності від територіального розташування та техніко-економічної доцільності ведення зрошувального землеробства. Наведені результати досліджень якості поливної води та розподіл зрошуваних площ за її класами. Відмічається загрозлива тенденція до збільшення поливу сільськогосподарських культур водою низької якості або не придатної для зрошення без попереднього поліпшення її фізико-хімічних властивостей. Встановлено, що з 2004 по 2014 рр. площа сільськогосподарських угідь, поливних водою 1 класу, зменшилась з 16,85 тис. га до 6,34 тис. га, а водою 3 класу зросла з 2,2 тис. га до 6,1 тис. га. Наведені основні напрямки і шляхи розвитку, а також окреслені перспективи відродження сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій на території Дніпропетровської області.

Ключові слова: гідротехнічна меліорація, зрошення, якість поливної води.

Постановка проблеми. Зрошення є одним із пріоритетних напрямків розвитку сільськогосподарства в нашій країні. За даними численних досліджень науковців Інституту водних проблем і меліорації НААН України та інших вчених [1-5], відновлення зрошення є обов'язковою умовою адаптації аграрного сектора економіки до змін клімату та забезпечення продовольчої безпеки України.

За часів розвитку та введення в дію сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій Дніпропетровська область була в числі територій з найбільшою площею поливних земель. Більшість зрошувальних систем побудовані в 70-80 рр. минулого сторіччя та експлуатуються близько 50 років, а останню реконструкцію з капітального відновлення виконували понад 30 років тому.

Ситуація, що склалася в сільському господарстві, а саме у галузі тваринництва, як основного споживача кормів, вирощених на зрошуваних землях, не сприяла розвитку гідротехнічних меліорацій і зростанню зрошуваних площ, а навпаки стала приводом для їх скорочення і переведення на незрошуване використання.

Згідно із статистичними даними [6] поголів'я великої рогатої худоби в сільськогосподарських підприємствах Дніпропетровської області на початок 1991 р. складало 1174,9 тис. голів, а уже в 2001 р. зменшилось у 5,5 раз і склало лише 213,3 тис. голів. Але це ще був не мінімум, спад продовжився до 2017 р. коли поголів'я становило 33,9 тис. голів і лише на початок 2018 р. відбулось незначне зростання до 34 тис. голів. У період найбільшого падіння поголів'я ВРХ аграрії приділили більше уваги рослинництву і почали використовувати посухостійкі сорти і гібриди більш рентабельних зернових і технічних культур (замість кормових культур), надаючи перевагу таким чинникам збільшення врожайності як добрива, сучасні системи захисту і «забули» про зрошення. Дошувальна техніка, зрошувальна мережа, насосні станції та інші об'єкти зрошувальних систем, що тимчасово залишились без використання і охорони господарів, були нещадно зруйновані і розграбовані.

Для вирішення даних проблем з боку держави має здійснюватися системне та цілеспрямоване державне регулювання, в якому

© Л.М. Рудаков, Г. В. Гапич, 2019.

не останню роль має відігравати бюджетна підтримка галузі тваринництва, спрямована на забезпечення її кормовою базою, відновлення зрошуваних земель, створення передумов для інвестиційно-інноваційного розвитку зрошувального землеробства.

За даними [7] регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області, обліковується близько 198,7 тис. га поливних земель, з яких 163 тис. га (82% від наявних потужностей) не використовуються як зрошувані. Водночас, не на повну потужність працюють і діючі системи на площі 35,7 тис. га (18% від наявних). За умов реконструкції внутрішньогосподарської зрошувальної мережі перспективним є відновлення поливу на площі 80,4 тис. га (рис. 1).

Мета досліджень – аналіз сучасного стану, тенденцій розвитку та перспектив відновлення зрошення сільськогосподарських земель на території Дніпропетровської області.

Методи досліджень. У роботі використані аналітичні та математичні методи досліджень і опрацювання наявних статистичних даних. Розрахунки та представлення отриманих результатів виконані із застосуванням комп'ютерних програм та графічних редакторів.

Результати досліджень. У роботі представлено аналіз за період з 2004 по 2014 рр., який є показовим, оскільки суттєвих змін за останні роки не відбулось. Зрошення сільськогосподарських культур відбувається на правобережній частині Дніпропетровської області у 18 адміністративних районах (рис. 2). Найбільші площі розташовані у Нікопольському, Солонянському та Томаківському районах. Аналіз динаміки зміни на правобережній частині свідчить про тенденцію зменшення поливних земель у 1,3 рази в 2014 р. порівняно з аналогічним показником 2004 р. Особливу занепокоєність

викликає різке зменшення у 3,3 рази площі зрошення в Нікопольському районі та у 2 рази в Солонянському, які мають найбільшу загальну вагу у межах Правобережжя.

Є декілька основних причин різкого зменшення зрошуваних площ. По-перше: дані системи були побудовані одними з перших, а у якості матеріалів використані залізобетонні, сталеві та азбестоцементні трубопроводи, які вичерпали нормативні терміни експлуатації. По-друге, застаріла та значно зношена поливна техніка, яка в переважній більшості представлена машинами ДФ «Дніпро» та ДМУ «Фрегат». По-третє, потрібні значні експлуатаційні затрати на підйом та транспортування водних ресурсів, оскільки основним джерелом зрошення виступає р. Дніпро, яка має правий берег з вищими абсолютними відмітками поверхні землі. Для подачі води та створення необхідних напорів на дошувальних машинах застосовували декілька насосних станцій підйому різного порядку. Великі тиски у зрошувальних системах знижують надійність та тривалість їх експлуатації, а збільшення втрат води у системах по довжині та місцях резервування (регулюючі басейни та канали) значно підвищують економічні затрати.

Додатковим чинником зменшення поливних площ може бути ефективне використання гербіцидів, адже високий ступінь засміченості полів сільськогосподарських культур сприяє використанню значної частки ґрунтової вологи і атмосферних опадів бур'янами.

Водночас, позитивну тенденцію нарощування мають зрошувані площі лівобережної частини Дніпропетровської області. Динаміка зміни за період 2004-2014 рр. досліджень свідчить про незначне, але поступове збільшення території поливних земель у 1,36 рази. Загалом зрошення на лівобережній частині Дніпропетровщини відбувається в 11 районах,

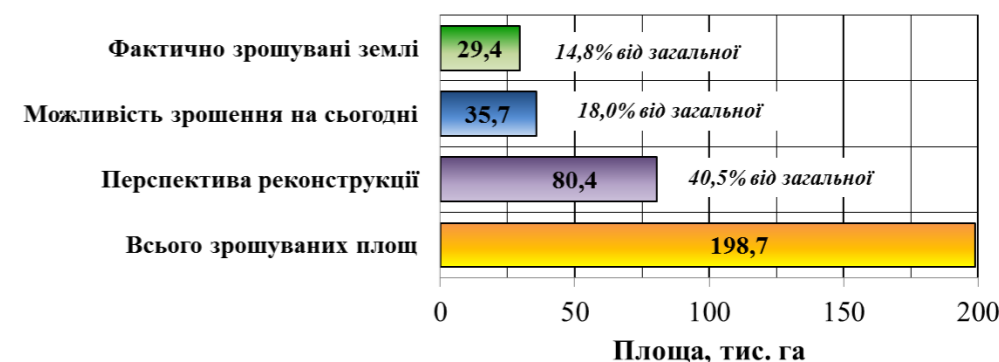


Рис. 1 Структура поливних площ Дніпропетровської області у відсотковому розподілі до наявних потужностей

Джерело: за даними [7]

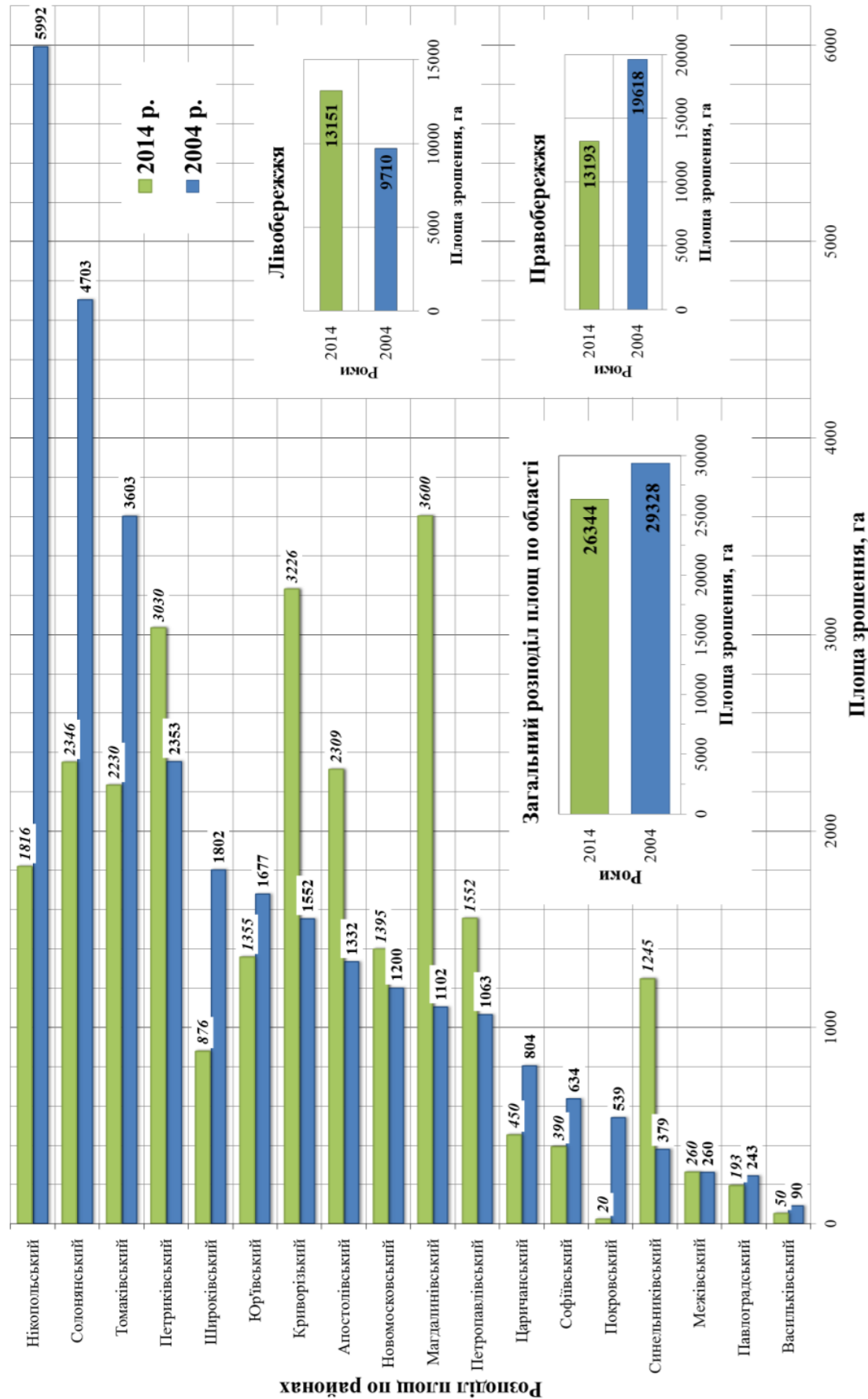


Рис. 2 Поливні площі Дніпропетровської області (2004-2014 рр.)

а найбільш розвиненими є: Петриківський, Магдалинівський, Синельниківський, Юр'ївський та Новомосковський.

Поясненням цієї тенденції можуть бути ґрунтові та гідрогеологічні умови, які характеризуються більш родючими чорноземами в лівобережній частині, й низький рівень залягання ґрунтових вод (порівняно з правобережною) і для ефективнішого використання їх потенціалу потрібна додаткова кількість поливної води. Разом із природними, значна роль належить техніко-технологічним чинникам проектування, будівництва та експлуатації нових зрошувальних систем. Рівнинний рельєф та незначні перепади висот дозволяють знизити грошові витрати на роботу насосно-силового обладнання для створення необхідних тисків у системах поливу та зменшення норми поливної води за аналогічної ефективності урожаїв під час зрошення на правому березі. Тому товаровиробники з більшою зацікавленістю підходять до вкладання коштів в розвиток зрошення на цій території.

До того ж у комплексі з ґрунтовими важливу роль відіграють метеорологічні умови, коли декілька вчасних дощів у критичні періоди (фази) розвитку сільськогосподарських культур здатні істотно вплинути на їх врожайність, але підтвердження або спростування цього потребує більш детального дослідження агрометеорологічного режиму по території області і в розрізі сільськогосподарських культур.

Основними джерелами зрошення на правобережній частині є поверхневі води річки Дніпро, які подаються на поля з каналу Дніпро-Кривий Ріг та Каховського й Карачунівського водосховищ. Також у Криворізькому і Софіївському районах використовуються ставки-накопичувачі стічних вод. Незначне використання інших природних водних об'єктів правобережної частини Дніпропетровської області пов'язане із забрудненням поверхневих вод об'єктами гірничо-видобувного, господарського та промислового комплексів. Основними джерелами зрошення на лівому березі виступають як поверхневі води р. Дніпро (канал Дніпро-Донбас), так і води річок Вовча, Оріль, Кільчень, Чаплинка та ін.

Загалом, станом на 2018 р. [7], об'єм акумульованої води у водних об'єктах області складає близько 909 млн. м³ (без водосховищ Дніпровського каскаду), а сільськогосподарськими формуваннями на полив використано 26,4 млн. м³ зрошувальної води на загальну суму 56,6 млн. грн.

Значна частина води при переміщенні з джерел зрошення, особливо по відкритих елементах зрошувальної мережі, неефективно втрачається на фільтрацію та випаровування з каналів і басейнів [8]. До того ж відбувається, як зазвичай, негативний вплив на рівень ґрунтових вод, і на сольовий або хімічний склад підґрунтових вод і прилеглих земель.

Одним з основних чинників, що впливає на якість води у джерелах зрошення, є порушення водообміну водних об'єктів. Оскільки основні зрошувальні системи використовуються понад 30-50 років покриття магістральних каналів потребує щорічного ремонту. Експлуатація діючих басейнів призводить до значних втрат іригаційної води, що є причиною підвищення рівня ґрунтових вод та можливого підтоплення зрошуваних земель та прилеглих територій.

З метою визначення якості поливної води і придатності її для зрошення на хімічний аналіз було відібрано 130 проб на 56 стаціонарних пунктах спостережень за якістю зрошувальних вод. Проби води відбирали біля головних насосних станцій і регулюючих басейнів, в головах магістральних каналів, з великих і малих річок і ставків-накопичувачів. Хімічний аналіз відібраних проб води виконаний структурними підрозділами, які знаходяться у підпорядкуванні регіонального офісу водних ресурсів в Дніпропетровській області (рис. 3).

Аналіз результатів свідчить про загрозливу тенденцію поступового погіршення якості поливної води. Так, наприклад, у порівнянні показників 2004 р. по відношенню до 2014 р. площі зрошення водою 1-го класу зменшились у 2,7 рази з 16,85 тис. га до 6,34 тис. га. Майже стабільний тренд мають площі, політі водою 2-го класу, які збільшились у 1,35 рази і, за виключенням показників 2010 р., становлять у середньому близько 12 тис. га. Найбільш загрозливу тенденцію має зростання площ, зрошених водою, що не придатна до поливу без попереднього покращення її фізико-хімічних показників. Такі території зросли майже у 3 рази – з 2,2 тис. га до 6,1 тис. га.

Якість поверхневих вод для зрошення свідчить про їх погіршення та необхідність вкладання додаткових коштів на поліпшення фізико-хімічних характеристик. Оскільки лівобережжя Дніпропетровщини не має значної кількості промислових об'єктів-забруднювачів, порівняно з правобережжям, можна зробити висновок, що основним забруднювачем є сільське господарство та

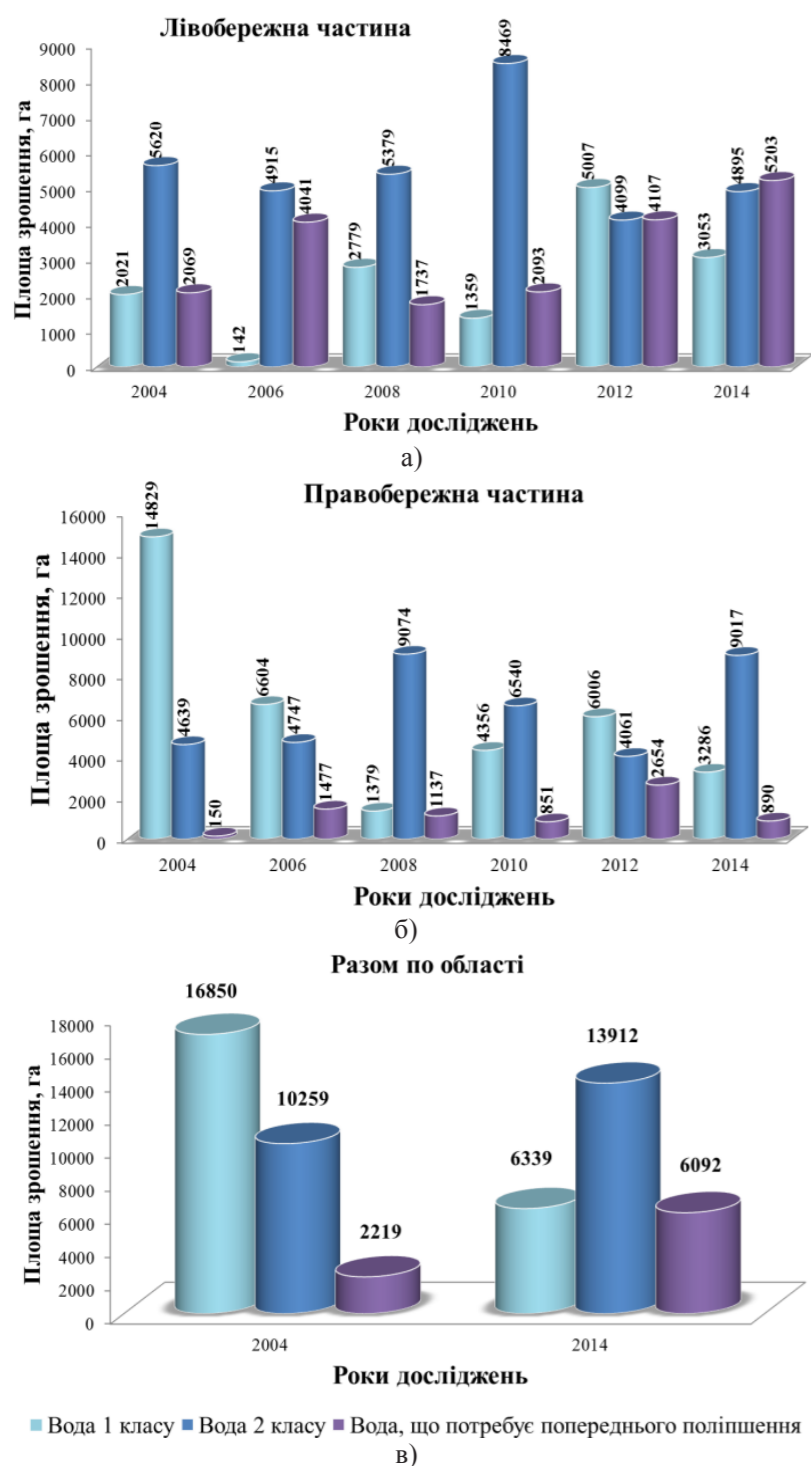


Рис. 3 Розподіл зрошуваних площ за якістю поливної води (станом на 2004-2014 рр.):

а) на лівобережній частині області; б) на правому березі; в) разом по Дніпропетровській області

використання стійких і сильнодіючих пестицидів, гербіцидів, мінеральних добрив тощо.

Висновки. Усі вищепераховані чинники, які викликані незадовільним технічним станом провідної мережі більшості каналів

фізико-хімічних показників зрошувальної води. Економічна доцільність цього потребує додаткового вивчення.

Для вирішення висвітлених проблем щодо відновлення зрошувальних гідротехнічних

і водовідвідних систем, порушеннями поливного режиму і застарілою технікою поливу, погіршують меліоративний стан значної частини зрошуваних земель Дніпропетровської області. У зв'язку з цим необхідно запровадити систему детального моніторингу земель, схильних до вторинного засолення, на основі технологій дистанційного картування ГІС-методами [9-10]. Крім того, слід широко застосовувати методи польового спрощеного оперативного контролю як за технічним станом складових елементів зрошувальних мереж, що у поєднанні з ремонтно-відновлювальними роботами дозволить зменшити непродуктивні втрати води на фільтрацію з поливних систем, так і за засоленням ґрунтів з метою його попередження на конкретних полях у період вегетації, а також раціонального використання водних ресурсів, зниження непродуктивних втрат поливної води шляхом упорядкування її розподілу на всіх рівнях зрошувальних систем, ремонту каналів і очищення колекторів. Зважаючи на загрозливу тенденцію, особливу увагу слід приділяти якості та кількості поливної води. За відсутності контролю зі сторони органів державної влади над об'єктами, концентрацією та основними джерелами забруднення поверхневих і підземних вод, можливо на поливних системах у майбутньому слід передбачати технологічні лінії з покращення

меліорацій необхідна системна та цілеспрямована державна підтримка на всіх рівнях, починаючи із законотворчих інстанцій і закінчуючи об'єднаними територіальними грома-

дами, на чийх землях знаходяться ці системи, створення передумов для інвестиційно-інноваційного розвитку галузі зрошувального землеробства.

Бібліографія

1. Наукові засади відновлення та розвитку зрошення в Україні в сучасних умовах / Ромащенко М.І. та ін. // Меліорація і водне господарство. 2017. № 106 (2). С. 3-14.
2. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія. / Балюк С.А. та ін. Херсон: Грін Д.С., 2015. 668 с.
3. Ромащенко М.І. Деякі питання реформування водогосподарської галузі України / М.І. Ромащенко, О.О. Дехтяр // Меліорація і водне господарство. 2016. № 103 (1). С. 3-8.
4. Управління процесом відновлення та сталого використання зрошення / М. І. Ромащенко та ін. // Меліорація і водне господарство. 2014. № 101. С. 137-147.
5. Водний менеджмент в Україні: проблеми та інновації розвитку: монографія / за ред. д.т.н., проф. Л.Ф. Кожушка, д.т.н., проф., член-кор. НААН В.А. Шашука, д.е.н., проф., академіка НААН М.А. Хвесика, д.т.н., проф. А.М. Рокочинського. Рівне, 2018. 638 с.
6. Тваринництво України 2017. [Державна служба статистики України] Київ. 2018. 165 с. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/05/zb_tu2017pdf.pdf.
7. Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області. URL: <http://dovvr.gov.ua>.
8. Рудаков Л.М., Гапіч Г.В., Чушкіна І.В. Випаровування з водної поверхні регулюючих басейнів зрошувальних систем // Вісник ДДАУ. 2017. № 2 (44). С. 74-77.
9. Рудаков Л.М. Розробка та впровадження дистанційної інформаційно-дорадчої системи оперативного управління технологіями зрошування // Вісник ДДАУ. 2012. № 2. С. 28-31.
10. Системи управління базами даних ГІС для моніторингу ґрунтів / Ушкаренко В.О. та ін. Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. 111 с.

References

1. Romashchenko, M., Yatsyuk, M., Zhovtonog, O., Dekhtiar, O., Saydak, R., & Matiash, T. (2017). Scientific principles of restoration and development of irrigation in Ukraine in the current conditions. *Land Reclamation and Water Management*, 106 (2), 3-14. Retrieved from <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/26> [in Ukrainian].
2. Balyuk, S., Romashchenko, M., Truskavetskiy, R. (2015). *Melioratsiia gruntiv (systematyka, perspektyvy, innovatsii)*. [Soil reclamation (taxonomy, prospects, innovations)]. Herson: Grin D.S. [in Ukrainian].
3. Romashchenko, M., & Dekhtyar, O. (2016). Some questions of reforming the water management sector. *Land Reclamation and Water Management*, 103 (1), 3-8. Retrieved from <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/73>. [in Ukrainian].
4. Romashchenko, M., Zhovtonog, O., Kruchenyuk, V., Saydak, R., & Knysh, V. (2014). Managing the process of recovery and sustainable use of irrigation. *Land Reclamation and Water Management*, 101, 137-147. Retrieved from file:///C:/Users/Home/Downloads/Mivg_2014_101_18.pdf. [in Ukrainian].
5. Water management in Ukraine: problems and innovation of development. (2018). Kozhushko, L.F., Stashuk, V.A., Khvesyk, M.A., & Rokochynskiy, A.M. (Ed.) Rivne. Retrieved from <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/11720>. [in Ukrainian].
6. Animal production of Ukraine 2017 [State statistics service of Ukraine] Kyiv. 2018. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/05/zb_tu2017pdf.pdf. [in Ukrainian].
7. Regionalnyi ofis vodnykh resursiv u Dnipropetrovskii oblasti. URL: <http://dovvr.gov.ua>. [in Ukrainian].
8. Rudakov, L., Napich, H., & Chushkina, I. (2017). Evaporation from the water surface of regulating basins of irrigation systems. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian University*, 2 (44), 74-77. Retrieved from <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/view/856>. [in Ukrainian].
9. Rudakov, L. (2012). Of development and introduction of the controlled from distance informatively-deliberative system of operative management of irrigation technologies. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian University*, 2, 28-31. Retrieved from <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/view/168>. [in Ukrainian].
10. Ushkarenko, V., Morozov, V., Morozov, O., Pichura, V., & Ladychuk, D. (2007). GIS database management systems for soil monitoring. Herson: HSAU. [in Ukrainian].

Л.Н. Рудаков, Г.В. Гапич

Современное состояние, динамика изменений и перспективы развития гидротехнических мелиораций в Днепропетровской области

Аннотация. Представлены результаты исследования современного состояния, динамики изменений и тенденций развития сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций на территории Днепропетровской области. Проанализировано изменение структуры поливных площадей в течение последних 50 лет. Определены основные причины уменьшения территорий орошения на правобережной и левобережной частях области. Показана тенденция сокращения орошаемых земель с 198,7 тыс. га от имеющихся мощностей до 29,4 тыс. га в современных условиях эксплуатации вследствие изменения структуры аграрного производства с кормо-зерновой базы для животноводства к выращиванию технических и зерновых культур, а также значительного ухудшения технического состояния оросительных сетей, старения и износа технологических мощностей систем водоснабжения и поливной техники. Представлено изменение орошаемых площадей по районам области в разрезе с 2004 по 2014 гг. и определены основные факторы их уменьшения или наращивания в зависимости от территориального расположения и технико-экономической целесообразности ведения орошаемого земледелия. Приведены результаты исследований качества поливной воды и распределение орошаемых площадей по ее классам. Отмечается угрожающая тенденция к увеличению полива сельскохозяйственных культур водой низкого качества или непригодной для орошения без предварительного улучшения ее физико-химических свойств. Установлено, что с 2004 по 2014 гг. площадь сельскохозяйственных угодий, полных водой I класса, уменьшилась с 16,85 тыс. га до 6,34 тыс. га, а водой 3 класса возросла с 2,2 тыс. га до 6,1 тыс. га. Приведены основные направления и пути развития, а также обозначены перспективы возрождения сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций на территории Днепропетровской области.

Ключевые слова: гидротехническая мелиорация, орошение, качество поливной воды.

L.M. Rudakov, H.V. Hapich

Modern state, dynamics of changes and prospects for the development of hydrotechnical reclamation in Dnipropetrovsk region

Abstract. The results of research of the current state, dynamics of changes and tendencies of development of agricultural hydrotechnical land reclamation in the territory of the Dnipropetrovsk region are presented. The changes in the structure of irrigated areas during the last 50 years have been analyzed. The main reasons for reduction of irrigation areas on the right bank and left-bank parts of the region are determined. The tendency of reduction of irrigated lands from 198.7 thousand hectares from available capacities to 29.4 thousand hectares under current conditions of exploitation as a result of changing the structure of agriculture production from the feed and grain base for the livestock sector to the cultivation of technical and grain crops, as well as significant deterioration technical condition of irrigation networks, aging and deterioration of technological capacities of water supply and irrigation systems. The change of irrigated area in the districts of the region in the period from 2004 to 2014 is presented and the main factors of their reduction or increase are determined depending on the territorial location and technical and economic feasibility of irrigated agriculture. The results of research on the quality of irrigation water and the distribution of irrigated areas by its classes are presented. There is a threatening tendency to increase the irrigation of agricultural crops with low quality water or not suitable for irrigation without the prior improvement of its physical and chemical properties. It was established that from 2004 to 2014, the area of agricultural land with water of class 1 decreased from 16.85 thousand hectares to 6.34 thousand hectares, while water of the 3rd class increased from 2.2 thousand hectares to 6.1 thousand hectares. The main directions and ways of development are presented, as well as outlined prospects for the revival of agricultural hydrotechnical land reclamation in the territory of the Dnipropetrovsk region.

Key words: hydrotechnical reclamation, irrigation, quality of irrigation water.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-168>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/168>

УДК 631.62:631.92

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ОСУШУВАНИХ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ

М.В. Пашкова*

Інститут водних проблем і меліорації НААН Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-8967-3919>; e-mail: marinapashkova@ukr.net

Анотація. У статті висвітлена комплексна оцінка ефективності різних систем удобрення при вирощуванні пшениці озимої в зерно-кормовій сівозміні на дерново-підзолистих осушуваних ґрунтах Волинського Полісся в умовах змін клімату. Даний підхід передбачає оцінку продуктивності пшениці озимої, як за ефективністю добрив, так і за впливом особливостей агрометеорологічних умов вегетаційного періоду. Результати аналізу засвідчили, що найвищий ефект, за впливом на рівень врожайності пшениці озимої, забезпечує органо-мінеральна система удобрення в комплексі з вапнуванням. Дана система удобрення в середньому забезпечує продуктивність пшениці на рівні 5,6 т/га, що на 8% перевищує ефект від мінеральних добрив. Аналіз динаміки врожайності по роках свідчить, що застосування збалансованих систем удобрення на 3% знижує щорічні коливання врожайності. Оцінка впливу метеорологічних умов (середньої температури повітря) вегетаційного періоду засвідчила, що найвищий статистичний зв'язок відмічається між рівнем продуктивності пшениці озимої на варіанті без внесення добрив і термічними режимами ранньовесняного ($r=0,85$) та весняно-літнього періодів ($r=-0,71$). Середні температури ранньовесняного періоду більше 5°C сприяють більш раннім термінам початку весняних процесів та збільшенню рівня врожайності пшениці озимої на 1-1,5 т/га. Підвищення середніх температур весняно-літнього періоду з $15,5^{\circ}\text{C}$ на $1,5^{\circ}\text{C}$ навпаки знижує рівень врожайності на 1,5 т/га. На основі встановлених закономірностей опрацьовано математичні залежності формування врожайності пшениці озимої від температурного режиму вегетаційного періоду. Кількісна комплексна оцінка впливу вищезазначених факторів дозволяє визначити можливий потенціал продуктивності пшениці озимої з урахуванням забезпечення її елементами живлення та температурним режимом окремих періодів її вегетації.

Ключові слова: осушувані землі, система удобрення, математичні моделі, пшениця озима, продуктивність, агрометеорологічні умови, зміни клімату.

Актуальність. У структурі посівів зернових культур на Поліссі пшениця озима займає 18% (близько 800 тис. га). У цей час, унаслідок глобальних та регіональних змін клімату, незважаючи на значне збільшення в цій зоні теплолюбивих культур (кукурудзи, соняшнику, сої), пшениця озима залишається провідною зерновою культурою. Зокрема у Волинській області площа пшениці озимої коливається в межах 130-160 тис. га, а її врожайність за останні п'ять років перевищує 4 т/га, що на 1-1,5 т/га вище крайніх південних областей. Окрім цього, зона Полісся характеризується значно нижчим міжрічним коефіцієнтом коливання продуктивності пшениці – 22%, проти 36% у зоні Степу [1-3]. Проте ці коливання, незважаючи на розвиток матеріально-технологічного забезпечення землеробства, залишаються на високому рівні.

Одним із напрямів стабілізації виробництва продукції рослинництва є управління продукційним процесом вирощування с.-г. культур,

яке неможливо реалізувати без системи його програмування, моделювання та прогнозування. Нині існує значна кількість математичних моделей процесу формування продуктивності польових культур [4-6], але вони потребують уточнення у зв'язку зі зміною як зовнішніх факторів (клімат, ґрунти та ін.), так і факторів виробництва (технології). Отже це питання, особливо під впливом агрометеорологічних факторів, залишається актуальним.

Отже основною метою досліджень є оцінка впливу кліматичних змін, а саме підвищення середньої температури повітря на формування врожаю пшениці озимої на осушуваних землях Західного Полісся.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному довготривалому польовому досліді «Вдосконалення і освоєння енергоекономних і природоохоронних систем землеробства на осушуваних землях, які забезпечують розширене відтворення ґрунтової родючості і одержання

* під керівництвом канд. с.-г. наук Сайдак Р.В.

© М.В. Пашкова, 2019

запланованих урожаїв сільськогосподарських культур в умовах Волинської області», який розташований на осушуваних землях Волинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН.

Польовий дослід закладено в межах Копачівської осушувальної системи. Система забезпечена мережею відкритих каналів та гончарного дренажу (відстань між дренами – 12 м, глибина закладання дрен – 0,8 м). Рельєф дослідної ділянки рівнинний із слабовираженим мікрорельєфом.

Ґрунт – дерново-слабопідзолистий глейовий піщанисто-легкосуглинковий на водно-льодовикових відкладах. Потужність гумусового горизонту – 28 см, польова (найменша) вологоємність – 17,1%, щільність будови ґрунту – 1,44 г/см³, вміст гумусу – 1,31%, рН сольової витяжки – 4,9-5,4. Вміст легкогідролізованого азоту та рухомого фосфору – середній, обмінного калію – високий.

Клімат зони – помірно вологий. Середньорічна кількість опадів за 2009-2017 рр. по метеостанції Луцьк становила 520-800 мм, за період активної вегетації сільськогосподарських культур – 440-500 мм. Середня річна температура повітря – 9,1°C, за період вегетації – 17,1°C, сума активних температур повітря становить 2787°C. Середні значення ГТК (квітень- вересень) коливались від 0,9 до 2,0, тобто відповідали як посушливим, так і надмірно вологим умовам.

Дослід проводили у п'ятипільній зерно-кормовій сівозміні із таким чергуванням культур: 1 – конюшина лучна, 2 – пшениця озима, 3 – однорічні трави, 4 – кукурудза на силос, 5 – ячмінь із підсівом конюшини. Загальна площа стаціонарного дослідного ділянки – 3,2 га. Повторність – триразова. Посівна площа ділянки 100 м², облікова 50 м².

Досліджували системи удобрення: контроль (без добрив); органічна – заробка сидератів (2-й укіс конюшини лучної); мінеральна – N₆₀P₆₀K₆₀ + вапно; органо-мінеральна – N₆₀P₆₀K₆₀ + сидерат + вапно.

У процесі виконання роботи використано загальноприйняті методи досліджень:

польовий, лабораторний, системний аналіз багаторічних результатів польового дослідження і метеорологічних спостережень із використанням математично-статистичних методів, кореляційного і регресійного аналізу.

Результати дослідження. При узагальненні та систематизації отриманих результатів стаціонарного польового дослідження встановлено, що найвищу ефективність забезпечує органо-мінеральна система удобрення з використанням мінеральних добрив в комплексі з сидерацією і вапнуванням. Середня врожайність зерна пшениці за 2013-2017 рр. в даному варіанті становила 5,7 т/га (табл. 1), що на 38% перевищило абсолютний контроль (без внесення добрив).

Також досить високу ефективність забезпечила і мінеральна система удобрення з періодичним вапнуванням. Врожайність пшениці за цієї системи удобрення становила 5,3 т/га і за роки досліджень коливалась від 3,6 до 6,5 т/га.

Сидерація (2-й укіс конюшини лучної) також сприяла підвищенню врожайності пшениці озимої на 0,4 т/га (9%), проте в окремі роки її ефективність не перевищувала статистичної похибки.

Найменшою сталістю та абсолютним рівнем врожайності характеризується контрольний варіант (без добрив). Коефіцієнт варіації врожайності за роки досліджень сягає 27% проти 19% за органо-мінеральної системи удобрення. Окрім цього, слід зазначити, що середня врожайність пшениці в досліді без внесення добрив є близькою до її середнього рівня у виробничих умовах.

Аналіз динаміки багаторічної врожайності пшениці озимої свідчить про те, що залежно від конкретних кліматичних умов року відхилення її від середнього рівня змінювалось на фоні природної родючості ґрунту від 2,5 до 5,6 т/га. У варіанті із сидератом – від 2,9 до 5,8 т/га, при застосуванні мінеральних добрив – від 3,6 до 6,5 т/га, а при органо-мінеральній системі удобрення від 4,2 до 6,8 т/га. Коефіцієнт варіації [7] врожайності без застосування добрив

1. Врожайність пшениці озимої за різних систем удобрення, т/га (в середньому за 2013-2017 рр.)

Система удобрення	Середня	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт варіації, %
По області	4,2	3,6	4,5	25
1. Без добрив (контроль)	4,1	2,5	5,6	27
Органічна				
2. Сидерат	4,5	2,85	5,8	23
Мінеральна				
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + вапно	5,3	3,6	6,5	22
Органо-мінеральна				
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + сидерат + вапно	5,7	4,2	6,8	19

є максимальним і становить 27%. Внесення добрив сприяло зниженню варіабельності врожайності пшениці озимої до 19-23%.

Мінливість та нестабільність кліматичних умов при незмінних технологічних заходах викликає коливання врожайності пшениці озимої по роках, і чим вищий рівень продуктивності, тим більші ці коливання. Значно знизити їх і підвищити рівень продуктивності можливо при максимальному використанні агрометеорологічного потенціалу [8].

Порівняльний аналіз динаміки врожайності пшениці озимої в часі (рис. 1) показує зростання тренду за всіх систем удобрення, а міжрічні коливання на фоні трендів викликані впливом зовнішніх, головним чином метеорологічних факторів.

Максимальний врожай зерна пшениці за всіх систем удобрення відмічено в 2015-2016 рр., коли склались найбільш сприятливі метеорологічні умови під час вегетаційного періоду, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин. Це свідчить про суттєвий вплив особливостей метеорологічних умов вегетаційного періоду на рівень врожайності пшениці озимої.

Кореляційний аналіз врожайності пшениці озимої на фоні природної родючості ґрунту

(без внесення добрив) із середньодекадною температурою повітря за лютий-липень (табл. 2) показав, що найбільш значимий зв'язок між цими показниками відмічається з другої декади лютого (0,7) по першу декаду березня (0,84). У подальшому, ця залежність дещо знижується, однак до першої декади квітня вона залишається позитивною. Загалом коефіцієнт кореляції середньої температури повітря з врожайністю пшениці в ранньовесняний період (з другої декади лютого по першу декаду квітня) становить 0,85.

Залежність урожайності пшениці від середньої температури повітря за ранньовесняний період описується регресійним рівнянням другого порядку (рис. 2). Низький температурний режим у цей період свідчить про пізні терміни початку весняної вегетації культури, що негативно відображається на рівні продуктивності пшениці. Порівняно високі температури у вищевказаний період, навпаки, сприяють більш раннім термінам початку весняних процесів і відповідно позитивно впливають на формування величини врожайності [9; 10].

Коефіцієнт кореляції середньої температури повітря та врожайності пшениці у весняно-літній період (друга декада квітня – друга

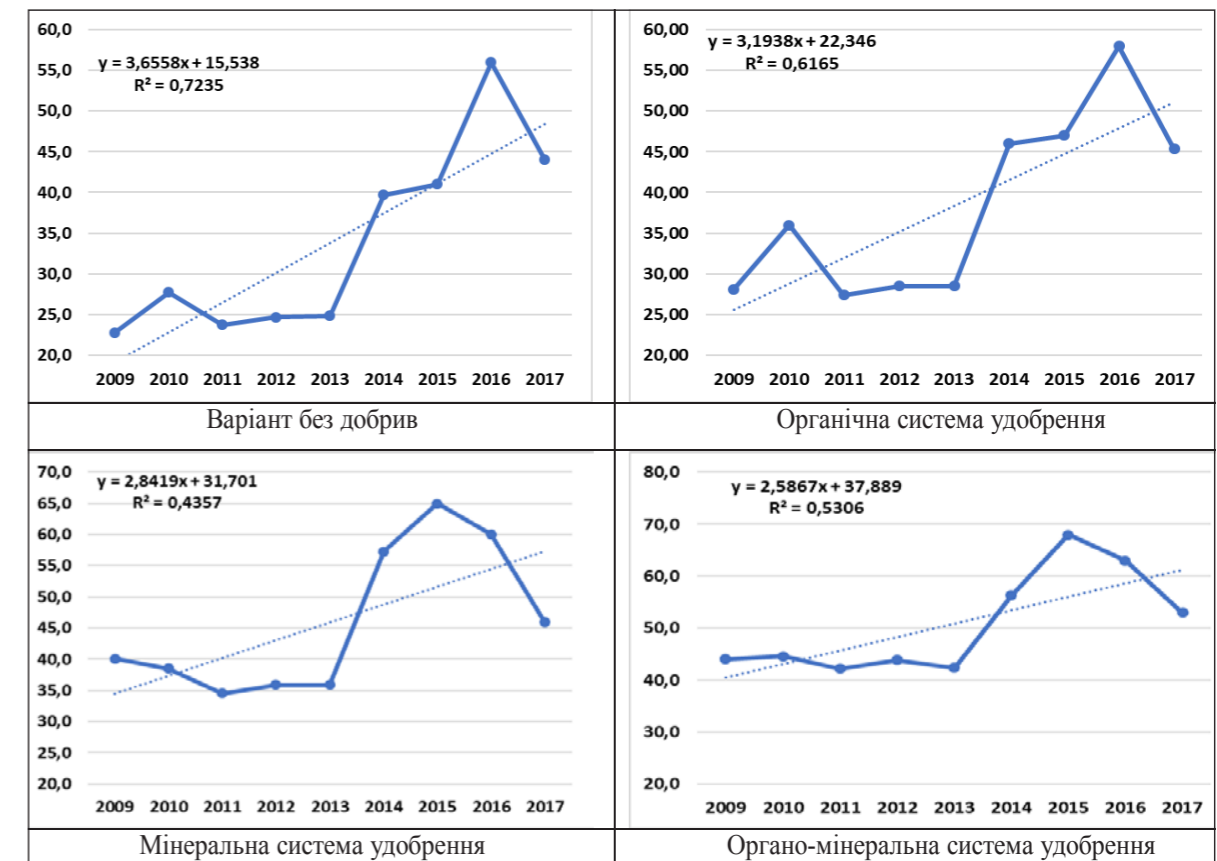


Рис. 1. Динаміка врожайності пшениці озимої за 2009-2017 рр. залежно від систем удобрення

2. Коефіцієнти кореляції середньомісячної температури повітря з врожайністю пшениці озимої на контролі

Місяці	Температура повітря, 0С		
	1 декада	2 декада	3 декада
Лютий	0,31	0,70	0,69
Березень	0,84	0,41	0,26
Квітень	0,46	0,06	-0,58
Травень	-0,16	-0,51	0,20
Червень	-0,20	-0,59	-0,37
Липень	-0,30	-0,23	-
Ранньовесняний період	0,85		
Весняно-літній період	-0,71		

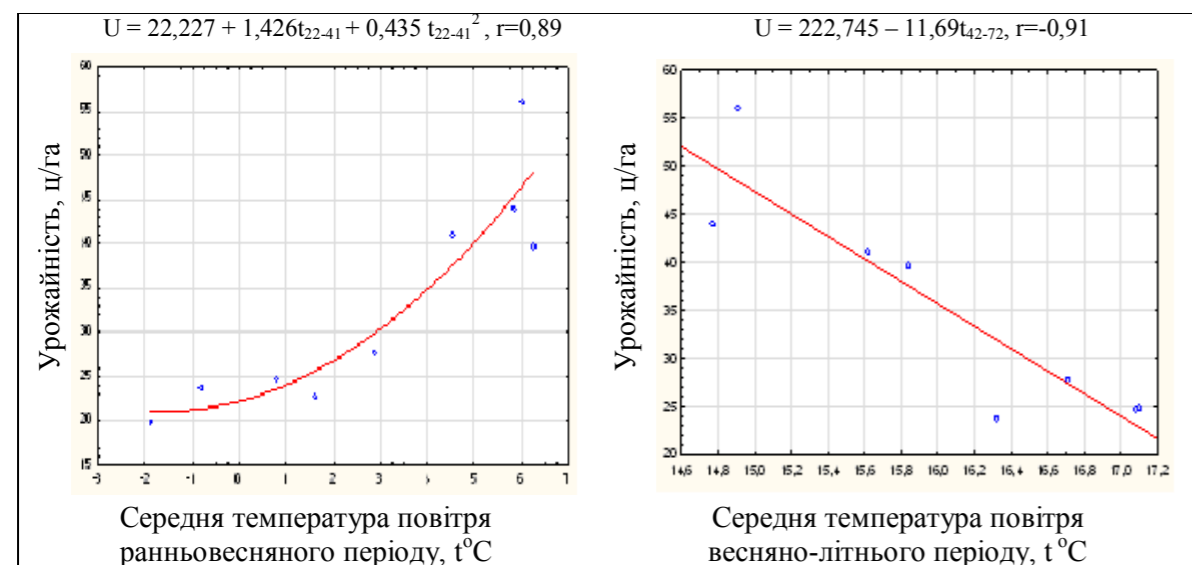


Рис. 2. Залежність урожайності пшениці озимої на контролі від середньої температури повітря

декада липня) змінює знак на від'ємний і становить загалом за вказаний період – 0,71. Вплив температури повітря за цей період має лінійну залежність (рис. 2). Підвищення середніх температур з 15,5°C на 1,5°C знижує рівень врожайності пшениці озимої на 1,5 т/га.

Середня температура повітря ранньовесняного та весняно-літнього періоду має сумісний вплив на формування врожайності пшениці, тому за допомогою лінійного рівняння встановлено математичну залежність між цими показниками (1):

$$U = 65,589 + 2,736 \times t_1 - 2,472 \times t_2 \quad (1)$$

де U – врожайність озимої пшениці без добрив, ц/га;

t_1 – середня температура повітря з 2 декади лютого по 1 декаду квітня, °C;

t_2 – середня температура повітря з 2 декади квітня по 2 декаду липня, °C.

Достовірність розрахунків можливих рівнів урожайності пшениці на основі цих залежностей становить 86%, при допустимій похибці $\pm 10\%$.

Висновки. Результати дослідження 4-х систем удобрення показали, що найвищу ефективність на дерново-слабопідзолистому осушуваному ґрунті забезпечила органо-мінеральна система з періодичним вапнуванням. Середня врожайність зерна пшениці озимої за даної системи удобрення становила 5,7 т/га (+38% до контролю). Аналіз динаміки врожайності по роках свідчить про те, що застосування збалансованих систем удобрення скорочує амплітуду коливань урожайності зерна з 27% до 19%.

Установлені кореляційні залежності показують, що температурні режими 2-ї декади лютого – 1-ї декади квітня ($r=0,85$) та 2-ї декади квітня – 2-ї декади липня ($r=-0,71$) мають суттєвий вплив на формування урожайності зерна пшениці озимої. При середніх температурах ранньовесняного періоду більше 5°C рівень урожайності пшениці озимої збільшується на 1-1,5 т/га і навпаки, підвищення середніх температур весняно-літнього періоду з 15,5°C на 1,5°C знижує його на 1,5 т/га.

Установлена математична залежність родючості ґрунту при мінливості агрометеорологічних особливостей років, а саме температури пшениці озимої на фоні природної ратурного режиму.

Бібліографія

1. Меліоровані агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України зони зрошення і осушення / за ред.: М.І. Ромащенко, Ю.О. Тараріка. – [НААН України, Інститут водних проблем і меліорації]. Ніжин, 2017. С. 18-20.
2. Формування біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва Лівобережного Полісся (рекомендації). За ред. Тараріка Ю.О., Берднікова О.М. Київ: ДІА, 2012. 246 с.
3. Методика оцінки ефективності агротехнологій з урахуванням гідротермічних умов за ред. чл.-кор. НААН Ю.О.Тараріка: Київ, Аграрна наука, 2013, 63 с.
4. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці / А.М. Польовий, М.І. Кульбіда, Т.І. Адаменко, І.В. Трофімова // Укр. гідрометеорол. журн. 2007. № 2. С. 76-91.
5. Прогнозування урожайності озимої пшениці: сравнительный анализ результатов регрессионных и биофизических моделей/ Ф. Коган и др. // Пробл. упр. и информатики. 2013. № 3. С. 138-150.
6. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ: Ніка-Центр. 2010. С. 234-240.
7. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаяев. Москва: Россельхозиздат, 1977. 186 с.
8. Сайдак Р.В. Вплив гідротермічних умов та систем удобрення на продуктивність озимої пшениці в зоні Полісся / Р.В. Сайдак // Меліорація і водне господарство. 2011. Вип. 99. С. 351-362.
9. Меденец В.Д. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов. Москва: Колос, 1982. 174 с.
10. Нетіс І.Т. Початок весни та догляд за посівами озимої пшениці // Наук. пр. "Управління онтогенезом рослин". Полтава, 2001. Вип. 2. С. 60-62.

References

1. Romashchenko, M.S., & Tararyko, Yu. O. (Ed.). (2017). Meliorovani agroekosy`stemy`. Ocinka ta racional`ne vy`kory`stannya agroresursnogo potencialu Ukrayiny` zony` zroshennya i osushennya [Reclaimed agro ecosystems. Assessment and rational use of the agrarian resource potential of the irrigation and drainage zone in Ukraine]. Nizhyn. [in Ukrainian].
2. Tarariko, Yu.O., & Berdnikov, O.M. (Ed.). (2012) Formuvannya bioenerhetychnykh agroekosystem v zoni Polissia Ukrainy. Naukovo-tehnolohichne zabezpechennia ahrarnoho vyrobnytstva Livoberezhnoho Polissia (rekomentatsii) [Formation of bioenergetic agro ecosystems in the Polissya area of Ukraine. Scientific and technological support of agrarian production of the Left Bank Polissya (recommendations)]. Kyiv:DIA. [in Ukrainian].
3. Tarariko Yu.O. (Ed.) (2013). Metodyka otsinky efektyvnosti ahrotekhnolohii z urakhuvanniam hidrotermichnykh umov [Methodology of estimation of agrotechnological efficiency taking into account hydrothermal conditions]. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
4. Polovyi, A.M., Kulbida, M.I., Adamenko, T.I., & Trofimova, I.V. (2007). Modeliuvannya vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannya ta fotosyntetychnu produktyvnist ozymoi pshenytsi [Modeling the impact of climate change on agro-climatic conditions of growing and photosynthetic productivity of winter wheat]. Ukrainian hidrometeorological journal, 2, 76-92. [in Ukrainian].
5. Kohan, F., Kussul, N.N., Adamenko, T.Y., & Skakun, S.V. et al. (2013). Prohnozyrovanye urozhainosty ozymoi pshenytsi: sravnitelni analiz rezultatov rehressyonnykh y byofyzycheskykh modelei [Forecasting the yield of winter wheat: a comparative analysis of the results of regression and biophysical models]. Probl. upr. y ynformatyky, 3, 138-150. [in Russian].
6. Dmytrenko, V.P. (2010). Pohoda, klimat i urozhai polovykh kultur. [Weather, climate and yield of field crops]. Kiiiv: Nika-Tsentr. [in Ukrainian].
7. Kaiumov, M.K. (1977). Spravochnyk po prohrammyrovanyiu urozhaev. [Yield Programming Handbook]. Moskva: Rosselkhozizdat. [in Russian].
8. Saidak, R.V. (2011). Vplyv hidrotermichnykh umov ta system udobrennia na produktyvnist ozymoi pshenytsi v zoni Polissia [Influence of hydrothermal conditions and fertilizer systems on the productivity of winter wheat in the Polesie area]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 99, 351-362. [in Ukrainian].

9. Medenets, V.D. (1982). Vesennye razvytye y produktyvnost ozymikh khlebov [Spring growth and productivity of winter breads] Moskva: Kolos. [in Russian].

10. Netis, I.T. (2001). Pochatok vesny ta dohliad za posivamy ozymoi pshenytsi [The beginning of spring and care of crops of winter wheat]. Upravlinnia ontohenezom roslyn. Poltava, 2, 60-62. [in Ukrainian].

М.В. Пашкова

**Продуктивность пшеницы озимой на осушаемых дерново-подзолистых почвах
Волынского Полесья в зависимости от систем удобрения и температурного режима**

Аннотация. В статье приведена комплексная оценка эффективности различных систем удобрения при выращивании пшеницы озимой в зерно-кормовом севообороте на дерново-подзолистых осушаемых почвах Волынского Полесья в условиях изменений климата. Данный подход предполагает оценку продуктивности пшеницы озимой как по эффективности удобрений, так и по влиянию особенностей агрометеорологических условий вегетационного периода. Результаты анализа показали, что самый высокий эффект по влиянию на уровень урожайности озимой пшеницы обеспечивает органо-минеральная система удобрения в комплексе с известкованием. Данная система удобрения в среднем обеспечивает продуктивность пшеницы на уровне 56 ц/га, что на 8% превышает эффект от минеральных удобрений. Анализ динамики урожайности по годам показывает, что применение сбалансированных систем удобрения на 3% снижает ежегодные колебания урожайности. Оценка влияния метеорологических условий (средней температуры воздуха) вегетационного периода показала, что самая высокая статистическая связь отмечается между уровнем продуктивности пшеницы и термическими режимами ранневесеннего ($r = 0,85$), и весенне-летнего ($r = -0,71$) периодов. Средние температуры ранневесеннего периода больше 5°C способствуют более ранним срокам начала весенних процессов и увеличению уровня урожайности озимой пшеницы на 1-1,5 т/га. Повышение средних температур весенне-летнего периода с $15,5^{\circ}\text{C}$ на $1,5^{\circ}\text{C}$ снижает уровень урожайности на 1,5 т/га. На основе установленных закономерностей обработаны математические зависимости формирования урожайности озимой пшеницы от температурного режима вегетационного периода. Количественная комплексная оценка влияния вышеупомянутых факторов позволяет определить возможный потенциал продуктивности пшеницы озимой с учетом обеспечения ее элементами питания и температурным режимом отдельных периодов ее вегетации.

Ключевые слова: осушаемые земли, система удобрения, математические модели, пшеница озимая, продуктивность, агрометеорологические условия, изменения климата.

М. V. Pashkova

**Winter wheat productivity on drained sod-podzolic soils of Volyns Polissya
depending on applying fertilizer systems and temperature conditions**

Abstract. The article highlights a comprehensive assessment of the effectiveness of various fertilizer systems for growing winter wheat in grain-fodder crop rotation on sod-podzolic drained soils of Volyn Polissya under climate change. This method involves assessing the productivity of winter wheat by the effectiveness of fertilizers and the influence of agrometeorological conditions during the growing season. The results of the analysis showed that the highest effect on the yield of winter wheat was provided when applying an organo-mineral fertilizer system in combination with liming. This fertilizer system provides, on average, wheat productivity as 5,6 t/ha, which is 8% higher than the effect of mineral fertilizers. The analysis of crop yield dynamics over the years suggests that the application of balanced fertilizer systems reduces the annual fluctuations in yield by 3%. The analysis of the influence of meteorological conditions (average air temperature) of the growing season showed that the highest correlation was revealed between the level of wheat productivity and the temperature regime of the early spring period ($r = 0,85$) as well as spring-summer period ($r = -0,71$). The average temperatures of the early spring period of more than 5°C contributed to the earlier terms of the beginning of spring processes and increased the yield of winter wheat by 1-1.5 t/ha. The increase in average temperatures in the spring and summer period from 15.5°C to 1.5°C , on the contrary, reduced the yield by 1.5 t/ha. On the basis of the established features, the mathematical dependences of winter wheat yield formation on the temperature regime of the vegetation period were made. A quantitative comprehensive evaluation of the influence of the above mentioned factors enabled to determine the potential productivity of winter wheat, taking into account the provision of nutrients and the temperature regime of growing seasons.

Key words: drained land, fertilizer system, mathematical models, winter wheat, productivity, meteorological conditions, climate change.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-159>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/159>

УДК 633.31:579.2:631.6 (477.72)

**ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ БУЛЬБОЧКОВИМИ Й ЕНДОФІТНИМИ
БАКТЕРІЯМИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ РІЗНОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ
В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

О.Д. Дубинська¹, наук. співробітник, Л.В. Титова², канд. біолог. наук

¹ Асканійська ДСДС Інституту зрошувального землеробства НААН, с.Тавричанка, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-5572-0094>; e-mail: klenova-dubinskaelena76@ukr.net

² Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна; e-mail: ltytova.07@gmail.com

Анотація. У статті наведено результати досліджень щодо впливу інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, що входять до складу комплексного препарату Ризобін^К, а також за їх сумісного застосування з окремими штамами ендоефітних бактерій (*Raenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) та *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 на урожайність ультраскоростиглого сорту сої Діона і середньораннього сорту Аратта в умовах зрошення південного Степу України. Максимальна врожайність сорту Діона сформувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4-3, 12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Високу врожайність сої сорту Діона – 2,85 т/га і сорту Аратта – 2,40 т/га також було отримано за інокуляції насіння бактеріальним комплексом Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5. Найменшу врожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,27 т/га сорту Діона і 2,13 т/га – сорту Аратта. Передпосівна інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями, в порівнянні з контрольними варіантами, істотно впливала на формування врожаю різних за скоростиглістю сортів сої, що сприяло підвищенню урожайності сорту Діона на 0,58-0,85 т/га і сорту Аратта – на 0,27-0,42 т/га. Вплив погоднокліматичних умов при формуванні врожаю сортів сої встановлювали шляхом визначення потенційного випаровування, або випаровуваності, дефіциту вологозабезпечення та коефіцієнта зволоження. Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення за міжфазними періодами сортів сої, що вивчалися, істотно змінювалися й залежали від середньодобової температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетативного періоду. Так, кількість атмосферних опадів протягом періоду квітень-вересень складала: 2017 р. – 194,5 мм; 2018 р. – 88,9 мм і суттєво відрізнялася від суми опадів за 1945-2010 рр., які не перевищували 221,7 мм.

Ключові слова: соя, інокуляція, урожайність, бульбочкові бактерії, ендоефіти, симбіоз, зрошення.

Постановка проблеми. Соя [*Glycine max* (L.) Merr.] – високопродуктивна зернобобова рослина, яка належить до найважливіших культур світового землеробства [1]. На сьогодні вона найбільш поширена серед зернових бобових і олійних культур. Крім того, має велике зернове, харчове і кормове значення для багатьох країн. Вказана культура посідає центральне місце у розв'язанні проблеми білка та олії й четверте місце у світі за обсягами виробництва зерна після кукурудзи, пшениці та рису [2]. Одна з найбільш унікальних особливостей сої – здатність у симбіозі з азотфіксуючими бактеріями утворювати кореневі бульбочки і накопичувати симбіотичний азот, що сприяє підвищенню її продуктивності [3]. Зараз симбіотична азотфіксація входить до кола досить актуальних питань і потребує ефективних заходів, які б сприяли підвищенню її специфічності, тобто здатності вступати в ефективний симбіоз з певним набором сортів і видів бобових рослин. Останнє

сприяє збільшенню виробництва продукції та економії енергетичних ресурсів за рахунок природного джерела. Такі технології засновані на використанні мікробних препаратів на основі живих клітин ефективних бульбочкових бактерій, які у симбіозі з бобовими рослинами фіксують атмосферний азот у доступній рослинам формі [4].

Актуальність дослідження. Дуже важливим для агропромислових підприємств є підвищення врожаю сої на зрошуваних землях завдяки розробленню та запровадженню менш енергоємних, більш продуктивних агротехнологічних заходів. Для підвищення ефективності симбіотичної фіксації останнім часом застосовують комплексну інокуляцію насіння бобових культур бульбочковими бактеріями разом з ендоефітними. Відома здатність ендоефітів синтезувати біологічно активні метаболіти з рістстимулювальними властивостями й антимікробною дією на фітопатогени [5; 10].

© О.Д. Дубинська, Л.В. Титова, 2019

2019 • № 1 МЕЛІОРАЦІЯ І ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО

Дані останніх років свідчать про позитивний вплив ендоефітних бактерій на зниження стресу від засухи, що було продемонстровано на рослинах пшениці, вирощеної за зменшених норм зрошення [6]. Проте питання про ефективність застосування інокулянтів на основі ризобій та ендоефітних бактерій ще недостатньо вивчене. Тому оцінювання ефективності їх використання є надзвичайно важливим для подальшого розвитку існуючих наукових знань про мікробно-рослинний симбіоз бобових сільськогосподарських культур.

Активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроценозу, який зараз у сільськогосподарській практиці використовується недостатньо. Тому надзвичайно важливою є широкомасштабна біологізація агротехнологій вирощування зернобобових культур для забезпечення умов реалізації природних процесів.

Метою наукових досліджень є встановлення ефективності впливу комплексної інокуляції насіння штамми бульбочкових та ендоефітних бактерій на врожай різних за скоростиглістю сортів сої в умовах зрошення південної частини зони Степу України.

Матеріали і методи дослідження. Завданням наукових досліджень було вивчення особливостей формування врожаю сортів сої за інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення південного Степу України. Польові та лабораторні дослідження проводили на Асканійській ДСДС ІЗЗ НААН, розташованій в с. Тавричанка, Каховського району, Херсонської області протягом 2017-2018 рр. Грунти – темно-каштанові середньосуглинкові, з глибиною гумусного шару 45-50 см. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному 0-27 см шарі становить 2,15%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 50,0 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінімом) – 24,0 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 400 мг/кг ґрунту. Найменша вологосмісткість 0-50 см шару – 22,6%; 0-70 см – 22,0 і 0-100 см – 21,3%; вологість в'янення, відповідно, – 9,8%; 9,7 і 9,5% до ваги абсолютно сухого ґрунту.

Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплених ділянок в чотириразовій повторності, де головні ділянки (ділянки першого порядку), фактор А – сорти сої: ультраскоростиглий – Діона і середньоранній – Аратта, субділянки (ділянки другого порядку), фактор В – передпосівна інокуляція насіння різними штамми бульбочкових і ендоефітних бактерій: Контроль 1 (без обробки насіння водою); Контроль 2 (обробка насіння водою);

Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *Bradyrhizobium japonicum*: *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); Ризобін^К + *Paenibacillus* sp. 1; Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4; Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5; Ризобін^К + *Pseudomonas* sp. 6; Ризобін^К + *Bacillus megaterium* УКМ В-5724.

Для інокуляції насіння використано штамми бульбочкових й ендоефітних бактерій з колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Сорт Діона – створений в Інституті зрошувального землеробства НААН шляхом гібридизації сорту Юг 30 / (Меріт / Вузьколиста) / (*Mapleresto*). Сорт відноситься до підвиду манчжурський, різновидність *albo* – *sublutea*, апробаційна група *glauca*. Занесений до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2009 р., і рекомендований для усіх природно-кліматичних зон України.

Сорт Аратта – створений в Інституті зрошувального землеробства НААН методом гібридизації сорту Юг-30 / Колубар з послідовним багаторазовим добором. З 2014 р. сорт занесений до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні [7].

Площа посівної ділянки – 240,0 м², облікової – 17 м². Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня сівалкою «Клен» шириною міжрядь 45 см на глибину 6 см. Норма висіву насіння сорту Діона – 800000 і Аратта – 600000 схожих насіннін на 1 га. Зрошувальна норма для сорту Діона за роки досліджень складала 2700-3650, відповідно, сорту Аратта – 3330-3950 м³/га. Облік врожаю за варіантами польового дослідження виконували за 100% дозрівання насіння в бобах. Збирання врожаю проводили комбайном «Сампо-130». Статистичний аналіз експериментальних даних виконували шляхом застосування дисперсійного, кореляційного аналізів за загальноприйнятою методикою польового дослідження [8].

Вплив погодно-кліматичних умов при формуванні врожаю сортів сої встановлювали шляхом визначення потенційного випаровування, або випаровуваності, дефіциту вологозабезпечення та коефіцієнта зволоження (K_z) як відношення суми опадів (P) за вегетаційний період до випаровуваності (E_o):

$$K_z = \frac{\sum P}{E_o}$$

Випаровуваність, дефіцит вологозабезпечення та коефіцієнт зволоження визначали за середньодобовими показниками температури, відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, що випадали, за Н.Н. Івановим [9]. Метеорологічні показ-

ники наведено за даними спостережень метеорологічної станції смт. Асканія-Нова. Згідно з прийнятою класифікацією для природно-кліматичних зон України при $K_z = 1,00-1,33$ і більше – високозволожена зона; $K_z = 1,00-0,77$ – напівволога; $K_z = 0,77-0,55$ – напівпосушлива; $K_z = 0,55-0,44$ – посушлива; $K_z = 0,44-0,33$ – дуже посушлива; $K_z = 0,33-0,22$ – напівсуха зона; $K_z = 0,22-0,12$ – напівпустеля; $K_z = 0,12$ і менше – пустеля. Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення за міжфазними періодами сортів сої, що вивчалися, істотно змінювалися й залежали від середньодобової температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду.

Результати дослідження та їх обговорення. Загальна кількість атмосферних опадів за роки проведення досліджень істотно відрізнялася від середньобагаторічних даних за 1945-2010 рр. Так, кількість атмосферних опадів протягом періоду квітень-вересень складала: 2017 р. – 194,5 мм; 2018 р. – 88,9 мм і суттєво відрізнялася від суми опадів за 1945-2010 рр., які не перевищували 221,7 мм.

Особливістю вегетаційного періоду в рік закладки польового дослідження (2017 р.) виявилася недостатня кількість опадів у травні – 8,5 мм; червні – 0,4 і вересні – 13,7 мм. Проте у квітні кількість опадів складала 76,5 мм; липні – 62,4 і серпні – 33,0 мм. Випаровуваність досягала 901,3 мм, у тому числі: у квітні – 54,5 мм; травні – 114,4; червні – 178,9; липні – 186,3; серпні – 235,9 і вересні – 131,3 мм. Дефіцит вологозабезпечення у весняні, літні й осінні місяці вегетаційного періоду 2017 р. суттєво залежав від середньомісячних показників температури, відносної вологості повітря й кількості атмосферних опадів, що випадали, і складав: у травні – 105,9 мм; червні – 178,5; липні – 123,9; серпні – 202,9 і вересні – 117,6 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і досягав 706,8 мм і порівняно з середніми багаторічними показниками був вищим на 194,3 мм, або на 37,9%.

Веgetаційний період 2018 р. був вкрай несприятливим для росту та розвитку рослин сої, оскільки кількість атмосферних опадів, яка випала протягом квітня-вересня, склала лише 88,9 мм, у тому числі у квітні – 2,7 мм; травні – 18,7 мм; червні – 11,0 мм; липні – 36,9 мм; серпні – 0,1 мм і вересні – 19,5 мм. Випаровуваність досягала 1008,4 мм, у тому числі: у квітні – 100,0 мм; травні – 173,1 мм; червні – 189,7 мм; липні – 156,6 мм; серпні – 251,5 мм і вересні – 137,5 мм. Дефіцит воло-

гозабезпечення у весняні, літні й осінні місяці складав: у квітні – 97,3 мм, травні – 154,4 мм; червні – 178,7 мм; липні – 119,7 мм; серпні – 251,4 мм і вересні – 118,0 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і досягав 919,5 мм і порівняно з середніми багаторічними показниками був вищим на 407 мм, або на 79,4%.

У 1945-2010 рр. протягом вегетаційного періоду (квітень-вересень) випаровуваність у середньому за шістьдесят п'ять років спостережень досягала 734,2 мм, кількість атмосферних опадів не перевищувала 221,7 мм, а дефіцит вологозабезпечення становив 512,5 мм. Середня температура повітря у квітні-травні досягала 9,6-15,8 °С, у червні-серпні – 20,3-22,2 °С, відповідно, відносна вологість повітря у квітні-травні складала 67-71%, червні – 64, липні – 59 і серпні – 59% (табл. 1).

Аналіз впливу погодних умов, як основних нерегульованих факторів, на формування врожаю насіння різних за скоростиглістю сортів сої в 2017-2018 рр, свідчить, що на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах південної частини зони Степу у літні та осінні місяці вегетації культури спостерігався істотний дефіцит атмосферних опадів, насамперед, у травні, червні, серпні та вересні, і лише проведення вегетаційних поливів запобігло прояву негативного впливу на ріст і розвиток рослин культури.

Застосування штамів бульбочкових й ендоефітних бактерій при інокуляції посівного матеріалу істотно вплинуло на врожайність насіння різностиглих сортів сої. У середньому за 2017-2018 рр. найвищу врожайність насіння сої отримано за передпосівної інокуляції бульбочковими бактеріями, що є основою препарату Ризобін^К, у комплексі з ендоефітними бактеріями. Зокрема максимальна врожайність сорту Діона формувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Високу врожайність сої сорту Діона – 2,85 т/га і сорту Аратта – 2,40 т/га також було отримано за інокуляції насіння бактеріальним комплексом Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5. Найменшу врожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,27 т/га сорту Діона і 2,13 т/га – сорту Аратта (табл. 2).

А. Оцінка істотності часткових відмінностей:

$$НІР_{05} (A) = 0,1 \text{ т/га}; НІР_{05} (B) = 0,2 \text{ т/га}$$

В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів:

$$НІР_{05} (A) = 0,1 \text{ т/га}; НІР_{05} (B) = 0,1 \text{ т/га}$$

1. Гідротермічні умови вегетаційних періодів 2017-2018 рр. та середні багаторічні показники за 1945-2010 рр. (за даними метеорологічної станції смт. Асканія-Нова)

Місяць	Показники					
	середня температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	сума опадів, мм	випаровуваність, мм	дефіцит вологозбезпечення, мм	коефіцієнт зволоження
Сухий (95%) забезпеченістю опадами 2017 р.						
Квітень	8,5	73	76,5	54,5	- 22,0	1,40
Травень	15,9	62	8,5	114,4	105,9	0,07
Червень	22,0	55	0,4	178,9	178,5	0,01
Липень	23,5	56	62,4	186,3	123,9	0,33
Серпень	25,2	48	33,0	235,9	202,9	0,14
Вересень	19,4	63	13,7	131,3	117,6	0,10
За IV-IX	19,1	59	194,5	901,3	706,8	0,22
Сухий (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р.						
Квітень	12,8	61	2,7	100,0	97,3	0,03
Травень	18,9	50	18,7	173,1	154,4	0,11
Червень	22,4	53	11,0	189,7	178,7	0,06
Липень	24,3	64	36,9	156,6	119,7	0,24
Серпень	25,0	44	0,1	251,5	251,4	0,01
Вересень	18,7	60	19,5	137,5	118,0	0,14
За IV-IX	20,3	55	88,9	1008,4	919,5	0,09
Середні багаторічні показники за 1945-2010 рр.						
Квітень	9,6	71	24,6	62,5	37,5	0,43
Травень	15,8	67	26,8	98,9	60,6	0,39
Червень	20,3	64	38,3	133,0	83,3	0,37
Липень	23,0	59	49,7	170,0	125,7	0,26
Серпень	22,2	59	44,3	164,4	132,4	0,19
Вересень	16,5	66	32,0	105,4	74,8	0,29
За IV-IX	17,9	64	221,7	734,2	512,5	0,30

2. Урожайність насіння сортів сої залежно від симбіозу інокулянтів на зрошуваних землях Південного Степу (2017-2018 рр.)

Сорт (А)	Передпосівна інокуляція насіння (В)	Урожайність за роками, т/га		
		2017	2018	середнє
ДІОНА	контроль 1	2,64	1,89	2,27
	контроль 2	2,68	1,90	2,29
	РизобіномК	3,84	2,13	2,99
	РизобіномК+Paenibacillus sp.1	3,75	2,19	2,97
	РизобіномК+Bacillus sp.4	3,95	2,29	3,12
	РизобіномК+Brevibacillus sp.5	3,65	2,05	2,85
	РизобіномК+Pseudomonas sp.6	3,74	2,03	2,89
	РизобіномК+B.megaterium УКМ В-5724	3,25	2,11	2,68
АРАТТА	контроль 1	2,36	1,90	2,13
	контроль 2	2,38	1,92	2,15
	РизобіномК	2,50	2,03	2,27
	РизобіномК+Paenibacillus sp.1	2,53	2,08	2,31
	РизобіномК+Bacillus sp.4	2,54	2,55	2,55
	РизобіномК+Brevibacillus sp.5	2,53	2,27	2,40
	РизобіномК+Pseudomonas sp.6	2,39	2,34	2,37
	РизобіномК+B.megaterium УКМ В-5724	2,38	2,29	2,34

Висновки. Отже, формування врожаю насіння різностиглих сортів сої Діона й Аратта в умовах регіональної зміни клімату в сухих (95%) за забезпеченістю опадами 2017-2018 рр. істотно залежало від гідротермічних умов вегетаційного періоду культури та симбіозу бульбочкових й ендоефітних бактерій на зрошуваних землях підзони південного

Степу України. Передпосівна інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями, порівняно з контрольними варіантами істотно впливала на формування врожаю різних за скоростиглістю сортів сої, що сприяло підвищенню урожайності сорту Діона на 0,58-0,85 т/га і сорту Аратта – на 0,27-0,42 т/га.

Бібліографія

1. Бабич А.О., Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
2. Бабич А.О., Побережна А.А. Народонаселення і продовольство на рубежі другого і третього тисячоліть. Київ: Аграрна наука, 2000. 158 с.
3. Влияние различных штаммов Rhizobium japonicum (Kircher) Buchanan на урожайность сои. Магомедов Р.Д. / Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 2. С. 148-149.
4. Iutynska G.O., Tytova L.V., Leonova N.O., Antypchuk A.F., Brovko I.C. Complex bacterial preparations / Bioregulation of microbial-plant system // Editors G.O. Iutynska, S.P. Ponomarenko. Kiev: Nichlava, 2010. P. 352-376.
5. Sturza A.V., Christieb B.R., Nowakc J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. // Critical Reviews in Plant Sciences. 2010. V. 19, Issue 1. P. 1-30.
6. Naveed M., Aziz M.Z., Yaseen M Perspectives of using endophytic microbes for legume improvement / Microbes for Legume Improvement Springer Editors Almas Zaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat. 2017. P. 277-299.
7. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН України. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2017. С. 38-53.
8. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве. Ушкаренко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 335 с.
9. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата. Москва, 1962. Т. 94. № 1. С. 65-70.
10. Гарифуллина Д.В. Эндоефитные бактерии растений гороха как активный компонент бобово-ризобияльной симбиотической системы: автореф. дис. на соискание науч. степени. канд. биол. наук: 03.02.03. Уфа, 2012. 124 с.

References

1. Babich, A.O., & Poberezhna, A.A. (2011). Seleksiya, virobnytstvo, torgivlya i vikoristannya soyi u sviti [Collection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kiev: Agrarian Science. [in Ukrainian].
2. Babich, A.O., Poberezhnaya, A.A. (2000). Narodonaselennya i prodovolstvo na rubezhi drugogo i tretogo tisyacholit [Population and food at the turn of the second and third millennium]. Kyiv: Agrar. Science. [in Ukrainian].
3. Iutynska, G.O., Tytova, L.V., Leonova, N.O., Antypchuk, A.F. & Brovko, I.C. (2010). Complex bacterial preparations. Bioregulation of microbial-plant system. Kiev, 352-376.
4. Magomedov, R.D., Tsekhmeystrukt, N.G., Selyakin, VA, Ryabukha, S.S. & Didovich, S.V. (2011). Vliyanie razlichnyih shtammov Rhizobium japonicum (Kircher) Buchanan na urozhaynost soi [Influence of different strains of Rhizobium japonicum (Kircher) Buchanan on soybean yield]. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds, 2, 148-149. [in Russian].
5. Sturza, A.V., Christieb, B.R. & Nowakc J. (2010). Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. Critical Reviews in Plant Sciences, 19,1-30.
6. Naveed, M., Aziz, M.Z. & Yaseen, M. (2017). Perspectives of using endophytic microbes for legume improvement. Microbes for Legume Improvement Springer Editors AlmasZaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat, 277-299.

7. Vozhegova, R.A., Lavrinenko, Y.O. & Basil, G.G. (2017). Katalog sortiv ta gibridiv silskogospodarskih kultur selektsiyi Institutu zroshuvanogo zemlerobstva NAAN [Catalog of varieties and hybrids of agricultural crops of breeding at the Institute of Irrigated Agriculture NAAN]. Kherson: FOP Grin D.S., 38-53. [in Ukrainian].
8. Ushkarenko, V.A., Lazarev, N.N., Goloborodko, S.P. & Cocovihin, S.V. (2011). Dispersionnyiy i korrelyatsionnyiy analiz v rastenievodstve i lugovodstve [Dispersion and correlation analysis in crop and grassland farming]. Moscow: RSAU-MSA them. K.A. Timiryazeva. [in Ukrainian].
9. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biologicheskoy effektivnosti klimata [The indicator of the biological efficiency of the climate]. Izvestiya All-Union Geographical Society, 1, 65-70. [in Russian].
10. Garifullina, D.V. (2012). Endofitnyie bakterii rasteniy goroha kak aktivnyiy komponent bobovo-rizobialnoy simbioticheskoy sistemyi [Endophytic bacteria of pea plants as an active component of the bean-rhizobial symbiotic system]. Author's abstract. Cand. biol. sciences Ufa. [in Russian].

Е.Д. Дубинская, Л.В. Титова

Влияние инокуляции семян клубеньковыми и эндофитными бактериями

на урожайность разноспелых сортов сои в условиях орошения южной Степи Украины

Аннотация. В статье приведены результаты исследований влияния инокуляции семян штаммами клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum*, входящих в состав комплексного препарата Ризобин^К, а также при их совместном применении с отдельными штаммами эндофитных бактерий (*Paenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) и *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 на урожайность ультраскороспелого сорта сои Диона и среднераннего сорта Аратта в условиях орошения южной Степи Украины. Максимальная урожайность сорта Диона сформировалась при предпосевной инокуляции семян Ризобин^К, + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорта Аратта – 2,55 т/га. Высокую урожайность сои сорта Диона – 2,85 т/га и сорта Аратта – 2,40 т/га также было получено при инокуляции семян бактериальным комплексом Ризобин^К + *Brevibacillus* sp. 5. Наименьшую урожайность зерна обоих сортов сои получен в варианте Контроль 1 (без обработки семян водой) – 2,27 т/га сорта Диона и 2,13 т/га – сорта Аратта. Предпосевная инокуляция семян различных по скороспелости сортов сои клубеньковыми и эндофитными бактериями по сравнению с контрольными вариантами существенно влияла на формирование урожая разноспелых сортов сои, что способствовало повышению урожайности сорта Диона на 0,58-0,85 т/га и сорта Аратта – на 0,27-0,42 т/га. Влияние погодных-климатических условий при формировании урожая сортов сои устанавливали путем определения потенциального испарения, или испаряемости, дефицита влагообеспеченности и коэффициента увлажнения. Испаряемость и дефицит влагообеспеченности за междуфазными периодами сортов сои, которые изучались, существенно менялись и зависели от среднесуточной температуры и относительной влажности воздуха и количества осадков, выпавших в течение вегетационного периода. Так, количество атмосферных осадков в течение периода апрель-сентябрь составляло: 2017-194,5 мм; 2018-88,9 мм и существенно отличалось от суммы осадков за 1945-2010 гг., не превышало 221,7 мм.

Ключевые слова: соя, инокуляция, урожайность, клубеньковые бактерии, эндофиты, симбиоз, орошение.

O.D. Dubinska, L.V. Tytova

Influence of nodulous and endophytic bacteria seeds inoculation upon the soya varieties yield under irrigated conditions of southern Steppe of Ukraine

Abstract. The article presents the results of research about the effect of nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* which are part of the complex bioformulation Rizobin^K as well as their combined use with endophytic bacteria (*Paenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) and *Bacillus megaterium* UKM B-5724 upon the yield of ultra-fast-growing Diona variety and mid-growing Aratta variety under irrigation conditions of the southern Steppe of Ukraine. The maximum yield of Diona varieties was formed during pre-sowing inoculation of seeds Rizobin^K + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 t/ha, Aratta variety – 2,55 t/ha. The high yield of soybean Diona variety – 2,85 t/ha and Aratta variety – 2,40 t/ha were also obtained for inoculation of seeds by the bacterial complex Rizobin^K + *Brevibacillus* sp. 5. The lowest yield of both sorts of soy was obtained in the version Control 1 (without seed treatment with water) – 2,27 t/ha Dione variety and 2,13 t/ha – Aratta variety. Pre-sowing inoculation of soybean seeds varieties with the nodulous and endophytic bacteria, in comparison with the control variants, significantly influenced the formation of soya varieties crop, and increased the yield of Diona variety by 0,58-0,85 t/ha and the Aratta variety – 0,27-0,42 t/ha. The influence of weather and climatic conditions

on the soybean crop formation was established by determining the potential evaporation, or evaporation, moisture deficit and humidity coefficient. The evaporation and lack of moisture supply during the interphase periods of studied soybean varieties significantly changed and depended on the average daily temperature and relative air humidity and the amount of precipitation fallen during the growing season. Thus, the amount of precipitation during the April-September period was: 2017-194,5 mm; 2018-88,9 mm and significantly differed from the amount of precipitation of 1945-2010, which did not exceed 221,7 mm.

Key words: soybean, inoculation, yield, rhizobiums bacteria, endophytes, symbiosis, irrigation

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-167>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/167>

УДК 628.16:552.546

РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ УСТАНОВОК ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Я.Б. Мосійчук¹, В.П. Хоружий², докт. техн. наук¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-9754-6522>; e-mail: y.mosiichuk@gmail.com² Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-5314-0483>; e-mail: horuji@ukr.net

Анотація. Розроблено високоефективну, надійну і просту в експлуатації установку для доочищення господарсько-побутових стічних вод в сільській місцевості. Доповнено прямоточну систему «біоконвейер» висхідним фільтруванням води через плаваюче фільтрувальне завантаження для підвищення ефективності процесів очистки стічних вод та надійної роботи водоочисної установки. Наведено результати експериментальних досліджень процесів видалення із господарсько-побутових стічних вод розчинених органічних домішок та завислих речовин при низхідному їх русі через біореактор з волокнистим завантаженням та висхідному русі через контактний прояснювальний фільтр з пінополістирольним завантаженням. Встановлено, що ефективність очищення води залежить від багатьох факторів і одними з основних є швидкість фільтрування води V_{ϕ} і питома брудомісткість фільтра G : спочатку вони зменшуються внаслідок накопичення активного мулу в підфільтровому просторі, а потім починають збільшуватись унаслідок збільшення гідравлічного опору рухові води і виносу цього осаду у фільтровану воду. Досліджено, що нормативні показники очистки можуть бути досягнуті тільки при швидкості фільтрування води $V_{\phi} < 3 \text{ м/год}$, при якій оптимальна питома брудомісткість контактено-прояснювального фільтра становить $G_{\text{opt}} = 48 \text{ кг/м}^2$. Експериментально встановлено, що контроль закінчення фільтроциклу з переведенням установки на промивку контактено-прояснювального фільтра можна виконувати за величиною максимальних втрат напору $h_{\phi, \text{max}}$. Запропоновано раціональні конструктивні і технологічні параметри цих споруд для досягнення належної якості очищеної води з мінімізацією експлуатаційних витрат при різних умовах експлуатації водоочисної установки.

Ключові слова: якість води, біохімічне споживання кисню (БСК₃), біореактор, контактний прояснювальний фільтр, волокнисте завантаження, питома брудомісткість фільтра, втрати напору.

Актуальність. Практично всі поверхневі води України за останні десятиріччя інтенсивно забруднюються недостатньо очищеними стічними водами, унаслідок чого концентрація забруднень в них перевищує встановлені нормативи якості води, особливо для водойм рибогосподарського призначення і господарсько-питного водопостачання. Господарсько-побутові стічні води утворюються як суміш фекальних мас і стоків побутових приміщень. За складом ці води відносно однорідні. Вони вміщують органічні та мінеральні домішки, мають високу біологічну активність, часто забруднені яйцями гельмінтів. У цих водах знаходиться близько 58% органічних і 42% мінеральних речовин [1]. До них входять сполуки азоту, кальцію, магнію, фосфору, натрію, гідрокарбонатів, хлоридів, сульфатів і багатьох інших хімічних елементів і речовин. Унаслідок вмісту в цих водах азотистих, фосфорних і калійних сполук вони мають певну удобрювальну цінність і при

використанні для зрошення сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Але скидання біогенних елементів із азоту і фосфору у природні водойми призводить до приросту зоопланктону, що спричиняє зниження концентрації кисню у воді та створенню проблем у рибному господарстві та водопідготовці з таких водойм.

У зв'язку з розвитком котеджного будівництва та підприємств по переробці сільськогосподарської продукції, розташованих переважно в сільській місцевості, розробка високоефективних, надійних і простих в експлуатації установок для очищення господарсько-побутових стічних вод невеликої продуктивності є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Для доочищення стічних вод застосовують переважно два технологічні процеси: біологічна очистка та фільтрування, які здійснюють, відповідно, на біореакторах та фільтрах. Біологічні методи очищення ґрунтуються на життєдіяльності мікроорганізмів,

які мінералізують розчинені в стічних водах органічні сполуки, використовуючи енергію окислення для своєї життєдіяльності, а матеріал – для відновлення речовин клітки, що розпадається. Малі очисні споруди в сільській місцевості характеризуються високою нерівномірністю гідравлічних і органічних навантажень та зміною складу і властивостей стічних вод.

Метою досліджень є удосконалення конструкції установок для доочищення господарсько-побутових стічних вод та визначення їх раціональних конструктивних і технологічних параметрів для підвищення ефективності очистки води та забезпечення економічної і надійної роботи.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили з використанням методичних підходів, які застосовуються у вітчизняній та міжнародній практиці. Для вирішення поставленої задачі застосовували методи фізичного і математичного моделювання процесів, а також чисельні і аналітичні методи визначення та аналізу параметрів роботи каналізаційних споруд.

Результати дослідження та їх обговорення. Споруди біологічної очистки за видом розташування в них активної біомаси поділяють на три групи [2]:

- біофільтри, в яких біомаса закріплена на нерухомих матеріалах, а стічна вода проходить повз матеріал завантаження;
- аеротенки, окситенки та циркуляційні окиснювальні канали, в яких біомаса знаходиться у вільно плаваючому завислому стані;
- біореактори та біотенки з носіями, в яких поєднуються два перших варіанти.

Як показав досвід експлуатації таких споруд, в сільській місцевості доцільно застосовувати споруди третьої групи для біологічної очистки стічних вод.

Мінімізувати небажані побічні явища, які супроводжують біочищення (вторинне бактеріальне забруднення, утворення осадів), дозволяє розроблений в Інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України (професор П.І. Гвоздяк) біоконвейер [3], основним робочим елементом в якому є біоценоз мікроорганізмів, іммобілізованих на синтетичних волокнах ВІЯ.

Суть біоконвейера полягає у багатоступінчастому біологічному очищенні стічних вод при прямоточному їх русі, при якому послідовно усуваються різні типи органічного забруднення при проходженні води крізь окремі секції біоконвейерної установки. У процесі життєдіяльності мікроорганізмів з біоплівки звільняється мікробіальна речовина (клітини, продукти лізису та метабо-

лізму), яка породжує вторинне забруднення. Для його усунення стічну рідину, що пройшла біоконвейер (біореактор), потрібно профільтрувати, найкраще через фільтр з плаваючим фільтрувальним завантаженням при висхідному русі стічної води [4; 5].

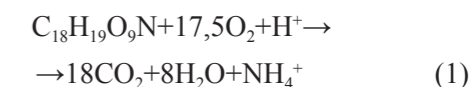
З метою використання останніх досягнень науки і техніки у галузі доочищення стічних вод невеликої продуктивності, що характерно для сільських населених пунктів та підприємств АПК, запропоновано [4-6] установки з біореакторами і контактними прояснювальними фільтрами (рисунок 1).

Установка працює так. Після попереднього очищення стічна вода по трубопроводу 1 при відкритій засувці 22 надходить через аератор 3 на біореактор 2 з волокнистим завантаженням 7, волокна якого натягнуті між колосниковими решітками 8. У нижню частину біореактора по трубопроводу 9 подається від компресора повітря через повітророзподільну систему 10. Біореактор виконує такі функції:

- біохімічне окиснення домішок, що перебувають у стічній воді;
- видалення з води газів для виключення пухирцевої кольматації у підфільтровому просторі 20 контактено-прояснювального фільтра 12;
- забезпечення постійної швидкості фільтрування протягом фільтроциклу завдяки підвищенню рівня води в ньому від z_{min} до z_{max} на величину Δh_{ϕ} .

Мікроорганізми, що населяють біоплівку, яка утворюється на поверхні ниток волокнистого завантаження, окиснюють речовини, що знаходяться у стічній воді, киснем повітря, отримуючи при цьому енергію для своєї життєдіяльності.

Стічна вода рівномірно розподіляється між нитками волокнистого завантаження, обтікаючи їх поверхню, на якій утворюється біоплівка з аеробними мікроорганізмами. При цьому відбуваються такі процеси як адгезія, сорбція, дифузія, деструкція, окиснення, унаслідок чого протікає швидке видалення органічних речовин з рівнянням [7]:



Для здійснення цієї реакції потрібно 1,42кг кисню O_2 на 10кг органічних речовин.

З нижньої частини біореактора по трубі 11 через водорозподільну систему 21 стічна вода надходить у контактено-прояснювальний фільтр 12 і рухається знизу догори через пінополістирольне завантаження 14, збирається

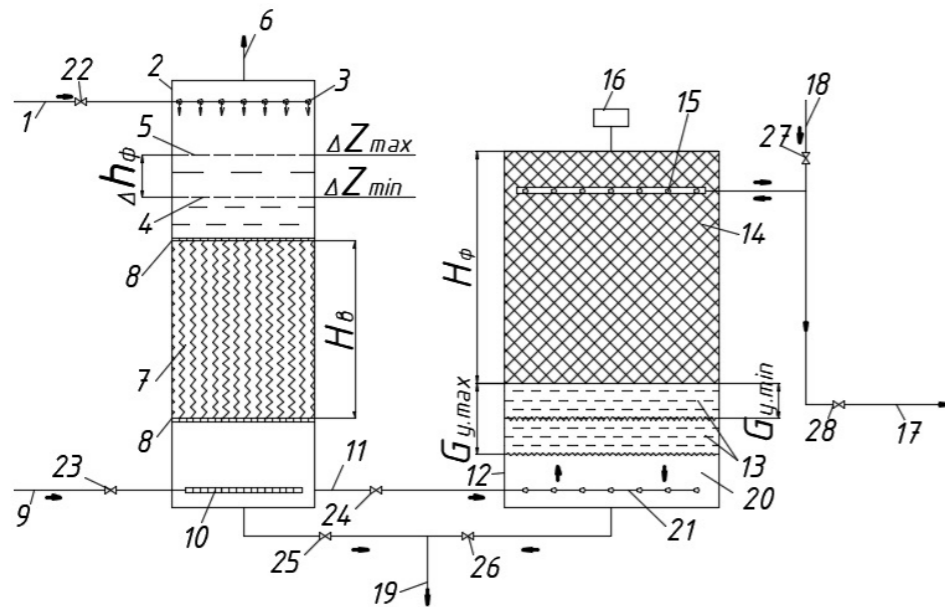


Рис. 1. Технологічна схема установки для доочищення стічних вод з біореактором і контактньо-прояснювальним фільтром:

- 1 – подача стічних вод після попереднього очищення; 2 – біореактор; 3 – аератор; 4 – мінімальний рівень води в біореакторі; 5 – максимальний рівень води в біореакторі; 6 – видалення газів; 7 – волокнисте завантаження; 8 – колосникові решітки; 9 – подача повітря від компресора; 10 – повітродозподільна система; 11 – подача рідини з біореактора; 12 – контактньо-прояснювальний фільтр; 13 – активний мул; 14 – фільтрувальне завантаження з гранул пінополістиролу; 15 – ковпачковий дренаж; 16 – вантуз; 17 – відвід очищеної води; 18 – подача води на промивку контактньо-прояснювального фільтра; 19 – відведення осаду і промивної води з контактньо-прояснювального фільтра та біореактора; 20 – підфільтровий простір; 21 – дренажно-розподільна система; 22-28 – засувки

ковпачковим дренажем 15 і відводиться по трубопроводу 17 при відкритій засувці 28.

У контактньо-прояснювальному фільтрі відбувається глибоке очищення води при її висхідному русі. У підфільтровому просторі 20 цього фільтра накопичується активний мул 13, який приймає участь в очищенні води від органічних і завислих речовин (мінеральна група).

Очищена вода відповідає нормативним показникам [8; 9] для фільтра даної конструкції і при даній швидкості фільтрування води V_{ϕ} , коли питома брудомісткість контактньо-прояснювального фільтра знаходиться у межах між G_{\min} та G_{\max} [4]. Питома брудомісткість фільтра для даної швидкості фільтрування води називається кількістю осаду, що припадає на 1 м^2 площі фільтра, $\text{кг}/\text{м}^2$. Вона визначається за формулою:

$$G_t = 0,001 V_{\phi} C_0 \int_0^{T_{\phi}} E_i d_i, \text{ кг}/\text{м}^2 \quad (2)$$

де C_0 – вміст забруднень у вихідній воді, $\text{мг}/\text{дм}^3$; T_{ϕ} – тривалість роботи фільтра, год; E_i – ефективність процесу очищення води в i -й момент часу в долях одиниці, яка визначається за формулою:

$$E_i = \frac{C_0 - C_{\phi.i}}{C_0}, \% \quad (3)$$

де $C_{\phi.i}$ – вміст забруднень у фільтрованій воді в даний момент часу, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Як показали проведені нами дослідження [10-12], показники якості очищеної води змінюються протягом часу фільтрування води T_{ϕ} і залежать від швидкості фільтрування V_{ϕ} і питомої брудомісткості фільтра: спочатку вони зменшуються внаслідок накопичення активного мулу в підфільтровому просторі, а потім починають збільшуватись внаслідок збільшення гідралічного опору рухові води і виносу цього осаду у фільтровану воду.

У таблиці 1 наведено результати досліджень зміни у фільтрувальній воді протягом фільтроциклу T_{ϕ} вмісту органічних сполук по показнику біохімічного споживання кисню (БСК_5) від швидкості фільтрування води V_{ϕ} , м/год та кількості активного мулу (питома брудомісткість фільтра G , $\text{кг}/\text{м}^2$), а в таблиці 2 – показників вмісту завислих речовин $C_{\phi.i}$ від цих самих параме-

1. Результати експериментальних досліджень процесів видалення розчинних органічних речовин із стічних вод на установці з біореактором і контактньо-прояснювальним фільтром

T_{ϕ} , діб	$V_{\phi} = 1$ м/год		$V_{\phi} = 3$ м/год		$V_{\phi} = 6$ м/год	
	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	БСК_5 , $\text{мг}/\text{дм}^3$	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	БСК_5 , $\text{мг}/\text{дм}^3$	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	БСК_5 , $\text{мг}/\text{дм}^3$
1	1,76	10,3	5,28	16,9	10,75	22,4
2	3,62	9,6	11,31	18,1	21,21	21,7
3	5,72	9,6	18,07	20,1	31,39	20,8
4	7,75	8,3	24,23	17,8	41,77	21,2
5	9,67	7,9	30,20	15,6	52,10	18,8
6	11,61	7,2	35,78	14,4	61,66	17,3
7	13,63	6,5	41,19	13,8	71,65	17,7
8	15,54	6,1	46,36	13,0	82,22	18,6
9	17,42	5,8	51,67	13,2	93,00	20,0
10	19,51	6,3	57,26	14,4		
11	21,52	6,2	63,00	15,4		
12	23,48	5,8	68,57	16,0		
13	25,76	6,4	74,64	17,3		
14	27,90	6,3				
15	30,00	6,0				
16	31,86	5,7				
17	34,00	6,3				

2. Результати експериментальних досліджень процесу видалення завислих речовин із стічних вод на установці з біореактором і контактньо-прояснювальним фільтром

T_{ϕ} , діб	$V_{\phi} = 1$ м/год			$V_{\phi} = 3$ м/год			$V_{\phi} = 6$ м/год		
	C_{ϕ} , $\text{мг}/\text{дм}^3$	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	h_{ϕ} , мм	C_{ϕ} , $\text{мг}/\text{дм}^3$	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	h_{ϕ} , мм	C_{ϕ} , $\text{мг}/\text{дм}^3$	G , $\text{кг}/\text{м}^2$	h_{ϕ} , мм
1	6,5	1,76	1	14,3	5,28	3,0	20,0	10,75	5,0
2	6,6	3,62	2,3	14,2	11,31	6,5	19,5	21,21	11,0
3	7,4	5,72	3,9	14,1	18,07	10,5	19,2	31,39	18,0
4	7,1	7,75	5,8	13,8	24,23	15,0	19,0	41,77	26,0
5	6,5	9,67	8,0	13,5	30,20	20,0	17,5	52,10	35,0
6	6,4	11,61	10,5	13,3	35,78	26,5	14,9	61,66	45,0
7	6,3	13,63	13,3	13,4	41,19	33,5	15,2	71,65	56,0
8	5,5	15,54	16,4	13,3	46,36	41,0	16,2	82,22	68,0
9	5,4	17,42	19,8	13,3	51,67	49,0	17,5	93,00	84,0
10	5,8	19,51	23,5	13,3	57,26	57,5			
11	5,6	21,52	27,5	13,8	63,00	66,5			
12	5,3	23,48	31,8	14,5	68,57	76,0			
13	6,1	25,76	36,4	15,0	74,64	86,0			
14	5,7	27,90	41,3						
15	5,6	30,00	46,5						
16	5,0	31,86	52,0						
17	5,7	34,00	57,8						

трів. Дослідження виконували при середніх значеннях цих показників у вихідній воді: $\text{БСК}_5=84,5$ $\text{мг}/\text{дм}^3$ і $C_0=95$ $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Нормативні значення величин БСК_5 та C_{ϕ} для можливості скидання очищених стічних вод у водойми господарсько-питного призначення приймали [8] рівними: $\text{БСК}_5=15$ $\text{мг}/\text{дм}^3$ і $C_{\phi}=15$ $\text{мг}/\text{дм}^3$. Ці граничні значення (лінія 4) наведені на рисунках 2 і 3, що побудованих за даними відповідно таблиць 1 і 2.

Як видно з результатів досліджень, більш складними є видалення органічних забруднень із стічних вод (БСК_5). Нормативні показники можуть бути досягнуті тільки при швидкості фільтрування води до 3 м/год (рисунок 2), при якій питомі брудомісткості контактньо-прояснювального фільтра становлять:

- мінімальна $G_{\min}=35$ $\text{кг}/\text{м}^2$, що настає після $T_{\phi,\text{зар}}=5,5$ діб роботи установки («зарядки» фільтра);

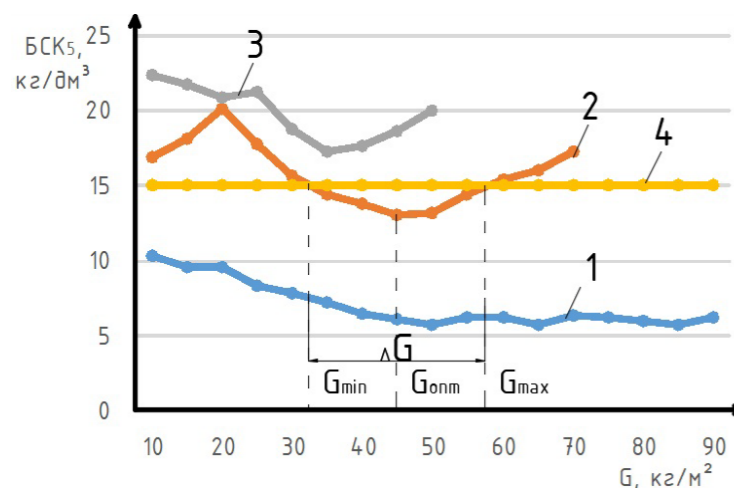


Рис. 2. Графіки залежності $BCK_5=f(G, V_\phi)$ при швидкостях фільтрування води:

1 – $V_\phi=1$ м/год; 2 – $V_\phi=3$ м/год; 3 – $V_\phi=6$ м/год; 4 – лінія граничної величини BCK_5 для можливості скидання очищених стічних вод у водойми

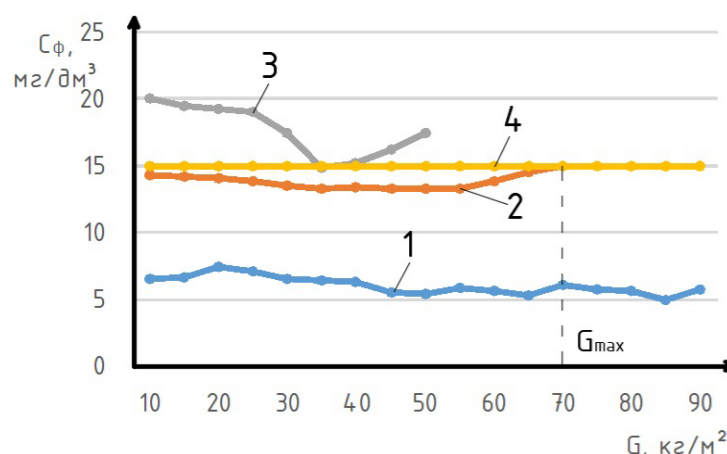


Рис. 3. Графіки залежності $C_\phi=f(G, V_\phi)$ при швидкостях фільтрування води:

1 – $V_\phi=1$ м/год; 2 – $V_\phi=3$ м/год; 3 – $V_\phi=6$ м/год; 4 – лінія граничної величини C_ϕ для можливості скидання очищених стічних вод у водойми

- максимальна $G_{max}=64$ кг/м², що настає після $T_{ф.зар}=11,5$ доби роботи установки;

- оптимальна $G_{opt}=48$ кг/м², при якій установка має найбільшу ефективність очищення стічних вод від органічних домішок. Отже, при швидкості фільтрування $V_\phi=3$ м/год тривалість роботи установки, при якій забезпечуються нормативні показники очищеної води по BCK_5 , становить $T_{ф.роб}=6$ діб, а приріст величини питомої брудомісткості контактно-прояснювального фільтра дорівнює $\Delta G = G_{max} - G_{min} = 29$ кг/м².

Після досягнення максимально допустимого накопичення активного мулу G_{max}

контактно-прояснювальний фільтр потрібно промити зворотнім рухом води. Для цього промивну воду подають по трубі 18 при відкритих засувках 26 і 27 (рисунок 1) та всіх інших закритих. Промивну воду разом з осадом скидають трубопроводом 19, зменшуючи вміст активного мулу в контактно-прояснювальному фільтрі на величину ΔG , тобто з G_{max} до G_{min} . Після цього закривають засувки 27 і 26, відкривають засувки 24 і 28, а установку включають для корисної роботи. Тривалість промивки контактно-прояснювального фільтра з даною інтенсивністю вибирають при пуско-налагоджувальних роботах установки.

З таблиці 2 і рисунка 3 видно, що при швидкостях фільтрування води $V_\phi=6$ м/год не забезпечуються нормативні вимоги за вмістом завислих речовин у фільтрованій воді, а при $V_\phi=3$ м/год ці вимоги задовольняються до питомої брудомісткості $G_{max}=75$ кг/м², яка настає після 13 діб роботи установки.

З таблиці 2 бачимо, що при $V_\phi=3$ м/год після $T_\phi=5,5$ діб і $G_{min}=35$ кг/м² і втрати напору контактно-прояснювального фільтра $h_{ф.мин}=68$ мм, тобто приріст втрат напору за період корисної роботи установки становить $h_\phi = h_{ф.макс} - h_{ф.мин} = 42$ мм.

Якщо показники якості вихідної стічної води (BCK_5 і C_0) протягом фільтроциклу не змінюються, то контроль закінчення фільтроциклу з переведенням установки на промивку контактно-прояснювального фільтра можна виконувати за величиною максимальних втрат напору $h_{ф.макс}$.

Висновки. Оскільки природні води за останні роки активно забруднюються внаслідок антропогенного навантаження, то розробка вискоєфективних, надійних і простих в експлуатації установок для доочищення господарсько-побутових стічних вод у сільській місцевості є досить актуальною.

Для підвищення ефективності процесів очистки стічних вод та надійності роботи водоочисної установки прямооточну систему «біоконвейер» доцільно доповнити висхідним

фільтруванням води через плаваюче фільтрувальне завантаження.

На основі експериментальних досліджень процесів видалення із господарсько-побутових стічних вод розчинених органічних домішок та завислих речовин на установці з біореактором і контактно-прояснювальним фільтром встановлено, що ефективність очищення

води залежить від багатьох факторів і одними з основних є швидкість фільтрування води V_ϕ і питома брудомісткість фільтра G .

Розроблено рекомендації з ефективної експлуатації установок запропонованої конструкції для доочищення стічних вод, які забезпечують їх надійну і вискоєфективну роботу.

Бібліографія

1. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Рівне: Рівненська друкарня, 2002. 622 с.
2. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод Москва: Стройиздат, 1980. 200 с.
3. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвейера // Вісник НАН України. 2003. № 3. С. 29-36.
4. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. Київ: Аграрна наука, 2008. 534 с.
5. Журба М.Г. Водоочистные фильтры с плавающей загрузкой: науч. изд. Москва: РИО ВоГТУ, 2011. 536 с.
6. Глоба Л.І., Заїка С.А., Гвоздяк П.І., Кілочицький П.Я. Прямоточні біотехнології очищення води – «біоконвейери» // Вода і водоочисні технології. 2018. URL: <http://cleanwater.org.ua/pryamotochni-biotechnologii-ochyshchennya-vody-biokonveyeri/> (дата звернення: 05 січня 2018).
7. Jürg Keller, Zhiguo Yuan, Linda L. Blackall. Integrating process engineering and microbiology tools to advance activated sludge wastewater treatment research and development // Reviews in Environmental Science & BioTechnology. Netherland: Kluwer Academic Publishers, 2002. № 1. С. 83-97.
8. ДБН В.2.5-75-2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіон України, 2013. 128 с.
9. ВНД 33-3.4-01-2000. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації сільських населених пунктів України. Київ: Державний комітет України по водному господарству, 2000. 144 с.
10. Хоружий В.П. Кінетика висхідного фільтрування води на установках з волокнисто-пінополістирольним завантаженням // Вісник інженерної академії України, 2004. № 2. С. 82-87.
11. Мосейчук Я.Б. Доочистка хозяйственно-бытовых вторичных вод для их использования в сельской местности // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2018. № 1 (69). С. 205-211.
12. Хоружий П.Д., Мосійчук Я.Б., Стасюк С.Р. Методика інженерних розрахунків біореакторів для біологічного очищення природних і доочищення стічних вод // Меліорація і водне господарство. 2018. № 1 (107). С. 11-16.

References

1. Kovalchuk, V.A. (2002). Ochystka stichnykh vod [Wastewater treatment]. Rivne: Rivnenska drukarnia. [in Ukrainian].
2. Yakovlev, S.V., & Kariukhyna, T.A. (1980) Biohimicheskie processy v ochistke stochnykh vod [Biochemical processes in wastewater treatment]. Moskva: Stroyizdat. [in Russian].
3. Hvozdiak, P. I. (2003). Za pryntsyptom biokonveyera [by principle bioconveyer]. Visnyk NAN Ukrainy, 3. 29-36. [in Ukrainian].
4. Khoruzhyi, P.D., Khomutetska, T.P., & Khoruzhyi, V.P. (2008). Resursozberihaiuchi tekhnologii vodopostachannia [Resource-saving water supply technologies]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
5. Zhurba, M.H. (2011). Vodoochistnye fil'try s plavayushey zagruzkoy: nauch. Izd [Water filters with floating load]. Moskva: RIO VoGTU. [in Russian].
6. Hloba, L.I., Zaika, S.A., Hvozdiak, P.I., & Kilochytskyi, P.Ya. (2018). Priamotchni biotekhnologii ochyshchennia vody – «biokonveyeri» [Straight-line biotechnology for water purification – «bioconveyer»]. Voda i vodoochysni tekhnologii. Retrieved from <http://cleanwater.org.ua/pryamotochni-biotechnologii-ochyshchennya-vody-biokonveyeri/>.
7. Keller, J., Yuan, Z., Blackall, L.L. (2002). Integrating process engineering and microbiology tools to advance activated sludge wastewater treatment research and development. Reviews in Environmental Science & Biotechnology. Netherland: Kluwer Academic Publishers, 1, 83-97.

8. Kanalizatsiia. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia [Sewerage. Outdoor networks and facilities. Basic design points]. (2013). DBN V.2.5-75-2013. Kyiv: Minrehiion Ukrainy. [in Ukrainian].

9. Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii system vodopostachannia ta kanalizatsii silskykh naselenykh punktiv Ukrainy [Rules of technical operation of water supply and sewage systems of rural settlements of Ukraine]. (2000). VND 33-3.4-01-2000. Kyiv: Derzhavnyi komitet Ukrainy po vodnomu hospodarstvu. [in Ukrainian].

10. Khoruzhyi, V.P. (2004). Kinytyka vyskhidnoho filtruvannia vody na ustanovkakh z voloknysto-pinopolistyrolnym zavantazhenniam [Upstream water filtration kinetics at installations with fiber-foam polystyrene loading]. Kyiv: Visnyk inzhenernoi akademii Ukrainy, 2, 82-87. [in Ukrainian].

11. Mosiichuk, Ya.B. (2018). Doochistka hozyaystvenno-bytovykh vtorichnykh vod dlya ih ispol'zovaniya v sel'skoy mestnosti [Additional treatment of domestic wastewater for use in rural areas]. Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. Novocherkassk: FGBNU «RosNIIPM», 1 (69), 205-211. [in Russian].

12. Khoruzhyi, P.D., Mosiichuk, Ya.B., & Stasiuk, S.R. (2018). Metodyka inzhenernykh rozra-khunkiv bioreaktoriv dlia biolohichnoho ochyshchennia pryrodnykh i doochyshchennia stichnykh vod [Method of engineering calculations of bioreactors for biological treatment of natural water and advanced treatment of sewage]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 1 (107), 11-16. [in Ukrainian].

Я.Б. Мосейчук, В.П. Хоружий

Рациональные конструктивные и технологические параметры установок для доочистки сточных вод в сельской местности

Аннотация. Разработана высокоэффективная, надежная и простая в эксплуатации установка доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод в сельской местности. Дополнено прямоточную систему «биоконвейер» восходящей фильтрацией воды через плавающую фильтрующую загрузку. Приведены результаты экспериментальных исследований процессов очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в сельской местности при нисходящем их движении через биореактор с волокнистой загрузкой и восходящем движении через контактно-осветительный фильтр с пенополистирольной загрузкой. Установлено, что эффективность очистки воды зависит от многих факторов и одними из основных являются скорость фильтрования воды V_f и удельная грязеемкость фильтра G : сначала они уменьшаются вследствие накопления активного ила в подфильтровом пространстве, а потом начинают увеличиваться вследствие увеличения гидравлического сопротивления движению воды и выноса этого осадка в фильтрованную воду. Доказано, что нормативные показатели очистки могут быть достигнуты только при скорости фильтрования воды $V_f < 3$ м/ч, при которой оптимальная удельная грязеемкость контактно-осветительного фильтра составляет $G_{opt} = 48$ кг/м². Экспериментально установлено, что контроль окончания фильтроцикла с переводом установки на промывку контактно-осветительного фильтра можно выполнять по величине максимальной потери напора $h_{f,max}$. Предложены рациональные конструктивные и технологические параметры этих сооружений для достижения надлежащего качества очищенной воды с минимизацией эксплуатационных затрат при различных условиях эксплуатации водоочистной установки.

Ключевые слова: качество воды, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), биореактор, контактно-осветительный фильтр, волокнистая загрузка, удельная грязеемкость фильтра, потери напора.

Y.B. Mosiichuk, V.P. Khoruzhyi

Rational construction and technological parameters of water treatment facilities in rural areas

Abstract. A highly efficient, reliable and easy-to-use plant for tertiary treatment of sewage effluents in rural areas was designed. The direct-flow system «bioconveyor» was supplemented with upward filtration of water through floating filtering media to increase the efficiency of sewage treatment processes and reliable operation of the water treatment plant. The results of experimental investigations of the processes of removal of the dissolved organic impurities and suspended matter from the sewage effluents during their descending movement through the bioreactor with fibrous media and ascending movement through the contact clarifying filter with foam polystyrene media are given. It was established that the efficiency of water treatment depends on many factors and one of the main is the rate of water filtration V_f and the specific dirt content of the filter G : initially they decrease as a result of the accumulation of active sludge in the subfilter space, and then begin to rise due to the increase of hydraulic resistance to water motion and removing this residual matter into filtered water. It was found out that normative parameters of treatment can be achieved only at the

rate of water filtration as $V_f < 3$ m/h, when the optimal specific dirt content of the contact-clarifying filter is $G_{opt} = 48$ kg/m². It was experimentally established that the control of finishing the filter cycle, when the plant is switched to the washing of the contact-clarifying filter can be performed by the maximum pressure loss $h_{f,max}$. The rational design and technological parameters of such structures are proposed for achieving the proper quality of water treatment along with the minimization of operating costs under different operating conditions of a water treatment plant.

Key words: water quality, biochemical oxygen consumption (BOC), bioreactor, contact clarifying filter, fibrous media, specific dirt content of the filter, pressure loss

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-163>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/163>

УДК 504.453

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БАСЕЙН МАЛОЇ РІЧКИ ВЕСЕЛУХА

І.В. Гопчак¹, канд. геогр. наук, Т.О. Басюк², канд. геогр. наук¹ Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-4774-5504>; e-mail: gopchak_igor@ukr.net² Міжнародний економіко-гуманітарний університет ім. академіка Степана Дем'ячука, Рівне, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-2861-0460>; e-mail: tanya_basyuk@ukr.net

Анотація. Виконано оцінку антропогенного навантаження та визначено екологічний стан басейну малої річки Веселуха. Розрахунок антропогенного навантаження та оцінка екологічного стану басейну річки Веселуха здійснена відповідно до «Методики розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України». Розрахунок виконано користуючись логіко-математичною моделлю «Басейн малої річки», за чотирма самостійними моделями основних підсистем басейну річки: радіоактивне забруднення території, використання земель, використання річкового стоку, якість води. Оцінено кількісно та якісно антропогенний стан за різними показниками чотирьох підсистем для класифікації екологічного стану басейну річки. Значення первинних показників підсистеми використання земельних і водних ресурсів було трансформовано у бали і відповідно надано якісну характеристику кожному з них. Вихідними матеріалами для розрахунку антропогенного навантаження слугували статистичні і картографічні дані сучасного екологічного стану та використання земельних і водних ресурсів в басейні річки Веселуха. На їх основі визначено рівень антропогенного навантаження та загальний екологічний стан басейну річки. Встановлено, що за станом радіоактивного забруднення площа водозбору річки оцінюється «задовільно», за результатами аналізу комплексний показник використання земельних ресурсів визначає стан підсистеми «Використання земель» у басейні малої річки Веселуха як «добрий», загальний стан використання річкового стоку в басейні за рівнем спільного впливу всіх зазначених показників антропогенного навантаження на стан підсистеми «Використання річкового стоку» оцінено як «добрий», стан підсистеми «Якість води» у басейні річки характеризується IV класом якості води, за станом – «забруднена». За результатами комплексної оцінки усіх підсистем басейну річки було встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (ІКАН), який класифікує екологічний стан басейну малої річки Веселуха як «зміни незначні».

Ключові слова: басейн річки, антропогенне навантаження, використання земель, річковий стік, якість води.

Постановка проблеми. Інтенсивна господарська діяльність у басейні будь-якої річки значно впливає на кількісні та якісні показники її стану та призводить до певних антропогенних навантажень. У результаті такої діяльності та нерационального використання водних і земельних ресурсів у басейнах малих річок виникають проблеми, пов'язані із забрудненням, руйнуванням природних ландшафтних комплексів річкових долин та прилеглих територій, інженерною перебудовою русел та заплав унаслідок меліоративних робіт. Усі ці зміни в басейнах річок потребують оперативного контролю та реагування, що можливе лише за умови проведення реальної оцінки рівня антропогенного навантаження на басейні річок та визначення меж допустимого господарського втручання в їх екосистему [1; 3; 7; 9; 14; 15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методичні підходи щодо визначення крите-

рів оцінки антропогенного навантаження на басейні малих річок висвітлені в наукових працях [2; 9; 11]. Необхідність вивчення сучасного рівня антропогенного навантаження для потреб оптимізації землекористування розкрито у наукових працях Ю.Г. Гуцуляка, А.М. Третяка, О.П. Канаша, А.Г. Мартина та ін. Значний науковий інтерес становлять праці [5; 10], у яких аналізується екологічний стан і оцінюються різні види антропогенного навантаження на басейні малих річок Волинської області.

Мета дослідження – оцінка екологічного стану басейну малої річки Веселуха на основі застосування критеріїв антропогенного навантаження.

Матеріали і методика дослідження. Розрахунок антропогенного навантаження та оцінка екологічного стану басейну малої річки Веселуха здійснені відповідно до «Методики розрахунку антропогенного навантаження

© І.В. Гопчак, Т.О. Басюк, 2019

і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» [4].

Побудована за екосистемним принципом логіко-математична модель ієрархічної структури призначена для класифікації антропогенного стану в басейнах річок і складається з аналізу чотирьох підсистем: «Радіоактивне забруднення території», «Використання земель», «Використання річкового стоку», «Якість води». Кожна підсистема характеризується набором критеріїв і показників. Важливою особливістю запропонованої системної моделі є те, що оцінка станів системи, підсистем у цій моделі виконується паралельно за двома напрямками – кількісним і якісним: оцінюється якісний стан показників підсистем, причім на множині станів окремих підсистем визначається кількісна міра, а на основі кількісних мір окремих підсистем визначається кількісна міра всієї системи [4].

Згідно з методикою значення первинних показників підсистеми використання земельних і водних ресурсів було трансформовано в бали й надано якісну характеристику кожному з них. Згодом розраховано комплексний показник і за відповідною шкалою визначено клас стану використання підсистеми. У підсумку, за оцінками стану всіх чотирьох підсистем визначено індукційний коефіцієнт та виконано загальну оцінку стану всієї системи басейну річки. За величиною кількісної міри якісного стану всієї системи визначають такі стани басейну річки: «добрий», «зміни незначні», «задовільний», «поганий», «дуже поганий», «катастрофічний». Та чи інша оцінка стану басейну відображає ступінь антропогенного навантаження і реакцію екосистеми на це навантаження.

Вихідними матеріалами для розрахунку антропогенного навантаження були статистичні і картографічні дані сучасного екологічного стану та використання земельних і водних ресурсів в басейні річки Веселуха.

Результати дослідження. Річка Веселуха є правою притокою Прип'яті (басейн Дніпра). Територія басейну річки розташована в межах Волинської (Маневицький район) та Рівненської (Володимирецький і Зарічненський райони) областей і займає площу 940 км². Довжина річки становить 69 км. Похил 0,67 м/км. Річище звивисте, завширшки 15-20 м, частково розширене, випрямлене і поглиблене. Долина невисока, заболочена, завширшки 3-5 км. Русло звивисте, завширшки 15-20 м. Похил річки 0,67 м/км. Живлення переважно снігове. До басейну Веселухи належать

три її притоки: струмок Бігучий, канава Залізницька, Млинок [12].

Антропогенне навантаження та виявлення джерел забруднення на ландшафти басейну річки Веселуха оцінювали на основі системної моделі, побудованої за ієрархічним логіко-математичним принципом, призначеної для класифікації антропогенного стану в басейнах річок, яка складається з аналізу чотирьох підсистем, радіоактивного забруднення території басейну, використання земельних ресурсів, використання річкового стоку та якості води, кожна підсистема характеризується набором критеріїв і показників.

За відсутності радіоактивного забруднення на території басейну або у разі його незначної величини підсистема «Радіоактивне забруднення території» вилучається зі складу підсистем системної моделі і розрахунки антропогенного навантаження та класифікацію екологічного стану басейну річки виконують за підсистемами «Використання земель», «Використання річкового стоку», «Якість води» [4]. За результатами аналізу підсистеми «Радіоактивне забруднення території» встановлено, що басейн річки Веселуха щодо рівня випромінювання цезію-137, стронцію-90, плутонію-239 значно нижче допустимих рівнів [6]. Отже, за станом радіоактивного забруднення площа водозбору річки оцінюється «задовільно».

Вихідними даними для оцінки стану використання земель водозбірної площі є показники лісистості басейну, території басейну в природному стані, сільськогосподарської освоєності, розораності, урбанізації, а також еродованість земель у величинах змиву ґрунту за рік [4].

Порівнюючи фактичні показники використання земельних ресурсів у межах річкового басейну, який досліджується, з існуючими критеріями в розрізі природно-сільськогосподарського районування території України [8] встановлено, що:

- показники лісистості – 50,5%;
- ступінь природного стану – 75,7%;
- сільгоспосвоєність – 33,7%;
- розораність – 17,8%.

Тобто, рівень використання земель в басейні річки оцінюється як «добрий». Значення еродованості (змиву ґрунту) відповідає «покращеному» рівню і становить 2,1 т/га рік.

Отже, за результатами аналізу комплексний показник використання земельних ресурсів становить 3,7 та визначає стан підсистеми

1. Оцінка антропогенного навантаження і класифікація екологічного стану басейну малої річки Веселуха за підсистемою «Використання земель»

Показник	Од. вимір.	Значення	Стан	Класифікація (оцінка)	
				якісна	кількісна
Лісистість	%	50,5	добрий	добрий	3,7
Ступінь природного стану	%	75,7	добрий		
Сільгоспосвоєність	%	33,7	добрий		
Розораність	%	17,8	добрий		
Урбанізація	%	1,6	добрий		
Еродованість, змив ґрунту	т/га рік	2,1	покращений		

«Використання земель» у басейні малої річки Веселуха як «добрий» (табл. 1).

Підсистема «Використання річкового стоку» призначена для оцінки екологічного стану басейну річки за ступенем антропогенного навантаження на її водні ресурси. Оцінка екологічного стану річки за підсистемою здійснюється за такими показниками: фактичне використання річкового стоку річок; безповоротне водоспоживання; скид води у річкову мережу; скид забруднених стічних вод у річку. Кожне значення було розраховано окремо з використанням об'єму забору води з річкової мережі; об'єму втрат річкового стоку внаслідок відбору підземних вод, які гідравлічно пов'язані з річковою мережею; фактичного об'єму річкового стоку; об'єму скиду води в річкову мережу; об'єму скиду в річкову мережу забруднених стічних вод.

За даними державної статистичної звітності з басейну річки Веселуха щорічно забирається в середньому 0,624 млн.м³ води. Відповідно до розрахунків у басейні річки Веселуха відмічено незначні показники скиду забруднених стічних вод і використання річкового стоку. Загальний стан використання

річкового стоку в басейні за рівнем спільного впливу всіх зазначених показників антропогенного навантаження на стан підсистеми «Використання річкового стоку» оцінено як «добрий» із кількісною мірою 3,0.

Підсистема «Якість води» призначена для екологічного оцінювання якості поверхневих вод і класифікації стану басейну річки за рівнем антропогенного забруднення води. При оцінюванні антропогенного навантаження за даною підсистемою було визначено індекс забруднення окремо для трьох створів (витік, середня течія, гирло) та загалом для басейну річки Веселуха. При розрахунку визначалися значення таких показників як кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (BCK_5), біхроматна окислюваність (BO), амоній (NH_4), оксид азоту (NO_2), залізо загальне ($F_{заг}$), феноли та нафтопродукти.

Загалом стан підсистеми «Якість води» у басейні річки Веселуха характеризується IV класом якості води, «забруднена» за станом, з кількісною мірою –1 (табл. 2).

За результатами комплексної оцінки усіх підсистем басейну річки встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження ($ИКАН$), який становить –1,0 та

2. Оцінка антропогенного навантаження і класифікація екологічного стану басейну малої річки Веселуха за підсистемою «Якість води»

Показник	Створ			
	витік	середня течія	гирло	
Гідрохімічні показники якості води, мг/дм ³	O_2	7,4	7,2	7,4
	BCK_5	2,34	3,8	2,5
	BO	20	28	21
	NH_4	0,3	1,3	0,9
	NO_2	0,001	0,001	0,001
	$F_{заг}$	0,06	0,06	0,06
	феноли	0,001	-	0,002
нафтопродукти	-	-	0,02	
Індекс забруднення	0,73	1,3	1	
Клас якості	II-III	III	III	
Класифікація (оцінка)	якісна	IV клас, «забруднена»		
	кількісна	-1,0		

класифікує екологічний стан басейну річки Веселуха як «зміни незначні».

З метою запобігання погіршення екологічного стану у басейні річки Веселуха необхідно влаштувати водоохоронні зони; контролювати якість поверхневих та підземних вод; не допускати деградацію сільськогосподарських земель тощо [7; 13].

Висновки. При оцінюванні антропогенного впливу на земельні ресурси в межах басейну малої річки Веселуха було встановлено, що

загальний екологічний стан використання її басейну оцінюється як «зміни незначні».

Загалом оцінка антропогенного навантаження на басейн будь-якої річки є дуже важливою, насамперед для формування природоохоронної діяльності у річковому водозборі та встановлення показників, що найбільше впливають на її екологічний стан. Напрямки подальших досліджень мають бути зосереджені на детальній оцінці екологічного стану басейнів малих річок України.

Бібліографія

1. Відродження екосистем трансформованих басейнів річок та озер (Рекомендації до розробки ОВНС): монографія / Гриб Й.В. та ін. Рівне : НУВГП, 2012. 246 с.
2. Водогосподарська екологія. В 4 т., 7 кн. Т. 3, кн. 5. / А.В. Яцик. Київ: Генеза, 2004. 496 с.
3. Гопчак І.В. Аналіз антропогенного навантаження на басейни малих річок Українського Полісся // Геодезія. Землеустрій. природокористування: присвячується пам'яті П.Г. Черняги: Всеукр. Наук.-практ. конф., 9-10 лист. 2016 р.: тези доп. Рівне: НУВГП. 2016. С. 119-121.
4. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. УНДІВЕП, Видання 2-ге, перероблене і доповнене. Київ: «Полімед». 2007. 71 с.
5. Мисковець І.Я. Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі Волинської області): автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів». Чернівці, 2003. 19 с.
6. Міщенко О.В. Ландшафти Волинської області // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП «Тайп». № 2. (випуск 41). 2016. С. 208-215.
7. Наукові засади нормування антропогенного навантаження річкових басейнів / Яцик А.В. та ін. // ЕТЕВК-2015: Міжнародний Конгрес, 8-12 червня 2015 р.: зб. доп. Київ: ТОВ «ПРАЙМ-ПРИНТ». 2015. С. 314-322.
8. Зузук Ф.В., Колошко Л.К., Карпук З.К.. Осушені землі Волинської області та їх охорона: Монографія. Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. 293 с.
9. Тимченко З.В. Оцінка екологічного стану малих річок // Україна та глобальні процеси: географічний вимір: зб. наук. пр.: в 3 т. Луцьк. 2000. Т. 2. С. 317-320.
10. Нетробчук І.М. Оцінка антропогенного навантаження на басейн верхньої Прип'яті в Ратнівському районі Волинської області // Наук. записки Сумського держ. пед. ун-ту імені А.С.Макаренка. Географічні науки. Вип. 5. Суми, 2014. С. 10-18.
11. Кирилук О.В. Оцінка перетвореності малих річкових басейнів як крок до визначення антропогенних змін гідроморфологічних умов // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія: наук. зб.: Т. 18. К., 2010. С. 283-289.
12. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. Київ: Ніка-Центр. 2001. 392 с.
13. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. – EN. – 22.12.2000. – L. 327. – P. 1-72 p.
14. United Nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk. Volume 1. Paris: UNESCO. 2012. 407 s.
15. Chmielowski K., Bugajski P., Kaczor G.B. 2016. Comparative analysis of the quality of sewage discharged from selected agglomeration sewerage systems. Journal of Water and Land Development. No. 30 p. 35-42.

References

1. Hryb, Y.V., Klymenko, M.O., Sondak, V.V., Hryniuk, V.I., & Voityshyna, D.Y et al. (2012). Vidrozhennia ekosystem transformovanykh baseyniv richok ta ozer (Rekomendatsii do rozrobky OVNS): monohrafiia [Revival of ecosystems of transformed river and lake pools (EIA Recommendations): monograph]. Rivne: NUVHP, 246. [in Ukrainian].

2. Yatsyk, A.V. (2004). Vodohospodarska ekolohiia [Environmental ecology]. (Vol. 1-4, book 1-7, Vol. 3, book 5). Kyiv: Heneza. [in Ukrainian].
3. Gopchak, I.V. (2016). Analiz antropohennoho navantazhennia na baseiny malykh richok Ukrainiskoho Polissia [Analysis of anthropogenic loading on the basins of small rivers of Ukrainian Polissya]. Heodeziia. Zemleustrii. pryrodokorystuvannia: prysviachuietsia pamiaty P.H. Cherniahy: Vseukr. nauk.-prakt. konf. Rivne: NUVHP, 119-121. [in Ukrainian].
4. Metodyka rozrakhunku antropohennoho navantazhennia i klasyfikatsii ekolohichnoho stanu basiniv malykh richok Ukrainy [Method of calculation of anthropogenic loading and classification of the ecological state of the basins of small rivers of Ukraine]. UNDIVER, Vydannia 2-he, pereroblene i dopovnene. (2007). Kyiv: Polimed. [in Ukrainian].
5. Myskovets, I.Y. (2003). Antropohenni zminy v basinakh malykh richok (na prykladi Volynskoi oblasti) [Anthropogenic changes in the basins of small rivers (on the example of the Volyn region)]. Extended abstract of candidate's thesis. Chernivtsi. [in Ukrainian].
6. Mishchenko, O.V. (2016) Landshafty Volynskoi oblasti [Landscapes of the Volyn region]. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriia: heohrafiia. Ternopil: SMP "Taip", № 2, 208-215. [in Ukrainian].
7. Yatsyk, A.V., Gopchak, I.V., Pasheniuk, I.A., & Basiuk, T.O. (2015). Naukovi zasady normuvannia antropohennoho navantazhennia richkovykh basiniv [Scientific fundamentals of the anthropogenic loading of river basins]. ETEVK-2015: Mizhnarodnyi Konhres. Kyiv: TOV «PRAIM-PRINT», 314-322. [in Ukrainian].
8. Zuzuk, F.V., Koloshko, L.K., & Karpiuk, Z.K. (2012). Osusheni zemli Volynskoi oblasti ta yikh okhorona: monohrafiia [Dried land of the Volyn region and their protection: monograph]. Lutsk: Volyn national university by Lesya Ukrainka. [in Ukrainian].
9. Tymchenko, Z.V. (2000). Otsinka ekolohichnoho stanu malykh richok [Assessment of ecological state of small rivers]. Ukraina ta hlobalni protsesy: heohrafichni vymir: zb. nauk. pr.: v 3 t. Lutsk. Vol. 2, 317-320. [in Ukrainian].
10. Netrobchuk, I.M. (2014). Otsinka antropohennoho navantazhennia na basin verkhnoi Prypiati v Ratnivskomu raioni Volynskoi oblasti [Anthropogenic load estimation on the basin of the upper Pripyat in the Ratnivsky district of the Volyn region]. Nauk. zapysky Sumskoho derzh. ped. un-tu imeni A.S. Makarenka. Heohrafichni nauky. № 5, 10-18. [in Ukrainian].
11. Kyryliuk, O.V. (2010). Otsinka peretvorenosti malykh richkovykh basiniv yak krok do vyznachennia antropohennykh zmin hidromorfologichnykh umov [Assessment of the transformation of small river basins as a step towards the determination of anthropogenic changes in hydromorphological conditions]. Hidrolohiia, hidrokhimiia ta hidroekolohiia : nauk. zb.: V. 18. P. 283-289. [in Ukrainian].
12. Palamarchuk, M.M., & Zakorchevna, N.B. (2001). Vodnyi fond Ukrainy: Dovidkovyi posibnyk [Water Fund of Ukraine: Reference book]. Kyiv: Nika-Tsentr. [in Ukrainian].
13. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. – EN. – 22.12.2000. – L. 327. – P. 1-72 p.
14. United Nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk. Volume 1. Paris : UNESCO. 2012. 407 p.
15. Chmielowski, K., Bugajski, P., & Kaczor, G.B. 2016. Comparative analysis of the quality of sewage discharged from selected agglomeration sewerage systems. Journal of Water and Land Development. № 30, 35-42. [in Ukrainian].

Гопчак І.В., Басюк Т.А.

Оценка антропогенной нагрузки на бассейн малой реки Веселуха

Аннотация. Выполнена оценка антропогенной нагрузки и определено экологическое состояние бассейна малой реки Веселуха. Расчет антропогенной нагрузки и оценка экологического состояния бассейна реки Веселуха осуществлены в соответствии с «Методикой расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины». Расчет выполнен с использованием логико-математической модели «Бассейн малой реки», по четырем самостоятельным моделям основных подсистем бассейна реки: радиоактивное загрязнение территории, использование земель, использование речного стока, качество воды. Оценено количественно и качественно антропогенное состояние по разным показателям четырех подсистем для классификации экологического состояния бассейна реки. Значение первичных показателей подсистемы использования земельных и водных ресурсов были трансформированы в баллы и соответ-

ственно представлена качественная характеристика каждого из них. Исходными материалами для расчета антропогенной нагрузки служили статистические и картографические данные современного экологического состояния и использования земельных и водных ресурсов в бассейне реки Веселуха. На их основе определен уровень антропогенной нагрузки и общее экологическое состояние бассейна реки. Установлено, что по состоянию радиоактивного загрязнения площадь водосбора реки оценивается «удовлетворительно», по результатам анализа комплексный показатель использования земельных ресурсов определяет состояние подсистемы «Использование земель» в бассейне малой реки Веселуха как «хорошее», общее состояние использования речного стока в бассейне по уровню общего влияния всех указанных показателей антропогенной нагрузки на состояние подсистемы «Использование речного стока» оценено как «хорошее», состояние подсистемы «Качество воды» в бассейне реки характеризуется IV классом качества воды, по состоянию – «загрязненная». По результатам комплексной оценки всех подсистем бассейна реки был установлен индукционный коэффициент антропогенной нагрузки (ИКАН), который классифицирует экологическое состояние бассейна малой реки Веселуха как «изменения незначительные».

Ключевые слова: бассейн реки, антропогенная нагрузка, использование земель, речной сток, качество воды.

I.V. Gopchak, T.O. Basiuk

Estimation of anthropogenic load on the Veselukha small river basin

Abstract. The estimation of anthropogenic loading is carried out and the ecological state of the basin of the small Veselukha river is determined. The calculation of anthropogenic loading and assessment of the ecological status of the Veselukha river basin is carried out in accordance with «Methods for calculating anthropogenic load and classifying the ecological status of the basins of small rivers of Ukraine». The calculation is made using the logic-mathematical model «Small River Basin», for four independent models of the main subsystems of the river basin: radioactive contamination of the territory, land use, use of river runoff, water quality. The quantitative and qualitative anthropogenic condition on various indicators of four subsystems for classification of the ecological state of the river basin is estimated. The value of the primary indicators of the subsystem of land and water use was transformed into points and, accordingly, a qualitative characteristic for each of them was provided. The source materials for the calculation of anthropogenic loading were the statistical and cartographic data of the current ecological state and the use of land and water resources in the basin of the Veselukha River. On their basis, the level of anthropogenic loading and the overall ecological state of the river basin are determined. It was established that the state of radioactive contamination of the river catchment area is estimated «satisfactorily», according to the results of the analysis, a comprehensive indicator of land use determines the state of the subsystem «Use of land» in the basin of the small river Veselukha as «good», the general state of use of river runoff in the basin at the level of the joint influence of all these indicators of anthropogenic load on the state of the subsystem «Use of river runoff» is evaluated as «good», the state of the subsystem «Water quality» in the river basin characterized IV class of water quality «contaminated» state. According to the results of the integrated assessment of all subsystems of the river basin, an induction coefficient of anthropogenic loading (ICAL) was established, which classifies the ecological state of the basin of the small Veselukha River as «minor changes».

Key words: river basin, anthropogenic loading, land use, river runoff, water quality.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-162>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/162>

УДК 631.92:631.5:631.51(477.4)

ГЛОБАЛЬНА ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА НАСЛІДКИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ПІВДЕННОГО СТЕПУ

С.П. Голобородько¹, докт. с.-г. наук, О.М. Димов², канд. с.-г. наук

¹ Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>; e-mail: izz.ua@ukr.net

² Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>; e-mail: lksndrdymov@gmail.com

Анотація. Здійснено аналіз впливу глобальної та регіональної зміни клімату на збільшення випаровуваності, дефіциту вологозабезпеченості та зменшення кількості атмосферних опадів у підзоні південного Степу. Виявлено чотири моделі основ змін клімату на планеті. Згідно з першою моделлю підвищення температури пов'язано з антропогенними викидами в атмосферу вуглекислого газу, метану, оксиду азоту, гексафториду сірки, гідрофторвуглецю та перфторвуглецю. Другою моделлю причин зміни клімату вважаються періодичні четвертинні зледеніння, які повторюються на планеті кожні 100 тис. років. Третя модель передбачає зміну клімату через інтенсивне видобування нафти з надр нашої планети. Четвертою моделлю причин зміни клімату є діяльність гідротермальних джерел в океанах, які викидають в атмосферу вуглекислий газ і метан. Встановлена кількість атмосферних опадів, які випадали протягом 2011-2017 рр. у середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки, яка, порівняно з середньою багаторічною за 1945-2010 рр. (232,7 мм), була істотно нижчою і становила 47,2-63,6 мм. Зменшення останніми роками кількості опадів навесні на 24-27% і восени на 62-65%, за одночасного підвищення температури та зниження відносної вологості повітря в зазначені пори року на 2,7-2,8 °С, призводило до збільшення випаровуваності на 30-31% і дефіциту вологозабезпеченості на 53-55%. У середньому за 65 років випаровуваність складала 722,0 мм, а дефіцит вологозабезпечення – 487,4 мм. У вологі за забезпеченістю опадами роки випаровуваність не перевищувала 608,6 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення знижувався до 243,6 мм. У середньовологі та середні роки випаровуваність зростає до 645,7-746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення підвищується до 406,7-507,7 мм. У середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 769,8-934,5 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 580,9-791,0 мм. Обґрунтовано доцільність ефективного використання та подальшого розширення площ зрошуваних земель, що забезпечить отримання стабільно високих урожаїв сільськогосподарських культур і продовольчу безпеку населення України.

Ключові слова: клімат, повітря, температура, випаровуваність, атмосферні опади, вологозабезпеченість, зрошення

Постановка проблеми. Дослідженнями міждержавної групи експертів по зміні клімату (МГЕЗК) при ООН, підтвердженими національними академіями наук країн «Великої сімки», встановлено, що, порівняно з роком початку промислової революції (1850 р.), середня температура Землі підвищилася на 0,7 °С і становить у межах +15 °С, що й забезпечує існування життя сталих біогеоценозів на планеті [1]. Оцінкою кліматичних моделей МГЕЗК встановлено, що в XXI столітті середня температура Землі може підвищитись у межах 1,1-6,4 °С, через що протягом тисячоліть буде відбуватися потепління й підйом рівня води Світового океану. Підвищення глобальної температури на Землі призведе до зміни кількості й розподілу на материках атмосферних опадів і більш частій появи природних катаклізмів, таких як повені, посухи, урагани й ін., що призведе до зниження або повної заги-

белі врожаїв сільськогосподарських культур і зникнення багатьох біологічних видів рослин і тварин [2]. При цьому зміна клімату з великою ймовірністю буде збільшувати частоту й масштаб наведених природних явищ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глобальну зміну клімату на Землі нині вивчають у багатьох країнах світу, проте у більшості випадків ці дослідження носять фрагментарний характер і часто суперечать одне одному, але багато в чому і співпадають. Причини змін клімату в часі вивчені ще недостатньо, проте, згідно з наявними науковими моделями, їх декілька: зміна орбіти Землі навколо Сонця (цикли Міланковича), вулканічні викиди, зміна сонячної активності й парниковий ефект [3].

Одна з основних причин глобальної зміни клімату пов'язана зі значними викидами в атмосферу діоксиду вуглецю (CO₂),

метану (CH₄) і закису азоту (N₂O), а також гексафториду сірки (SF₆), гідрофторвуглецю (ГФУ) та перфторвуглецю (ПФУ), при поглинанні яких відбувається інфрачервоне випромінювання, що і викликає нагрівання як самої атмосфери, так і поверхні планети. Основними парниковими газами на Землі є: водяна пара (36-70%), двоокис вуглецю (9-26%), метан (4-9%) і тропосферний озон (3-7%). Усі відмічені гази, включаючи і фтор-хлорводні, в сукупності названі парниковими. Порівняно з початком промислової революції середини XIX ст. (1850 р.), з початку якої минуло більше 150 років, концентрація CO₂ в атмосфері Землі збільшилася на 31%, відповідно CH₄ – на 149% [4]. Окрім цього, усіма джерелами забруднення атмосферного простору, створеними людством: вугільні електростанції, викиди металургійних заводів, вихлопи автомобілів тощо, щорічно викидається до 22 млрд т парникових газів [5]. Водночас від спалювання вугілля, природного газу і нафти, застосування добрив, трансформації природних біоценозів в агрофітоценози і зміни агроландшафтів, у першу чергу вирубування лісу та розорювання природних кормових угідь, в атмосферу виділяється до 250 млн т метану в рік. Пояснюється це тим, що земна поверхня без рослинного покриву, порівняно з рослинністю, яка росте, нагрівається сильніше, що викликає підвищення рівня конденсації водяної пари атмосферних опадів і призводить до зниження випадання їх кількості та появи посух [6].

Друга причина істотного зростання вмісту парникових газів в атмосфері, яка пов'язана з четвертинним періодом покривних льодовиків Гренландії й Антарктиди, у даний час вивчена відносно добре. Четвертинний період відрізняється від інших геологічних періодів циклічними епохами заледеніння і міжльодовикових періодів, у які зміни клімату чітко корельовані зі змінами вуглецевого циклу. Разом з тим, навіть у цьому, найбільш вивченому періоді, ще немає достатньо повного пояснення причини циклічних змін на Землі й зв'язку геохімічних змін із кліматичними. Встановлено, що четвертинний період характеризувався чотирма заледеніннями, які з періодом до 100 тис. років проходили один за одним. При цьому атмосферний вміст діоксиду вуглецю і метану змінювався узгоджено з варіаціями температури й між собою, внаслідок чого концентрація метану в обох півкулях знижувалася й поступово вирівнювалася.

Третьою причиною, що викликала зміну геохімічного циклу в природі парникових

газів, насамперед діоксиду вуглецю і метану, є порушення закономірного процесу безперервного енергетичного обміну космічної системи Земля-Сонце, насамперед антропогенної діяльності людства, пов'язаної з видобутком нафти з надр планети [7]. Світове споживання нафти на початку XXI століття (2004-2005 рр.) досягло 30-31 млрд барелів у рік, а відкриті нові запаси за ці роки не перевищували 8 млрд барелів і перевищення видобутку над споживанням становило лише 2 млн барелів у день. Тому в XXI ст. розпочато пошук джерел енергії – заміників нафти, але, оскільки пошук альтернативних джерел енергії є складним, тривалим і до того ж недешевим, видобуток нафти з надр Землі увесь цей час триває. За даними наукових праць НАН України утворення нафти на планеті Земля має неорганічне походження і проходить унаслідок послідовних геокосмоплазмохімічних процесів, виконуючих донорсько-акцепторну функцію між рухом електронів з поверхні Землі до її ядра. На підставі фізико-хімічних властивостей вуглецю, 87% якого міститься в складі нафти, забезпечується процес протікання ядерного синтезу на поверхні ядра планети, а отже і геокосмоплазмохімічний процес утворення нової речовини. Тому в регіонах інтенсивного видобутку нафти руйнується стало існуюча ланка, внаслідок чого зростає електропровідність із іоносферою, що і призводить до збільшення утворення парникового ефекту і прискорення зміни клімату Землі, що викликає активізацію штормів, тайфунів, смерчів, інтенсивне танення льодовикового покриву, насамперед Арктики й Антарктиди. Тому зростання середньої температури на Землі протягом останніх 50 років виявлено вдвічі більшим, ніж за 100 попередніх років. При цьому в Арктиці теплішає удвічі швидше, ніж в інших кліматичних зонах, через що зона поширення льоду лише протягом останніх 30 років за кожне десятиліття зменшувалася на 2,7%. Механізм впливу парникових газів на глобальну зміну клімату полягає в тому, що частину інфрачервоного випромінювання, яке потрапляє на поверхню Землі, їх молекули поглинають і перевипромінюють, унаслідок чого відбувається нагрівання нижніх шарів атмосфери [8]. Антропогенна діяльність людства принесла і низку нових змін у цикл вуглецю на Землі, оскільки з початком індустріальної ери усе в більших обсягах стало зростати спалювання вугілля, нафти й газу, накопичених за мільйони років існування нашої планети [9; 10].

Згідно з прогнозними оцінками зміни клімату в Російській Федерації та Республіці Білорусь негативна дія людства в перші десятиріччя XXI-го століття є дуже високою, що підтверджується близькістю оцінок, отриманих у різних кліматичних моделях та різних сценаріях антропогенних емісій (рис. 1).

Також існують погляди, що зміна клімату відбувається в межах його природної мінливості і зумовлюється процесами, які повторюються в часі та відбуваються в системі Земля – Сонце – Космічний простір. Нині цикли зміни клімату виділяють у чотири групи: наддовгі – 150-300 млн років, довгі – 10-50 млн, короткі – сотні й тисячі років і ультракороткі, що пов'язані з активністю Сонця і вимірюються в межах 2400 років, 200, 90 і 11 років [12]. Існуючі моделі глобальної зміни клімату свідчать, що виявлені ритми Сонця також є причиною підвищення температури на Землі.

Однією з моделей цього явища могло бути різке збільшення вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері, що досягає 2-3% (сучасне 0,038%) і, особливо, метану, збільшення концентрації якого в атмосфері домінувало в ранній історії Землі й могло викликати глобальне потепління. Тривалість природної вуглецевої аномалії і її повне зникнення відбувалося протягом 150 тис. років, після чого температурний режим планети Земля повертався до нормального стану.

Актуальність дослідження. Аналіз ситуації, яка склалася в сільськогосподарському виробництві різних країн світу, свідчить про те, що причина зміни клімату на Землі та її наслідки вивчені ще недостатньо. Якщо

парникові гази в XXI ст. поступатимуть в атмосферу в такому ж об'ємі, як і нині, то підвищення середньої температури на планеті досягне 2-4 °С, у зв'язку з чим до 20-30% видів тварин і рослин в існуючих біоценозах можуть повністю зникнути. Одночасно підніметься рівень води у світовому океані, який протягом XX ст. став вищим на 17 см, тобто більше, ніж за попередні 2000 років [13].

У той же час процес глобального потепління на Землі пов'язують як з антропогенною діяльністю людей, так і з внутрішніми процесами, що відбуваються усередині планети і обумовлені рухом континентів. Нині на дні океанів виявлені тисячі гідротермальних джерел, так званих «чорних курильщиків» заввишки до 120 м і до 200 м у діаметрі, які постійно викидають в атмосферу тонни парникових газів, таких як діоксид вуглецю, метан і сірководень (H₂S). При цьому лише з одного такого гідротермального джерела вуглекислого газу і метану викидається в атмосферу в 30 разів більше, ніж з усіх промислових виробництв на Землі, разом узятих. До того ж викинуті гази не утримуються в чистій морській воді, а потрапляють у природний кругообіг. Враховуючи, що на дні океанів гідротермальних джерел виявлено тисячі, то, навіть обмеживши викиди парникових газів на планеті, як це передбачено Кіотською угодою, або навіть зупинивши усе виробництво на Землі, процес глобального потепління клімату на планеті не припиниться [14].

У зв'язку з підвищенням середньомісячної температури повітря в умовах природного зволоження (без зрошення) підзони

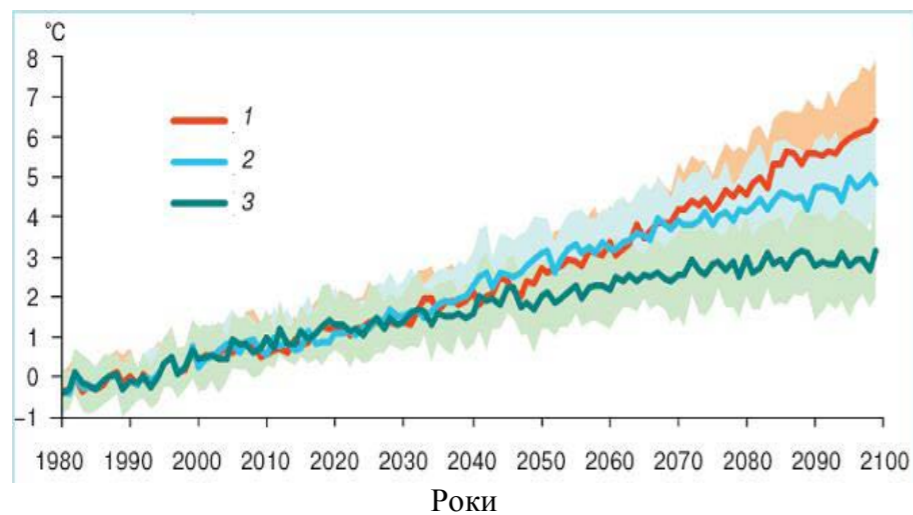


Рис. 1. Модель зміни середньорічної температури повітря (1, 2, 3) на території Російської Федерації та Білорусі, порівняно з середньою багаторічною за 1980-1999 рр.

Джерело: [11]

південного Степу України останніми роками виявлена недостатня кількість атмосферних опадів, особливо в липні, серпні і вересні, що за різними оцінками (гідротермічним коефіцієнтом Селянинова, індексом аридності Стенца, коефіцієнтом зволоження Іванова та ін.) характерно для напівпустелі та пустелі [15].

Як наслідок – збільшилася посушливість клімату і почастилася повторюваність посух, особливо в степовій і сухостеповій зонах. Якщо посухи протягом 400 років у XI-XIV ст. виникали лише 8 разів, у XVII-XVIII – 17, у XIX – 20, то в XX столітті їх кількість зросла до 30.

Мета дослідження – розкрити причини глобальної зміни клімату на планеті та її вплив на сільськогосподарське виробництво підзони південного Степу через збільшення коефіцієнта зволоження, випаровуваності й дефіциту вологозабезпеченості.

Матеріали і методи досліджень. Основним завданням наших досліджень стало вивчення науково-практичних аспектів сучасного стану та встановлення шляхів облаштування агроландшафтів південного регіону України. Дослідження в цьому напрямі проведено з використанням тривалих метеорологічних спостережень Херсонської метеорологічної станції. Наукові дослідження базувались на комплексному використанні статистичного, монографічного, абстрактно-логічного методів та системного аналізу.

Результати дослідження та їх обговорення. Проблема виробництва сільськогосподарської продукції в даний час суттєво загострюється у зв'язку з інтенсивними темпами глобальної й регіональної зміни клімату,

що проявляється через підвищення середньорічних температур повітря, інтенсивний прояв екстремальних погодних явищ, у тому числі посух, які охоплюють до 50-70% території України, до її загальної площі. Аналіз довготривалих спостережень за погодними умовами, проведених Херсонською метеорологічною станцією у південній частині зони Степу, дозволив встановити й абсолютні розміри величини гідротермічних показників у різні за забезпеченістю опадами роки. У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) випаровуваність складала 722,0 мм, а дефіцит вологозабезпечення – відповідно 487,4 мм. У вологі (5%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність не перевищувала 608,6 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення знижувався до 243,6 мм. У середньовологі (25%) та середні (50%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 645,7-746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення підвищується до 406,7-507,7 мм. У середньосухі (75%) та сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 769,8-934,5 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 580,9-791,0 мм (рис. 2).

Коефіцієнт зволоження, як відношення суми атмосферних опадів до випаровуваності, істотно залежав від року забезпеченості опадами протягом усього вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) коефіцієнт зволоження не перевищував 0,32, що свідчить про вкрай посушливий клімат підзони південного Степу. У вологі за забезпеченістю опадами

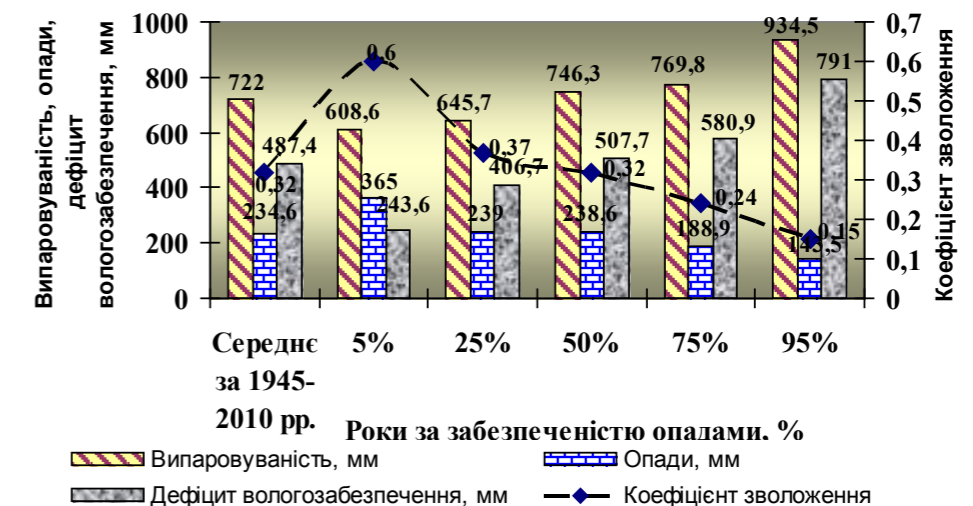


Рис. 2. Гідротермічні показники вегетаційного періоду багаторічних трав у різні за забезпеченістю опадами роки

Джерело: за даними Херсонської метеорологічної станції

роки вказаний показник склав 0,60; відповідно, середньовологі – 0,37; середні – 0,32; середньосухі – 0,24 і сухі за забезпеченістю опадами роки коефіцієнт зволоження в середньому за вегетаційний період (квітень–вересень) не перевищував 0,15.

Коефіцієнт зволоження, розрахований за показниками Херсонської та Асканійської метеорологічних станцій у середньому за 1945-2010 рр., склав 0,39-0,43; у травні – 0,39; червні – 0,37; липні – 0,26; серпні – 0,19-0,22 і вересні – 0,29-0,37. Найвищі показники коефіцієнта зволоження протягом вегетаційного періоду виявлено у квітні – 0,39-0,43 і вересні – 0,29-0,37, а найнижчі у липні – 0,26 та серпні 0,19-0,22 (рис. 3).

Протягом останніх років зниження коефіцієнта зволоження відбувалося одночасно з істотним зростанням середньомісячної

температури й зниженням відносної вологості повітря. Про істотну зміну теплового, повітряного і радіаційного режимів у підзоні південного Степу свідчить підвищення середньомісячної температури повітря протягом вегетаційного періоду сухого (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. (рис. 4).

Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період багаторічних трав склав 690,0 мм і, порівняно з середніми багаторічними показниками, був вищим на 81,2 мм, або на 16,0%. При цьому в травні він досягав 84,9 мм; червні – 144,8; липні – 128,9; серпні – 219,2 і вересні – 140,8 мм. Коефіцієнт зволоження у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. у середньому за вегетаційний період склав 0,20, у тому числі: в квітні – 1,48; травні – 0,23; червні – 0,07; липні – 0,24; серпні – 0,02 і вересні – 0,01 (рис. 5).

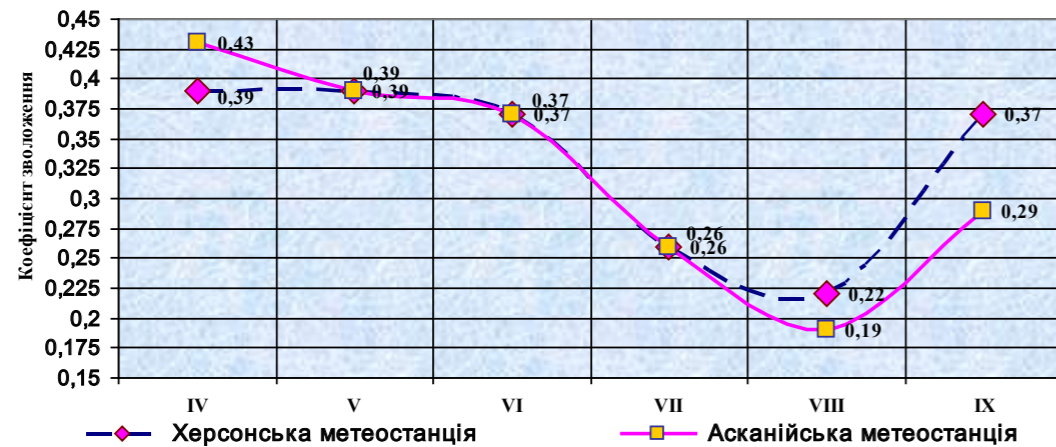


Рис. 3. Коефіцієнт зволоження протягом вегетаційного періоду багаторічних трав (квітень–вересень)

Джерело: за даними Херсонської і Асканійської метеорологічних станцій, у середньому за 1945-2010 рр.

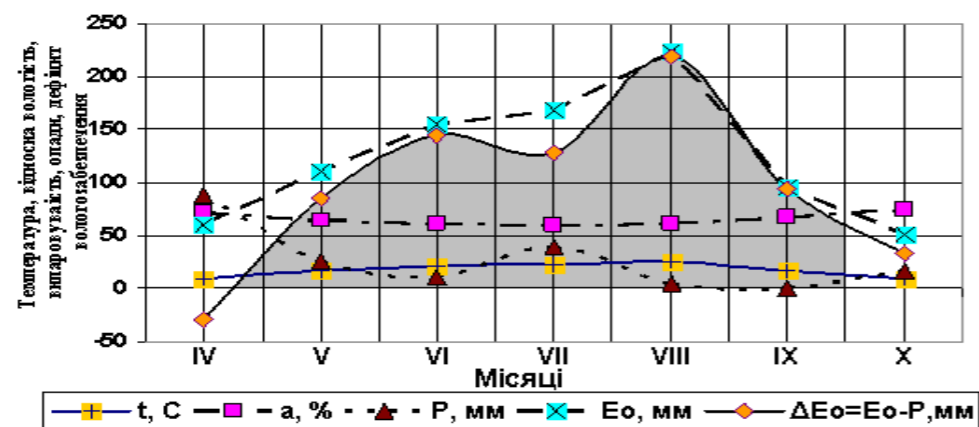


Рис. 4. Гідротермічні показники вегетаційного періоду багаторічних трав у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р.

Примітка: сірим кольором зафарбована зона, площа якої дорівнює дефіциту вологозабезпечення
Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

Наведені показники свідчать про те, що згідно [16], за коефіцієнтом зволоження територія південної частини зони Степу протягом травня–вересня у сухому за забезпеченістю опадами 2017 р. відносилася до напівпустелі та пустелі.

У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) кількість атмосферних опадів у зимовий період (XII-II місяці) не перевищувала 93,0 мм, відповідно, у весняний (III-V) – 93,7; літній (VI-VIII) – 126,3 і осінній (IX-XI місяці) – 102,7 мм. Протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) кількість опадів у середньому за 1945-2010 рр. складала 232,7 мм, відповідно,

у 2011 р. – 185,5 мм; 2012 р. – 186,6; 2013 р. – 154,2; 2014 р. – 218,5; 2015 р. – 315,2; 2016 р. – 277,7 і у 2017 р. – 169,1 мм.

Кількість атмосферних опадів, які випадали протягом 2011-2017 рр. у середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки, свідчить, що, порівняно з середньою багаторічною за 1945-2010 рр., вона була істотно нижчою і досягала 47,2-63,6 мм. Якщо в середньому за 1945-2010 рр. кількість опадів становила 232,7 мм, то в 2011 році їх кількість не перевищувала 185,5 мм, відповідно, в 2012 р. – 186,6; 2013 – 154,2; 2014 – 218,5; 2015 – 315,3; 2016 – 277,7 і у 2017 р. – 169,1 мм (рис. 6).

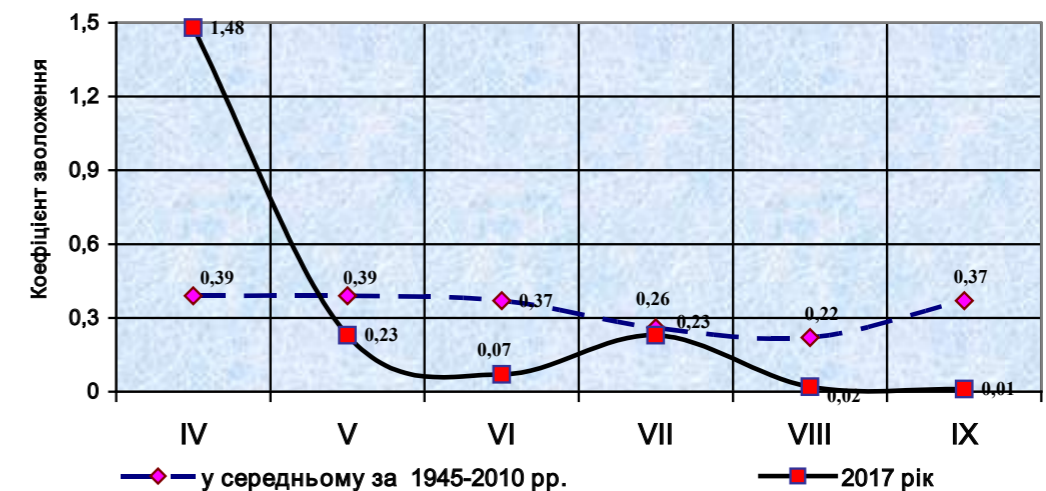


Рис. 5. Коефіцієнт зволоження протягом вегетаційного періоду багаторічних трав у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. та в середньому за 1945-2010 рр.

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

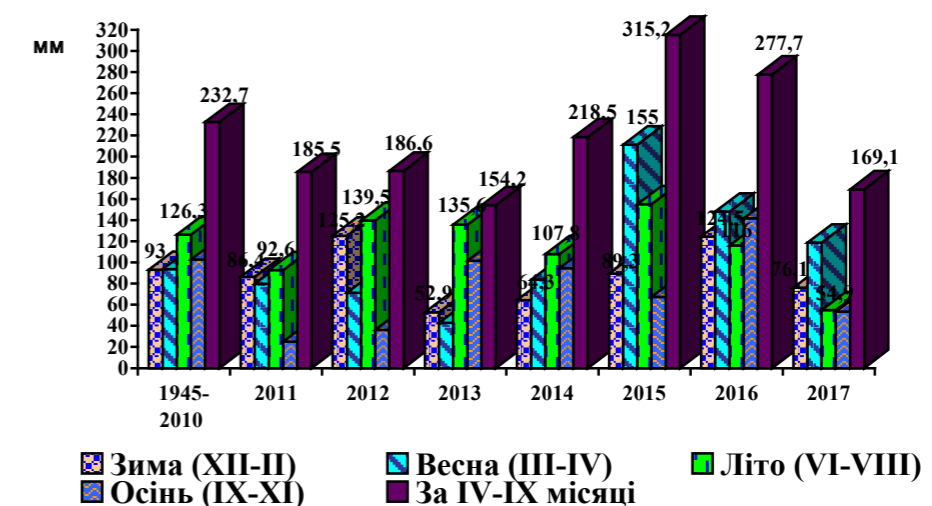


Рис. 6. Кількість атмосферних опадів у різні за забезпеченістю опадами роки протягом вегетаційного періоду багаторічних трав (квітень–вересень) та за сезонами років у південному Степу України

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

Зменшення кількості опадів у весняний період у сухому за забезпеченістю опадами 2012 р., порівняно з 1945-2010 рр., на 22,6 мм (24,1%) і восени – на 66,4 мм (64,6%) за одночасного підвищення температури повітря у зазначені пори року на 2,7 °С і 2,8 °С в цілому за вегетаційний період (IV-IX місяці) призводило до збільшення випаровуваності на 217,5 мм (29,9%) і дефіциту вологозабезпеченості на 263,6 мм, або на 53,4%.

Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення протягом 2011-2017 рр. істотно змінювалися й залежали від середньомісячної температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів (рис. 7).



Рис. 7. Випаровуваність (Ео) і дефіцит вологозабезпечення (ΔЕо) протягом вегетаційного періоду (IV-IX місяці) багаторічних трав у підзоні південного Степу
Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон



Рис. 8. Стан посівів пшениці озимої на неполивних землях ДП ДГ «Копані» Інституту зрошуваного землеробства НААН у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2012 р.

Вкрай екстремальні гідротермічні умови спостерігалися у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2012 р., потенційне випаровування або випаровуваність у якому досягала 944,1 мм і перевищувала середні багаторічні показники на 30,8%, а дефіцит вологозабезпечення – на 55,4%, унаслідок чого пшениця озима формувала вкрай низькі урожаї (рис. 8).

Величина випаровуваності протягом вегетаційного періоду 2012 р. досліджень істотно змінювалася і залежала від кількості опадів, що випадали. При цьому дефіцит вологозабезпечення та коефіцієнт зволоження істотно залежали від погодних умов, які склалися

протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, що вирощувалися.

За таких погодних умов протягом 2011-2017 рр. у Херсонській області одночасно спостерігалася інтенсивне поширення найбільш шкідливого карантинного бур'яну – амброзії полинолистої [17], що призводило до істотного зниження урожаю сільськогосподарських культур. Поряд з істотним впливом регіональної зміни клімату на формування їх урожаю передумови кінця ХХ й початку ХХІ ст. також не сприяли інтенсивному розвитку сільського господарства у південній частині зони Степу, що пов'язано з надзвичайно високим рівнем розорювання сільськогосподарських угідь та їх деградацією [18].

Одним з основних чинників, які безпосередньо впливають на збільшення виробництва продукції рослинництва в умовах зростання інтенсивності кліматичних посух, є зрошення земель. Саме завдяки потенційним можливостям нарощування обсягів відновлення й модернізації інфраструктури зрошувальних систем, передусім на півдні України, й розширення площ фактично политих земель можна досягти більшої гарантованості стабільного отримання врожаїв сільськогосподарських культур та забезпечення продовольчої безпеки держави.

Висновки. Дослідження зміни клімату на Землі свідчать, що, порівняно з серединою ХІХ ст., середня температура її підвищилася на 0,7°С, що пов'язано з антропогенними викидами в атмосферу вуглекислого газу, метану, оксиду азоту, а також гексафториду сірки, гідрофторвуглецю та перфторвуглецю (перша модель).

Другою моделлю причин зміни клімату на Землі вважаються періодичні четвертинні зледеніння, які регулярно повторюються на планеті кожні 100 тис. років. Кожен льодовиковий період через масове вимирання морських організмів супроводжується зниженням концен-

трації вуглекислого газу і метану в міжльодовикові періоди, що пов'язано з відродженням живих організмів у світовому океані.

Зміна клімату на Землі, згідно з третьою моделлю, відбувається через порушення законного процесу безперервного обміну в космічній системі Земля – Сонце, що пов'язано з інтенсивним добуванням нафти з надр планети, внаслідок чого протягом ХХ століття порушено проходження течії термоядерного циклу ядра планети.

Четвертою моделлю причин зміни клімату є діяльність гідротермальних джерел в океанах, які викидають в атмосферу значно більше вуглекислого газу і метану, ніж антропогенна діяльність людства.

Зменшення кількості опадів, особливо у посушливі роки (2012, 2013, 2017), порівняно з середніми показниками за 1945-2010 рр., навесні на 24-27% і восени – на 62-65%, за одночасного підвищення температури повітря в зазначені пори року на 2,7-2,8 °С в цілому за вегетаційний період ярих сільськогосподарських культур, призводило до збільшення випаровуваності на 30-31% і дефіциту вологозабезпеченості на 53-55%.

Існуюча реальність, яка свідчить про суттєвий прояв у південній частині зони Степу глобальної й регіональної зміни клімату, – це зміна структури посівних площ сільськогосподарських культур після розпаювання земельних ресурсів та повернення до екстенсивних систем землеробства. Останнє стало причиною інтенсивного поширення в агроландшафтах найбільш шкідливих карантинних бур'янів і, насамперед, амброзії полинолистої.

Основним шляхом подолання негативного впливу глобальних змін клімату на сільськогосподарське виробництво підзони південного Степу є ефективне використання та подальше розширення площ фактичного зрошення, що забезпечуватиме отримання стабільно високих урожаїв та продовольчу безпеку держави.

Бібліографія

1. Исследования межгосударственной группы экспертов при ООН [Электронный ресурс] / Начало повышения температуры на планете // Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Палеонтологические исследования [Электронный ресурс] / Причины вымирания отдельных видов растений и животных // Режим доступа: <http://imm.org.ua/se/news/index.php?action=show&nid=4163>.
3. Влияние парниковых газов на глобальное изменение климата [Электронный ресурс] / Причины нагревания поверхности Земли // Режим доступа: <http://www.referatik.com.ua/subject/97/41350/?page=2>.
4. Концентрация углекислого газа в атмосфере [Электронный ресурс] / Изменение структуры агроландшафтов // Режим доступа: <http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/ntalgraphics/rus/html/climate.htm>.
5. Источники загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] / Ежегодные выбросы парниковых газов // Режим доступа: <http://www.ukragroconsult.com/contentview/46301/61/>.

6. Причины увеличения концентрации метана в атмосфере [Электронный ресурс] / Наличие градиента концентрации метана в межледниковые периоды // Режим доступа: <http://www.lib.ua-ru/net/inode/p-2/14290.html>.
7. Bentley R.W. Global exhaust of oil and gas: review / Energy Policy. 2002. V. 30. Pp. 189-205.
8. Мачерет Ю.П. Радиозондирование ледников. М.: Научный мир, 2006. 392 с.
9. Поглощение инфракрасной радиации [Электронный ресурс] / Причины увеличения концентрации парниковых газов // Режим доступа: www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch12b.shtml.
10. Аномальное похолодание в Европе [Электронный ресурс] / Увеличение продолжительности зимнего периода // Режим доступа: http://www.grida.no/climate/ipcc_tor/vol14/russian/083.htm.
11. Моделі зміни клімату [Електронний ресурс] / Причини зростання температури повітря // Режим доступу: <http://www.%d0%94%d0%9e%d0%9a>.
12. Природная изменчивость процесса Солнце–Земля [Электронный ресурс] / Циклы изменения климата // Режим доступа: <http://www.ukrindustrial.com/news/index.php?newsid=219087>.
13. Уменьшение площади ледников Арктики [Электронный ресурс] / Усиление эрозии морских берегов // Режим доступа: <http://www.zn.ua/3000/3320/63430/>.
14. Киотский протокол [Электронный ресурс] / Ограничение выбросов парниковых газов на планете // Режим доступа: <http://echo.msk.ru/news/511753-echo.html>.
15. Голобородько С.П., Димов О.М. Глобальні зміни клімату як передумови розвитку зрошення в Південному Степу // Вісник аграрної науки. 2014. № 14. С. 33-37.
16. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата // Известия Всесоюзного географического общества. 1962. Т. 94. Вып. 1. С. 65-70.
17. Косолапов Н., Андерсон Р. Как обуздать амброзию / Зерно. 2008. № 7. С. 60-66.
18. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Нестерчук В.В. Агробіологічні основи консервації деградованих земель у Південному Степу України. Херсон: Гринь Д.С., 2016. 262 с.

References

1. Issledovaniia mezhhosudarstvennoi hruppy ekspertov pri OON [Studies of the interstate group of experts at the UN]. The Beginning of temperature rise on the planet (n.d.). Retrieved from <http://ru.wikipedia.org/wiki/> [in Russian].
2. Paleontologicheskiye issledovaniia [Paleontological studies]. Causes of extinction of certain species of plants and animals (n.d.). Retrieved from <http://imm.org.ua/se/news/index.php?action=show&nid=4163> [in Russian].
3. Vliianiie parnikovykh hazov na hlobalnoie izmeneniie klimata [The impact of greenhouse gases on global climate change]. Causes of warming of the Earth's surface (n.d.). Retrieved from <http://www.referatik.com.ua/subject/97/41350/?page=2> [in Russian].
4. Kонтсентратиіа uhlekisloho haza v atmosfere [Concentration of carbon dioxide in the atmosphere]. Changes in the structure of agricultural landscapes (n.d.). Retrieved from <http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/ntalgraphics/rus/html/climate.htm> [in Russian].
5. Istochniki zahriazneniia atmosfery [Sources of air pollution]. Annual greenhouse gas emissions (n.d.). Retrieved from <http://www.ukragroconsult.com/contentview/46301/61/> [in Russian].
6. Prichiny uvelicheniia kontsentratsyi metana v atmosfere [Causes of methane concentration increase in the atmosphere]. Presence of methane concentration gradient in interglacial periods (n.d.). Retrieved from <http://www.lib.ua-ru/net/inode/p-2/14290.html> [in Russian].
7. Bentley, R.W. Global exhaust of oil and gas: review / Energy Policy. 2002. V. 30. Pp. 189-205.
8. Macheret, Yu.P. (2006). Radiozonirovaniie lednikov [Sounding of glaciers]. M.: Scientific world [in Russian].
9. Pohloscheniie infrakrasnoi radiatsii [Absorption of infrared radiation]. Reasons for increasing the concentration of greenhouse gases (n.d.). Retrieved from www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch12b.shtml [in Ukrainian].
10. Anomalnoie pokholodaniie v Yevrope [Anomalous cooling in Europe]. Increase in the duration of the winter period (n.d.). Retrieved from http://www.grida.no/climate/ipcc_tor/vol14/russian/083.htm [in Russian].
11. Modeli zminy klimatu [Climate change models]. Causes of air temperature rise (n.d.). Retrieved from <http://www.%d0%94%d0%9e%d0%9a> [in Ukrainian].
12. Prirodnaia izmenchivost protsessa Solntse–Zemlia [Natural variability of the Sun–Earth process]. Climate change Cycles (n.d.). Retrieved from <http://www.ukrindustrial.com/news/index.php?newsid=219087> [in Russian].

13. Umensheniie ploschadi lednikov Arktiki [Reducing the area of glaciers in the Arctic]. Increased erosion of sea shores (n.d.). Retrieved from <http://www.zn.ua/3000/3320/63430/> [in Russian].
14. Kiotskii protokol [Kyoto Protocol]. Limiting global greenhouse gas emissions (n.d.). Retrieved from <http://echo.msk.ru/news/511753-echo.html> [in Russian].
15. Holoborodko, S.P. & Dymov, O.M. (2014). Hlobalni zminy klimatu yak peredumovy rozvytku zroshenniia v Pivdenному Stepu [Global climate change as a prerequisite for the development of irrigation in the Southern Steppe]. Visnyk ahrarnoi nauky – News of agrarian sciences, 14, 33-37 [in Ukrainian].
16. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biolohicheskoi effektivnosti klimata [Indicator of biological efficiency of climate]. Izvestiia Vsesoiuznogo heohraficheskoho obschestva – News of All-Union geographic company, V. 94, Is. 1, 65-70. [in Russian].
17. Kosolapov, N. & Anderson, R. (2008). Kak obuzdat ambroziiu [How to curb ambrosia]. Zerno – Grain, 7, 60-66 [in Russian].
18. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Nesterchuk, V.V. (2016). Ahrobiolohichni osnovy konservatsii dehradovanykh zemel u pivdenному Stepu Ukrainy [Agrobiological bases of conservation of degraded lands in the southern Steppe of Ukraine]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

С.П. Голобородько, А.Н. Дымов

Глобальное изменение климата: причины возникновения и последствия для сельскохозяйственного производства южной Степи

Аннотация. Осуществлен анализ влияния глобального и регионального изменения климата на увеличение испаряемости, дефицита влагообеспеченности и уменьшения количества атмосферных осадков в подзоне южной Степи. Выявлены четыре модели основ изменений климата на планете. Согласно первой модели повышение температуры связано с антропогенными выбросами в атмосферу углекислого газа, метана, оксида азота, гексафторида серы, гидрофторуглерода и перфторуглерода. Второй моделью причин изменения климата считаются периодические четвертичные оледенения, которые повторяются на планете каждые 100 тыс. лет. Третья модель предполагает изменение климата из-за интенсивной добычи нефти из недр нашей планеты. Четвертой моделью причин изменения климата является деятельность гидротермальных источников в океанах, которые выбрасывают в атмосферу углекислый газ и метан. Установлено количество атмосферных осадков, выпавших в течении 2011–2017 гг. в среднесухие и сухие по обеспеченности осадками годы, которые, по сравнению со средней многолетней за 1945–2010 гг. (232,7 мм), были существенно ниже и составили 47,2–63,6 мм. Уменьшение в последние годы количества осадков весной на 24–27% и осенью на 62–65%, при одновременном повышении температуры и снижении относительной влажности воздуха в указанные времена года на 2,7–2,8 °С, приводило к увеличению испаряемости на 30–31% и дефицита влагообеспеченности на 53–55%. В среднем за 65 лет испаряемость составляла 722,0 мм, а дефицит влагообеспеченности – 487,4 мм. Во влажные по обеспеченности осадками годы испаряемость не превышала 608,6 мм, соответственно, дефицит влагообеспеченности снижался до 243,6 мм. В средневлажные и средние годы испаряемость возрастает до 645,7–746,3 мм, а дефицит влагообеспеченности повышается до 406,7–507,7 мм. В среднесухие и сухие по обеспеченности осадками годы испаряемость возрастает до 769,8–934,5 мм, а дефицит влагообеспеченности – до 580,9–791,0 мм. Обоснована целесообразность эффективного использования и расширения площадей орошаемых земель, что обеспечит получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур и продовольственной безопасности населения Украины.

Ключевые слова: климат, воздух, температура, испаряемость, атмосферные осадки, влагообеспеченность, орошение.

S.P. Goloborodko, O.M. Dymov

Global climate change: causes of occurrence and consequences for agricultural production in the Southern Steppe

Abstract. The analysis of the influence of global and regional climate change on the increase of evaporation, water deficit and the amount of precipitation in the Southern Steppe subzone is realized. Four models of the basis for climate change on the planet are revealed. According to the first model of temperature rise associated with anthropogenic emissions into the atmosphere of carbon dioxide, methane, nitrogen oxide, sulfur hexafluoride, hydrofluorocarbon and perfluorocarbon. The second model of the causes of climate change are periodic quaternary glaciations that are repeated on the planet every 100 thousand years. The third model involves climate change through the intensive extraction of oil from the depths of our planet. The fourth model of the causes of climate change is the activity of hydrothermal sources in the oceans, which emit carbon dioxide and methane into the atmosphere. The established amount of precipitation that fell during the years 2011–2017 in the medium-dry and dry rainfall years, which was significantly lower than the average perennial for 1945–2010 (232,7 mm) and was 47,2–63,6 mm.

The decrease in the amount of precipitation by 24-27% in the spring and by 62-65% in the autumn, while simultaneously raising the temperature and decreasing the relative humidity of air in the specified seasons at 2,7-2,8 °C, led to an increase in evaporation by 30-31% and the lack of water supply by 53-55%. On average, for 65 years, the evaporation rate was 722,0 mm, and the moisture deficit was 487,4 mm. In the case of wet rainfall, years of evaporation did not exceed 608,6 mm, respectively, the deficit of moisture decreased to 243,6 mm. In the medieval and middle years, the evaporation rate increases to 645,7-746,3 mm, while the moisture deficit increases to 406,7-507,7 mm. In medium-dry and dry years, the evaporation rate increases to 769,8-934,5 mm, while the moisture deficit is reduced to 580,9-791,0 mm. The expediency of efficient use and further expansion of areas of irrigated land is grounded, which will ensure obtaining stable high yields of agricultural crops and food safety of the population of Ukraine.

Key words: climate, air, temperature, evaporation, precipitation, water availability, irrigation.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-166>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/166>

УДК 632:633.49

ЗАХИСТ КАРТОПЛІ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ

Ф.С. Мельничук¹, канд. с.-г. наук, С.А. Алексєєва², канд. с.-г. наук, О.В. Гордієнко³, канд. с.-г. наук.

¹ Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України, с. Гора, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна; <https://orcid.org/0000-0003-2711-5185>; e-mail: melnichukf@ukr.net

² Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України, с. Гора, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна; <https://orcid.org/0000-0001-8463-4614>; e-mail: alekseeva_svetlana@ukr.net

³ Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України, с. Гора, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна; <https://orcid.org/0000-0001-9488-916X>; e-mail: gordienkoav@ukr.net

Анотація. У статті наведені результати ефективності інсектицидів різних хімічних класів проти основних шкідників картоплі. Найбільш ефективними проти колорадського жука були інсектициди Конфідор, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. Максимальну технічну ефективність, що складала 99,5% (Конфідор, 20% в.р.к.), 99,2% (Каліпсо, 48% к.с.) та 99,3% (Енжіо, 24,7% к.с.), одержували на третій день після обробки. Проти попелиць найбільш ефективними за обприскування посадок картоплі виявились препарати Енжіо, 24,7% к.с. та Конфідор, 20% в.р.к., відповідний показник яких сягав 98,2% і 93,1%, за зменшення чисельності попелиць майже у 60 разів, порівняно з контролем. Також досліджено дію комбінованих протруйників на зниження ураженості рослин картоплі хворобами в умовах Лісостепу України. Наведено результати польових досліджень технічної ефективності протруйників за обробки бульб картоплі перед садінням. Найвищою ефективністю (93,2-95,2%) проти фітофага відзначалися препарати Престиж, 290 FS, к.с., Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS. Також здійснено порівняльну оцінку інсектицидів за обприскування рослин картоплі проти колорадського жука та попелиць. Найбільшу ефективність проти парші звичайної виявив препарат Престиж, 290 FS, к.с. Передпосівна обробка даним протруйником забезпечувала ефективність у період цвітіння в середньому за роками на рівні 50,6%. Максимальну частку здорових бульб одержано на варіанті із застосуванням препарату Престиж, 290 FS, к.с. – 55,1%, тоді як на контролі цей показник був меншим у 1,5 рази і становив 37,2%. Також на варіанті із Престижем було зібрано найбільші фракції товарної картоплі. Обприскування посадок картоплі інсектицидами за рекомендованих норм витрати дало змогу одержати врожайність бульб на рівні 25,6-28,2 т/га. Протруєння бульб є надійним захистом рослин культури від пошкодження колорадським жуком та ураження хворобами, що дало змогу одержати врожайність бульб на рівні 24,4-27,4 т/га.

Ключові слова: картопля, колорадський жук, попелиця, фітофаг, фітопатоген, протруйники, інсектициди, урожай.

Постановка проблеми. Серед сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, одне з провідних місць за використанням у народному господарстві належить картоплі. Вона є основною продовольчою, кормовою та технічною культурою. Бульби містять від 14 до 22% крохмалю, 1,5-3% білків, 0,8-1% мінеральних речовин, до 1% клітковини. Картопля характеризується високою продовольчою цінністю та смаковими якостями, у зимовий період вона є основним джерелом вітаміну С для людини. Картопля – цінна сировина для виробництва спирту, крохмалю, глюкози, декстрину та іншої продукції. Вона є добрим попередником під озими та ярі культури [2; 4].

Згідно з даними Держстату, виробничі площі під картоплею в 2017 р., порівняно з попереднім роком, зросли до 1,32 млн. га. Найбільші площі зосереджені на Поліссі (біля 60%) та в Лісостепу (біля 30%). Україна займає четверте місце у світі за споживанням картоплі на душу населення, цей показник у нашій країні становить 133 кг при нормі 123 кг.

Вирощування цієї культури сільгоспвиробниками пов'язане з певними складнощами. Зокрема, втрати урожаю картоплі від шкідливих організмів щорічно становлять 35-40%, а в окремі роки і більше. Серед фітофагів виділяються поліфаги: капустянка, ковалики, травневі хрущі та спеціалізовані шкідники: колорадський жук, картопляна попелиця, картопляна

міль та картопляний комарик [4; 5]. В умовах Центрального регіону України колорадський жук лідирує серед шкідників картоплі, будучи основним об'єктом у системі захисту культури.

Також слід відзначити на картоплі присутність окремих видів попелиць: бурякова (*Aphis fabae* Scop.), жостерова (*A. Frangulae* Kalt.), звичайна картопляна (*Aulacorthum solani* Kalt.), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Fhorm.) і зелена персикова (*Myzodes persicae* Sulz.) та ін. Шкідливість цих видів попелиць полягає у висмоктуванні поживних речовин із рослин, виділенні комахами зі слиною токсинів, які викликають морфологічні зміни листків і бульб. Пошкоджені листки скручуються, засихають, кущі чахнуть, врожайність знижується. Крім цього, сисні комахи є переносниками більше 50 вірусних хвороб картоплі, що впливають на кількість і якість урожаю [6].

Фітопатогенний комплекс картоплі характеризується домінуванням на рослинах культури грибних хвороб (мікозів), а саме фітофторозу, альтернаріозу, фузаріозного в'янення, ризоктоніозу. У роки епіфітотій втрати врожаю від ураження фітопатогенами сягають 50% і більше. На бульбах картоплі переважають суха гниль, парша звичайна, фітофтороз, мокра бактеріальна та кільцева гнилі. Останніми роками в Україні помітно змінилась роль окремих фітопатогенів та їхнього співвідношення в агроценозі картоплі. Постійно небезпечний фітофтороз агресивно проявляється лише в окремі роки в деяких регіонах. Натомість значного розвитку набули суха плямистість (альтернаріоз), фузаріозне в'янення, суха фузаріозна гниль бульб. Причиною таких змін є в основному суха спекотна погода, що утримується протягом вегетаційного періоду, та відсутність стійких сортів проти збудників, що викликають ці захворювання [8].

Актуальність дослідження. Серед хімічних засобів захисту сільськогосподарських культур найбільшого поширення в останнє десятиліття набули інсектициди групи неонікотиноїдів. Їх системна дія з тривалим ефектом допускає використання не тільки шляхом обприскування рослин у період вегетації, а й обробку бульб при посадці. Майже всі протруйники мають комбіновану дію, за рахунок якої зменшується чисельність не лише комах, а й знижується розвиток хвороб. Такий підхід забезпечує довгостроковий захист картоплі від початку вегетації і створює можливості для зниження чисельності та поширення шкідливих організмів. Вважається, що це екологічно орієнтований метод, оскільки він дозволяє не обприскувати

рослини у період вегетації. І дає можливість знизити пестицидне навантаження на агробіоценоз і зберегти корисну діяльність комах.

Метою роботи було вивчення ефективності інсектицидів різних хімічних класів проти основних фітофагів картоплі, а також дослідження дії комбінованих протруйників на зниження ураженості рослин картоплі хворобами та впливу такого захисту на урожайність бульб.

Матеріали та методики досліджень. Дослідження ефективності інсектицидів та комбінованих протруйників проводили в умовах Бориспільського району Київської області. Густота садіння картоплі сорту Зареве становила 55 тис. бульб/га. Глибина загорання бульб у гребнях – 6-8 см. Досліди з оцінки ефективності пестицидів закладали та проводили за загальноприйнятими методиками [1; 3; 7]. Бульби картоплі обробляли за день до садіння, а обприскування рослин проводили у фазу активного росту культури.

Обліки шкідників здійснювали у період масового їх розмноження, а також перед обприскуванням. Підрахунок чисельності попелиць проводили при заселенні рослин картоплі крилатими особинами самиць. У контролі та варіантах з обприскуванням відбирали по 1 розвиненому листу середнього ярусу в 15 рослин (на 3-ю, 7-у, та 14-у добу після обробки). Далі листя переглядали під лупою з підрахунком і визначенням особин фітофага. Біологічну ефективність у даному випадку оцінювали за формулою Аббота, щодо зниження чисельності попелиць до контролю.

Ефективність ($E, \%$) інсектицидів визначали за формулою:

$$E = \frac{K_k - 3}{K_k} \times 100, \quad (1)$$

де K_k – вихідна кількість комах у досліді або у контролі, екз.;

3 – кількість комах, що залишилася у досліді або у варіанті, екз.

Для аналізу бульб на ураженість хворобами відбирали їх з 10-ти кущів з 3-х рядків та визначали у відсотках за формулою:

$$P = \frac{n}{N} \times 100, \quad (2)$$

де: P – розповсюдження хвороби (%);

n – кількість хворих бульб у пробі;

N – загальна кількість

Технічну ефективність ($E\%$) протруйників проти хвороб оцінювали за формулою

$$E \% = \frac{P_k - P_o}{P_k} \times 100, \quad (3)$$

P_k – розвиток хвороби на контролі;

P_o – розвиток хвороби в досліджуваному варіанті після обробки.

Збирання врожаю проводили наприкінці серпня – на початку вересня, залежно від погодних умов року. Збережений урожай підраховували у відсотках порівняно з контрольним варіантом. Якісну оцінку проводили шляхом розподілу бульб картоплі на такі фракції – неушкоджені та ушкоджені, які визначали у відсотках.

Для досліджень використовували інсектициди та комбіновані препарати, зареєстровані в Україні на посадках картоплі проти колорадського жука (табл. 1).

Результати дослідження та їх обговорення. Основним шкідником на посадках картоплі в умовах Київської області впродовж 2016-2018 рр. був колорадський жук. Враховуючи біологічні особливості цього фітофага (ранній вихід з ґрунту та початок живлення), захист картоплі від пошкодження розпочинали з обробки бульб протруйниками перед садінням. Першу появу імаго колорадського жука на ділянках з картоплею зафіксовано у фазу проростання культури.

При проведенні обліків встановлено, що у варіантах з обробкою бульб протруйниками листові поверхні рослин були пошкоджені імаго колорадського жука на низькому рівні (2,8-8,1%), тоді як у контрольних варіантах пошкодженість рослин у цей період досягала 62,1-71,3% (табл. 2).

Досліджувані препарати виявилися достатньо ефективними для якісного контролю чисельності личинок фітофага. Так, за обробки бульб Престижем, 290 FS, Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS, чисельність личинок фітофага на кущах

картоплі складала у середньому 1,4 екз./кущ, що у 18,1 разів менше, ніж на контролі. Ефективність цих препаратів у фазу активного росту культури становила 91,2-97,6%, а тривалість захисної дії була значно довшою, ніж у Круїзеру 350 FS, т.к.с., ефективність якого за зниженням чисельності личинок колорадського жука складала 86,1%.

Як правило, препарати, що використовуються відповідно до рекомендованих регламентів, мають тривалий період захисної дії, що виключає необхідність подальших наземних обробок по вегетуючих рослинах. Антрезистентний ефект цього прийому пов'язаний з використанням інсектицидів класу неонікотиноїдів (д.р. імідаклоприд, тіаметоксам, клотіанідин), що відрізняються за механізмом дії від піретроїдів.

Протруєння бульб картоплі інсектицидами сприяло зниженню рівня пошкодження рослин імаго та личинками колорадського жука, порівняно з варіантами, засадженими необробленими бульбами. Це позитивно відобразилося на рості, розвитку та продуктивності рослин культури. Найвищою урожайністю бульб була на варіанті з Престижем, 290 FS і складала 27,4 т/га, що на 2,6-3,0 т/га більше, ніж на інших варіантах.

Однак передпосадкова обробка інсектицидами посадкового матеріалу не завжди здатна забезпечити захист сходів культури від пошкодження колорадськими жуками. За високих температур повітря після садіння бульб і появи сходів відбувається масове розмноження цього шкідника. Тому слід додатково проводити обприскування рослин. За таких умов важливим є пошук та впровадження у виробництво сучасних ефективних інсектицидів. Для цього проведено дослідження

1. Зареєстровані інсектициди на посадках картоплі проти колорадського жука

Назва препарату	Діюча речовина	Норма витрати
Конфідор, 20% в.р.к.	Імідаклоприд	0,15-0,20 л/га
Моспілан, 20% р.п.	Ацетаміприд	0,05 кг/га
Каліпсо, 48% к.с.	Тіаклоприд	0,10-0,20 л/га
Біскайя, 24% м.д.		0,20 л/га
Актара, 24% к.с.	Тіаметоксам, 350 г/л	0,07-0,09 л/га
Круїзер 350 FS, т.к.с.		0,3 л/т
Комбіновані препарати		
Енжіо, 24,7% к.с.	Тіаметоксам+лямбда-цигалотрин	0,18 л/га
Престиж, 290 FS, к.с.	Імідаклоприд, 140 г/л + пенсікурон, 150 г/л	1,0 л/т
Еместо Квантум 273,5 FS, т.к.с.	Клотіанідин, 207 г/л + пенфлуфен, 66,5 г/л	0,3-0,6 л/т
Селест Топ 312,5 FS, ТН текучий концентрат для обробки насіння	Тіаметоксам, 262,5 г/л + дифенконазол, 25 г/л+ флудіоксоніл, 25 г/л	0,5-0,7 л/т

2. Ефективність обробки бульб картоплі інсектицидами проти колорадського жука у Центральному Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/т	Роки досліджень	Пошкодженість рослин, %	Ефективність за зниженням пошкодження рослин, %	Чисельність личинок (активний ріст), екз./кущ	Ефективність за зниженням чисельності, %	Урожайність, т/га
Контроль (без обробки)	-	2016	62,1	-	20,5	-	-
		2017	68,7	-	22,4	-	-
		2018	71,3	-	32,9	-	-
		середнє	67,4	-	25,3	-	-
Круїзер 350 FS, т.к.с.	0,3	2016	6,9	88,9	3,0	85,4	22,1
		2017	7,7	88,8	3,8	83,0	24,7
		2018	8,1	88,6	3,3	90,0	26,4
		середнє	7,6	88,8	3,4	86,1	24,4
Престиж, 290 FS, к.с.	1,0	2016	3,5	94,4	0,5	97,6	27,8
		2017	2,8	95,9	1,3	94,2	26,3
		2018	3,3	95,4	0,9	97,3	28,2
		середнє	3,2	95,2	0,9	96,3	27,4
Селест Топ 312,5 FS, ТН	0,5	2016	4,9	92,1	1,8	91,2	23,5
		2017	3,6	94,8	1,5	93,3	25,0
		2018	5,1	92,8	2,4	92,7	25,9
		середнє	4,5	93,2	1,9	92,4	24,8
Еместо Квантум 273,5 FS т.к.с.	0,6	2016	4,2	93,2	1,0	95,1	24,1
		2017	3,5	94,9	1,5	93,3	25,3
		2018	5,1	92,8	2,0	93,9	24,9
		середнє	4,3	93,7	1,5	94,1	24,8
НІР ₀₅			2,3	0,8	3,2	2,0	1,2

препаратів окремих класів хімічних сполук з різними токсичними властивостями.

Обприскування проти колорадського жука проводили у період масового відродження личинок. Упродовж досліджень відмічали значне зниження чисельності колорадського жука на всіх варіантах із застосуванням інсектицидів. Найбільшу ефективність інсектицидів на 3 день було відмічено на варіантах із внесенням Конфідору, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с., відповідно 99,5%, 99,2% та 99,3% (табл. 3). На інших варіантах (Моспілан, 20% р.п. та Актара, 24% к.с.) ефективність була на рівні 96,2-97,0%.

Через 7 днів після обприскування ефективність інсектицидів проти личинок колорадського жука на варіантах із внесенням Конфідору, 20% в.р.к. Актари, 24% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. майже не знижувалась і становила 96,4%, 93,6% та 92,5%, відповідно. На решті варіантів (Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с.) ефективність знизилась до 86,0-88,1%, враховуючи появу нових личинок шкідника молодших віків.

Через 14 днів після застосування інсектицидів відмічали зниження їх ефективності проти личинок колорадського жука на

рослинах картоплі. Так, на варіантах із застосуванням Конфідору, 20% в.р.к., Актари, 24% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. ефективність знизилась до 84,7%, 83,8% та 84,3% відповідно. На ділянках, де застосовували Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с., ефективність знизилась ще більше – до 72,5% та 77,1%, відповідно, тоді як на рослинах у цей час уже нараховували в середньому до 7,0 екз./кущ личинок шкідника. Слід відмітити, що рослини картоплі на контролі були повністю знищені колорадським жуком вже на 20-й день після масового відродження личинок.

У варіантах із застосування інсектицидів Конфідор, 20% в.р., Актара, 24% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с., пошкодженість рослин картоплі личинками колорадського жука була нижчою, внаслідок чого одержали децю вищий урожай картоплі, ніж на інших варіантах. Урожай картоплі становив у середньому 28,0, 27,4 та 28,2 т/га, а у варіантах із застосуванням інсектицидів Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с. – 26,4 та 25,6 т/га, відповідно. На контролі урожай бульб картоплі був повністю знищений.

Порівняльна оцінка застосування інсектицидів різними способами є досить актуальною в розвитку систем захисту картоплі.

3. Ефективність інсектицидів проти колорадського жука на посадках картоплі в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/га (кг/га)	Роки досліджень	Ефективність через ... діб після обприскування, %			Урожайність, т/га
			3	7	14	
Конфідор, 20% в.р.к.	0,20	2016	99,6	97,6	89,4	23,9
		2017	100,0	95,8	81,2	28,1
		2018	98,9	95,8	83,4	32,1
		середнє	99,5	96,4	84,7	28,0
Моспілан, 20% р.п.	0,05	2016	97,5	90,6	70,6	21,3
		2017	95,6	81,9	73,6	26,7
		2018	95,6	85,5	73,4	31,1
		середнє	96,2	86,0	72,5	26,4
Каліпсо, 48% к.с.	0,15	2016	98,9	86,8	80,1	21,1
		2017	100,0	89,7	71,2	25,8
		2018	98,8	87,9	79,9	29,9
		середнє	99,2	88,1	77,1	25,6
Актара, 24% к.с.	0,09	2016	100,0	98,7	91,8	24,7
		2017	96,1	90,9	75,4	27,9
		2018	94,9	91,1	84,1	29,6
		середнє	97,0	93,6	83,8	27,4
Енжіо, 24,7% к.с.	0,18	2016	100,0	94,5	86,5	23,6
		2017	98,6	89,6	81,5	28,7
		2018	99,4	93,3	84,8	32,4
		середнє	99,3	92,5	84,3	28,2
НІР ₀₅			1,3	2,8	4,1	1,1

Паралельно розглядали дію препаратів на попелиць. Як відомо, у цих шкідників на картоплі є природні вороги – ентомофаги. Однак вони не можуть повністю забезпечити достатній рівень контролю популяції попелиць, особливо у сприятливих для розмноження та розвитку фітофага роки. Тому, при значному розповсюдженні попелиць, рекомендовано застосовувати інсектициди для обприскування рослин культури.

За нашими спостереженнями, чисельність крилатих форм попелиць на необроблених ділянках картоплі зростала та досягла піку в період активного росту рослин культури, коли вони є особливо сприйнятливими до вірусних інфекцій. Для встановлення строку першого обприскування рослин, було проведено обліки щодо чисельності шкідника. Оскільки початок заселення попелицями відбувся через 15-20 діб після появи сходів за інтенсивного росту картоплі, обробку картоплі вищевказаними інсектицидами було проведено саме у цей період, що збігалось зі строками обприскування проти колорадського жука. Масову чисельність (більше 20-40 особин на 10 листків) відмічали у фазу бутонізації при заселенні фітофагом більше 50% рослин (табл. 4).

Після проведення обприскування щільність популяції фітофага знижувалась в різному

ступені, залежно від варіанта дослідження. Найбільше зниження чисельності та заселення рослин картоплі попелицями відзначено при застосуванні препарату Енжіо, 24,7% к.с. за рекомендованої норми витрати. На третю добу після обробки його ефективність складала 98,2%. При цьому чисельність попелиць знизилась майже у 60 разів порівняно з контролем.

У більшості інших інсектицидів ефективність дещо поступалась, проте вони також стримували чисельність фітофага на економічно невідчутному рівні. Недостатньо ефективним виявився препарат Актара, 24% к.с. (89,8%). На 7-у та 14-у добу після обприскування активність усіх інсектицидів зменшилась. Отже, нашими дослідженнями підтверджено високу ефективність препарату Енжіо, 24,7% к.с. проти попелиць.

Одночасно з вивченням інсектицидної дії протруйників досліджували також і їх вплив на розвиток хвороб. Найбільш поширеними за роки досліджень на рослинах культури виявилися: парша звичайна (*Streptomyces scabies* Guss.), суха гниль (*Fusarium* Link.), ризоктоніоз (*Rhizoctonia solani* Kuehn.) та фомоз (*Phoma tuberosa* Melh., Rosenb. et Schulz).

При огляді бульб на контрольних варіантах у фазу початок цвітіння (ВВСН 60) розвиток парші звичайної склав 44,0%, сухої гнилі –

4. Ефективність інсектицидів проти попелиць в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Варіант	Норма витрати, л/га	Рік	Чисельність попелиць за днями обліку після обприскування					
			3		7		14	
			екз./10 листків	ефективність, %	екз./10 листків	ефективність, %	екз./10 листків	ефективність, %
Контроль – без обробки	-	2016	41,6	-	59,4	-	87,3	-
		2017	26,7	-	31,3	-	56,8	-
		2018	40,9	-	62,9	-	96,4	-
		середнє	36,4	-	51,2	-	80,2	-
Конфідор, 20% в.р.к.	0,2	2016	2,3	94,5	4,1	93,1	11,2	87,2
		2017	1,9	92,9	3,9	87,5	7,6	86,6
		2018	3,3	91,9	5,1	91,9	10,2	89,4
		середнє	2,5	93,1	4,4	90,8	9,7	87,7
Моспілан, 20% р.п.	0,05	2016	3,9	90,6	4,9	91,8	13,1	85,0
		2017	2,3	91,4	4,1	86,9	8,1	85,7
		2018	3,9	90,5	5,6	91,1	9,4	90,2
		середнє	3,4	90,8	4,9	89,9	10,2	87,0
Каліпсо, 48% к.с.	0,15	2016	4,2	89,9	6,3	89,4	12,4	85,8
		2017	2,2	91,8	3,8	87,9	9,3	83,6
		2018	3,9	90,5	4,9	92,2	11,1	88,5
		середнє	3,4	90,7	5,0	89,8	10,9	86,0
Біскайя, 24% м.д.	0,2	2016	4,9	88,2	6,9	88,4	14,4	83,5
		2017	2,7	89,9	4,2	86,6	8,2	85,6
		2018	2,9	92,9	5,4	91,4	10,3	89,3
		середнє	3,5	90,3	5,5	88,8	11,0	86,1
Актара, 24% к.с.	0,09	2016	5,3	87,3	7,2	87,9	15,7	82,0
		2017	2,6	90,3	3,8	87,9	9,3	83,6
		2018	3,3	91,9	6,6	89,5	12,4	87,1
		середнє	3,7	89,8	5,9	88,4	12,5	84,3
Енжіо, 24,7% к.с.	0,18	2016	0,7	98,3	2,3	96,1	8,8	89,9
		2017	0,6	97,8	1,4	95,5	6,8	88,0
		2018	0,6	98,5	1,8	97,1	8,1	91,6
		середнє	0,6	98,2	1,8	96,3	7,9	89,8
НІР ₀₅				2,1		1,9		2,3

15,3% та ризиктоніозу – 2,4%. На оброблених варіантах ці показники були дещо меншими. Так, ураженість паршею звичайною на варіанті із застосуванням препарату Престиж, 290 FS, к.с. була майже вдвічі нижчою порівняно з контролем. Препарат Селест Топ 312,5 FS забезпечив зниження розвитку сухої гнилі майже у 3 рази, а Еместо Квантум 273,5 FS – ризиктоніозу у 4 рази (табл. 5) відповідно. Також дані препарати забезпечили найвищий рівень ефективності проти ураженості вказаними хворобами – 55,7% (Престиж, 290 FS, к.с.), 60,1% (Селест Топ 312,5 Fs) та 75,3% (Еместо Квантум 273,5 FS). Водночас, найменшу ефективність проти парші звичайної виявив препарат Еместо Квантум 273,5 FS – 24,7%, проти сухої гнилі та ризиктоніозу – Престиж, 290 FS, к.с. (21,0 та 55,7%).

При збиранні урожаю проводили аналіз фракцій бульб картоплі. Було відмічено збільшення ураженості паршею звичайною, сухою гниллю та ризиктоніозом, а також появу ушкоджень збудником фомозу. До того ж, найбільшу частку здорових бульб одержано на варіанті із застосуванням препарату Престиж, 290 FS, к.с. – 55,1%, тоді як на контролі цей показник був меншим у 1,5 рази і становив 37,2%. Також на цьому варіанті було зібрано найбільші фракції товарної картоплі (табл. 6).

Висновки. В умовах Київської області особливо небезпечними шкідниками картоплі є колорадський жук та попелиці. Так вже на 10-й день після масового відродження личинок колорадського жука рослини картоплі на необроблених інсектицидами ділянках були повністю знищені цим фітофагом. Протруювання інсектицидами бульб картоплі

5. Ефективність протруйників проти хвороб бульб картоплі сорту Зарево в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Варіант дослідження	Норма витрати	Роки досліджень	Строки проведення обліків (код ВВСН 60)					
			парша звичайна Streptomyces scabies Guss		суха гниль Fusarium Link		Ризиктоніоз Rhizoctonia solani Kuehn	
			розвиток хвороб, %	ефективність, %	розвиток хвороб, %	ефективність, %	розвиток хвороб, %	ефективність, %
Контроль	-	2016	42,1		13,2		1,8	
		2017	37,6		15,5		2,1	
		2018	52,3		17,2		3,3	
		середнє	44,0		15,3		2,4	
Престиж, 290 FS, к.с.	1,0	2016	21,1	49,9	12,2	7,6	0,6	66,7
		2017	18,8	50,0	9,6	38,1	1,2	42,9
		2018	25,2	51,8	14,2	17,4	1,4	57,6
		середнє	21,7	50,6	12,0	21,0	1,1	55,7
Селест Топ 312,5 FS, ТН	0,5	2016	34,2	18,8	3,2	75,8	0,6	66,7
		2017	22,1	41,2	7,5	51,6	1,1	47,6
		2018	27,3	47,8	8,1	52,9	1,3	60,6
		середнє	27,9	35,9	6,3	60,1	1,0	58,3
Еместо Квантум 273,5 FS, т.к.с.	0,6	2016	28,4	32,5	8,3	37,1	0,3	83,3
		2017	33,1	12,0	5,5	64,5	0,7	66,7
		2018	36,9	29,4	7,3	57,6	0,8	75,8
		середнє	37,0	24,7	7,0	53,1	0,6	75,3
НІР ₀₅				12,9		17,7		6,9

6. Аналіз фракцій бульб картоплі сорту Зарево під час збирання урожаю по варіантах дослідження в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Варіант дослідження	Норма витрати	Роки досліджень	Показники, %					
			неушкоджені бульби		ушкоджені		всього	
			дрібна	товарна	хворобами	шкідниками	здорові	уражені
Контроль	-	2016	18,3	13,8	59,5	8,4	32,1	67,9
		2017	26,7	16,1	47,0	10,2	42,8	57,2
		2018	24,4	15,4	52,5	8,8	36,6	63,4
		середнє	23,1	15,1	53,0	9,1	37,2	62,8
Престиж, 290 FS, к.с.	1,0	2016	21,3	42,2	35,2	1,3	63,5	36,5
		2017	17,9	34,3	41,7	6,1	52,2	47,8
		2018	19,9	36,6	40,4	4,1	49,7	50,3
		середнє	19,7	37,7	39,1	3,8	55,1	44,9
Селест Топ 312,5 FS, ТН	0,5	2016	26,5	27,9	44,0	1,6	54,4	45,6
		2017	24,7	28,5	43,1	3,7	53,2	46,8
		2018	25,5	28,9	44,6	4,6	51,1	48,9
		середнє	25,6	28,4	43,9	3,3	52,9	47,1
Еместо Квантум 273,5 FS, т.к.с.	0,6	2016	19,8	19,5	55,3	5,4	39,3	60,7
		2017	24,6	23,4	48,2	3,8	48	52
		2018	22,2	25,4	51,1	5,1	45,1	54,9
		середнє	22,2	22,8	51,5	4,8	44,1	55,9

перед садінням забезпечувало високу ефективність проти колорадського жука до початку масового відродження та розвитку личинок і обмежувало їх чисельність та шкідливість. Найвищою ефективністю (93,2-95,2%) проти фітофага відзначалися препарати Престиж,

290 FS, к.с., Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS. За обприскування картоплі найбільш ефективними проти колорадського жука були інсектициди Конфідор, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. Їх захист тривав впродовж двох тижнів

після застосування. Максимальна технічна ефективність, що складала 99,5% (Конфідор, 20% в.р.к.), 99,2% (Каліпсо, 48% к.с.) та 99,3% (Енжіо, 24,7% к.с.), забезпечувалась на третій день після обробки. Дещо нижчу ефективність показали такі інсектициди як Моспілан, 20% р.п. та Актара, 24% к.с. (96,2-97,0%) Найбільш високого і тривалого ефекту проти попелиць одержано за обприскування посадок картоплі препаратами Енжіо, 24,7% к.с. та Конфідор, 20% в.р.к., ефективність яких досягла 98,2% і 93,1%, за зниження чисельності попелиць майже у 60 разів порівняно з контролем. Обприскування посадок картоплі інсектици-

дами за рекомендованих норм витрати дало змогу одержати врожайність бульб на рівні 25,6-28,2 т/га. Серед хвороб бульб картоплі переважали парша звичайна, суха гниль та ризоктоніоз. Найбільшу ефективність проти парші звичайної виявив препарат Престиж, 290 FS, к.с. Передпосівна обробка даним протруйником забезпечувала ефективність у період цвітіння в середньому за роками на рівні 50,6%. Протруєння бульб є надійним захистом рослин культури від пошкодження колорадським жуком та ураження хворобами, що дало змогу одержати врожайність на рівні 24,4-27,4 т/га.

Бібліографія

1. Гар К.А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. Москва: Издат-во с.-х. лит., журналов и плакатов, 1963. 288 с.
2. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
3. Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.
4. Картопля / За ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2002. Т. 1. 536 с.
5. Гурманчук О.В., Бакалова А.В. Регулювання чисельності колорадського жука за використання біопрепарату Актотіт // Органічне виробництво і продовольча безпека : Зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф. : Житомир. 2016. С. 205-208.
6. Станкевич С.В., Забродина І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. Харків: ФОП Бровін О.В. 2016. 216 с.
7. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві / Ретьман С.В. та ін. Київ: Колоб'іг, 2013. 296 с.
8. В.Г. Сергієнко, О.В. Шита, С.В. Богданович. Зберегти урожай другого хліба // Агронімія сьогодні. 2013. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/335-zberehty-urozhai-druhoho-khliba.html>.

References

1. Gar, K.A. (1963). Metody ispytaniya toksichnosti i effektivnosti insektitsidov [Methods of testing the toxicity and effectiveness of insecticides]. M.: Izdatel'stvo s.-kh. lit., zhurnalov i plakatov. [in Russian].
2. Zinchenko, O.I., Salatenko, V.N., & Bilonozhko, M.A. (2001). Roslynnystvo [Plant growing]. K.: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].
3. Tribel', S.O. (2001) Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]. Kiev. [in Ukrainian].
4. Kononuchenko, V.V., & Molots'kyu, M.Ya. (Ed.) Kartoplya. [Potatoes] (2002). (Vol. 1). Bila Tserkva. [in Ukrainian].
5. Hurmanchuk, O.V. Bakalova, A.V. (2016). Rehulyuvannya chysel'nosti kolorads'koho zhuka za vykorystannya biopreparatu Aktotit [Adjustment of the Colorado potato beetle for the use of the Biopharmaceuticals Aktotit] Orhanichne vyrobnytstvo i prodovol'cha bezpeka: Zb. materialiv dop. uchasn. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr, 205-208. [in Ukrainian].
6. Stankevich, S.V., & Zabrodina, I.V. (2016) Monitoring pests of agricultural crops [Monitoring pests of agricultural crops.]. Kh.: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian].
7. Retman, S.V., Forest, M.P., Borzykh, O.I., Kislyh, T.M., Shevchuk, O.V., & Gorbachev, N.P. et al. (2013). Reyestratsiyni vyprovuvannya funhitydyv u sil's'komu hospodarstvi [Registration tests of fungicides in agriculture]. K.: Kolob'ig. [in Ukrainian].
8. Serhiienko V.H., Shyta O.V., & Bohdanovych S.V. (2013). Zberehty urozhai druhoho khliba. [Save the yield of second bread]. Ahronomiia sohodni. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/335-zberehty-urozhai-druhoho-khliba.html>.

Ф.С. Мельничук, С.А. Алексеева, А.В. Гордиенко

Защита картофеля от вредных организмов

Аннотация. В статье приведены результаты эффективности инсектицидов различных химических классов против основных вредителей картофеля. Наиболее эффективными против колорадского жука были инсектициды Конфидор, 20% в.р.к., Калипсо, 48% к.с. и Энжио, 24,7% к.с. Максимальную техническую эффективность, которая составила 99,5% (Конфидор, 20% в.р.к.), 99,2% (Калипсо, 48% л.с.) и 99,3% (Энжио, 24,7% к.с.), получили на третий день после обработки. Против тлей наиболее эффективным при опрыскивании посадок картофеля оказались препараты Энжио, 24,7% к.с. и Конфидор, 20% в.р.к., соответствующий показатель которых достигал 98,2% и 93,1%, при уменьшении численности тлей почти в 60 раз по сравнению с контролем. Также исследовано действие комбинированных протравителей на снижение пораженности растений картофеля болезнями в условиях Лесостепи Украины. Приведены результаты полевых исследований технической эффективности протравителей при обработке клубней картофеля перед посадкой. Наивысшей эффективностью (93,2-95,2%) против колорадского жука отмечались препараты Престиж, 290 FS, к.с., Эместо Квантум 273,5 FS и Селест Топ 312,5 FS. Также осуществлена сравнительная оценка инсектицидов при опрыскивании растений картофеля против колорадского жука и тлей. Наибольшую эффективность против обычной парши показал препарат Престиж, 290 FS, к.с. Предпосевная обработка данным протравителем обеспечивала эффективность на уровне 50,6% в период цветения в среднем по годам. Максимальную долю здоровых клубней получено на варианте с применением препарата Престиж, 290 FS, к.с. – 55,1%, тогда как на контроле этот показатель был меньше в 1,5 раза и составил 37,2%. Также на варианте с Престижем были собраны крупнейшие фракции товарного картофеля. Опрыскивание посадок картофеля инсектицидами при рекомендованных нормах расхода позволило получить урожай клубней на уровне 25,6-28,2 т/га. Предпосевная обработка картофеля является надежной защитой растений культуры от повреждения колорадским жуком и поражения болезнями, что позволило получить урожай клубней на уровне 24,4-27,4 т/га.

Ключевые слова: картофель, колорадский жук, тля, фитофаг, фитопатогены, протравители, инсектициды, урожай.

F.S. Melnichuk, S.A. Alekseeva, O.V. Hordiienko

Protection of potato crops against pests

Abstract. The article presents the results of the effectiveness of insecticides of various chemical classes against the main pests of potatoes. The most effective against the Colorado potato beetle were insecticides Confidor, 20% vr.k., Calypso, 48% hp and Enzio, 24.7% hp. The maximum efficiency that was 99.5% (Confidor, 20% vr.k.), 99.2% (Calypso, 48% hp) and 99.3% (Enzio, 24.7% hp) was received on the third day after treatment. Against the aphids, the most effective products when spraying of potato plantations were products Enzio, 24.7% hp and Konfidor, 20% vr.k., the corresponding indicator of which reached 98.2% and 93.1%, having the reduction of aphid number by almost 60 times, compared to control. The effect of combined insecticides on reducing the damage of potato plants by diseases in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine was also studied. The results of field investigations of the efficiency of insecticides for the treatment of potato tubers before planting are presented. The highest efficiency (93.2-95.2%) against phytophagous was observed for the products such as Prestige, 290 FS, hp, Emesto Quantum 273.5 FS and Celeste Top 312.5 FS. A comparative assessment of the insecticides applied when spraying potato plants against the Colorado potato beetle and aphids was also carried out. The most effective insecticide against Common Scab was found Prestige, 290 FS, hp. Pre-sowing treatment with this product provided the efficiency in the blossoming period on average over the years at 50.6%. The maximum proportion of healthy tubers was obtained using Prestige, 290 FS, hp – 55.1%, whereas in the control site this indicator was 1.5 times less amounting to 37.2%. Also on the variant where Prestige was applied the largest fractions of commercial potatoes were obtained. The spraying of potato plantations with insecticides according to the recommended consumption rates made it possible to obtain the productivity of tubers at the level of 25.6-28.2 t/ha. Tuber treatment is a reliable protection of crop plants against damage caused by the Colorado potato beetle and disease lesion that made it possible to obtain tuber yields at a level of 24.4-27.4 t/ha.

Key words: potato, Colorado beetle, aphid, phytophagous, phytopathogen, pesticides, insecticides, yield.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-155>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/155>

УДК 666.96; 691.5; 961.333

СУЧАСНІ ГІДРОАКТИВНІ ПОЛІУРЕТАНИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

О.В. Коваленко, канд. техн. наук

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-2047-8859>; e-mail: aleksandr55kovakenko@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано сучасний ринок гідроактивних поліуретанових ін'єкційних композицій провідних світових виробників, їх реакційна здатність та фізико-механічні властивості як матеріалу для відновлення водонепроникності бетону гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу. Досліджено та проаналізовано основні чинники, які впливають на технологічні властивості одно- та двокомпонентних поліуретанових композицій. Досліджено вплив вмісту каталізатора та температури оточуючого середовища на швидкість полімеризації та на водореакційну здатність поліуретанових композицій. Встановлено, що найбільш перспективними для застосування в технологіях ін'єкційної гідроізоляції на гідротехнічних спорудах є двокомпонентні поліуретанові смоли, які дозволяють усунути протікання води через конструкції різної інтенсивності: від крапельної до активної струменевої фільтрації. Двокомпонентні поліуретанові смоли типу Carbo Pur, Tunnelinjekt, RepePurFoam при взаємодії з водою утворюють жорстко-еластичну піну з високими фізико-механічними властивостями: міцністю на стиск 60...75 МПа, міцністю на згин 30...83 МПа, адгезією до водонасиченого бетону 2,4...2,8 МПа. Залежно від вмісту каталізатора та прискорювача полімеризації швидкість спінування таких композицій коливається в межах від 0,8 до 16 хвилин. Залежно від швидкості полімеризації поліуретанові композиції можна класифікувати як повільно-, швидко- та надшвидкоактивні. У натурних умовах підтверджена висока ефективність застосування двокомпонентних поліуретанових смол у технологіях ін'єкційної гідроізоляції докових частин насосних станцій, зокрема і для зупинки активних фонтануючих протікань. Застосування поліуретанів в технології ін'єкційної гідроізоляції засновано на їх здатності спінуватися в результаті реакції частин ізоціанатних груп з водою і, таким чином, відновлювати водонепроникність конструкцій

Ключові слова: фільтрація, поліуретани, ін'єкційні смоли, реакційна здатність, швидкість полімеризації, водонепроникність, ремонтно-відновлювальні роботи

Актуальність теми. Гідротехнічні споруди (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу (ВМК) виконані, як правило, з бетону та залізобетону. Довговічність бетону є основним показником надійності експлуатації бетонних конструкцій ГТС. Основною умовою довговічності бетону у водному середовищі є його висока щільність, що обумовлює водонепроникність конструкцій [1]. Разом з тим, у гідротехнічному бетоні у процесі експлуатації під дією силових, атмосферних, хімічних та інших агресивних факторів розвиваються дефекти, які знижують його водонепроникність. Найбільш характерними дефектами є пасивні тріщини з різною шириною розкриття по поверхні та розущільнені зони, переважно з активною фільтрацією, в огорожувальних конструкціях, зокрема в докових частинах насосних станцій. Такі дефекти найчастіше локалізовані в деформаційних швах стін, стикових сполученнях «стіна-підлога» та «стіна-стеля», кутових сполученнях, у місцях вводу інженерних комунікацій (рис. 1).

При фільтрації води з низькою тимчасовою жорсткістю через пошкоджений бетон гідротехнічних споруд активізується корозія і видурозчинення та вимивання водою гідроксиду кальцію (вилугування) [2]. Поступове розчинення і вимивання з цементного каменю гідроксиду кальцію викликає розклад інших складових цементного каменю (гідросилікатів), що призводить до розущільнення структури бетону і, як наслідок, до підсилення крапельної фільтрації води через конструкцію споруди. Крапельна фільтрація в спорудах збільшується в часі, потім розвивається струменева фільтрація води через конструкції, що може призвести до повного руйнування споруди.

Аналіз попередніх досліджень. Ефективним методом відновлення монолітності та щільності бетону ГТС є технологія ін'єктування – нагнітання під тиском у дефекти бетону полімерних композиційних матеріалів [3]. Ін'єкційна гідроізоляція є ефективним методом усунення активних протікань води через бетонні конструкції ГТС [4-9].

© О.В.Коваленко, 2019

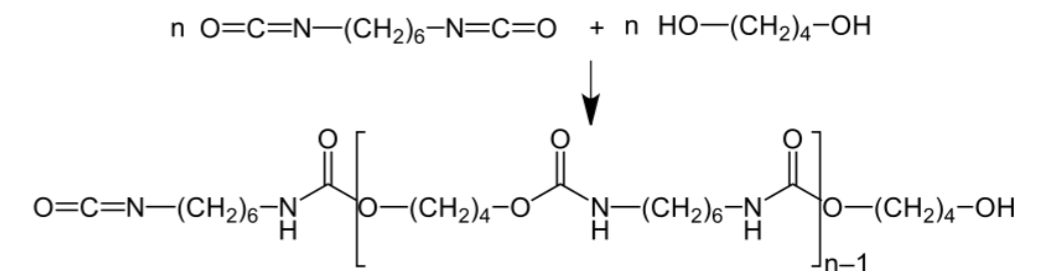


Рис. 1. Фільтрація води в докових частинах насосних станцій

Ефективне використання технології ін'єкційної гідроізоляції на ГТС можливе за умови застосування ін'єкційного матеріалу, здатного зв'язувати воду, яка фільтрує через конструкцію, та утворювати міцні адгезійні зв'язки з водонасиченим бетоном. До таких матеріалів відносяться поліуретанові смоли – високомолекулярні сполуки, які отримують взаємодією ізоціанатів зі сполуками, що містять гідроксильну групу та містять у ланцюгу макромолекули уретанові групи -NHCOO- [10].

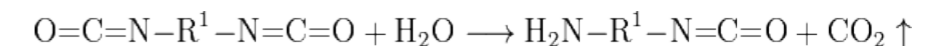
Поліуретани можна отримувати реакціями поліпрієднання і поліконденсації. На практиці найбільшого поширення набула реакція поліпрієднання, заснована на взаємодії ди-

або поліізоціанатів з поліолами – сполуками, що містять не менше двох гідроксильних груп у молекулі. Поліоли і ізоціанати вступають в реакцію в присутності каталізаторів і добавок, у результаті чого утворюються різні поліуретани. Реакція проходить у декілька етапів. Спочатку з діола і діізоціаната формуються біфункціональні молекули ізоціанату, які мають групу (-N=C=O) і гідроксильні групи (OH). У результаті проходження ланцюгової реакції на обох кінцях молекулярних груп утворюються короткі ланцюжки структурно ідентичних і однорідних полімерів, які можуть бути полімеризовані з іншими мономерами. Реакція прієднання поліолів:



Застосування поліуретанів в технології ін'єкційної гідроізоляції засновано на реакції частин ізоціанатних груп з водою з виділенням вуглекислого газу, який є основною причиною спінування поліуретану та блоку-

вання води. Цікаво, що гнучка поліуретанова піна (яку назвали штучним швейцарським сиром) була отримана випадково, завдяки воді, яка попала в реакційну суміш. Реакція поліізоціанатів з водою має вигляд:



У процесі ін'єктування при контакт з водою поліуретани з кінцевими ізоціанатними групами вступають у хімічну реакцію з водою, що призводить до утворення піни, збільшення об'єму матеріалу і підвищення його внутрішнього тиску. Піна, яка розповсюджується по конструкції, витісняє із пор та порожнин бетону воду і утворює всередині

них водонепроникний поліуретановий заповнювач. Поліуретановий заповнювач може бути як жорстким, так і еластичним, залежно від виду матеріалу, який застосовується.

Метою даної роботи було провести аналіз сучасного ринку поліуретанових ін'єкційних смол, які здатні спінуватися під дією води, дослідити їх реакційну здатність, визначити

ефективність застосування в практиці ремонтно-відновлювальних робіт на ГТС водогосподарсько-меліоративного комплексу.

Методика досліджень. Властивості ін'єкційних поліуретанових смол визначали згідно з нормативними документами: міцнісні характеристики – згідно з DIN53421, початок спінювання та кінець спінювання – згідно з МСТ PV 10-301-0, твердість по Шору – згідно з ISO 7619-1.

Результати досліджень. Аналіз ринку будівельних матеріалів показує, що останнім часом з'явився достатньо широкий асортимент поліуретанових ін'єкційних смол. Основними виробниками поліуретанових смол, які присутні на ринку України, є іноземні компанії: MinovaCarboTech (Німеччина), Schomburg (Німеччина), Bau Profi Chemie (Німеччина), Deitermann (Німеччина), Basf (Німеччина), Tradess (Бельгія), Sika (Швейцарія), Mapei

(Італія), Drizogo (Іспанія) (табл. 1). Частина наведених поліуретанових смол є однокомпонентними (PC Leakinject Uni 6816/E, PC Leakinject Flex 6890, PenePurFoam 65, PenePurFoam 1K, Sika Injection-101, та ін.), а частина – двокомпонентними (CarboPur F, CarboPurWF, CarboPurWFA, CarboPur BX, Tunnelinjekt 2K 6822 F, PC Leakinject 2K Flex 6811 LV та ін.).

Однокомпонентні поліуретанові смоли – це рідини з низькою в'язкістю на основі дифенілметандиізоціанату, які поставляються з каталізатором. Перед застосуванням смоли та каталізатор ретельно перемішують. Під дією каталізатора і води, яка знаходиться в дефектах бетону, вони тужавіють та спінюються, утворюючи еластичну піну. Результати досліджень показують, що реакційна здатність (швидкість полімеризації та спінювання) цих композицій залежить від вмісту каталізатора в суміші та температури оточуючого середовища (рис. 2).

1. Поліуретанові ін'єкційні смоли провідних виробників

№ п/п	Найменування виробника	Назва композицій
1	MinovaCarboTech (Німеччина)	Bevedol WF 16, Bevedol WFA-Bevedan, Bevedol WF-Bevedan, Carbo CracSeal, Carbo CracSeal H, CarboPur WX, CarboPur F, CarboPurWF, CarboPurWFA, CarboPur BX
2	Schomburg (Німеччина)	Aquafin-P1, Aquafin-P4
2	Basf (Німеччина)	Masterinjekt 1325, Masterinjekt 1330
3	Bau Profi Chemie (Німеччина)	PenePurFoam, PenePurFoam 65, PenePurFoam 1K, PeneSplitSeal, PeneSplitSeal S
2	Deitermann (Німеччина)	Eurolan FK Inject 2
4	Tradess (Бельгія)	PC Leakinject Uni 6816/E, PC Leakinject 2K Flex 6811 LV, PC Leakinject Flex 6890, PC Tunnelinjekt 2K 6822 F, PC Tunnelinjekt 2K 6822 Thix F/UF
5	Sika (Швейцарія)	Sika Injection-101, Sika Injection-105, Sika Injection-201/-203
5	Drizogo (Іспанія)	Maxurethane Injection B, Maxurethane Injection A
6	Mapei (Італія)	Foamjet F, Foamjet 260 LV, Foamjet T, Resfoam 1KM, Resfoam 1KM Fleks

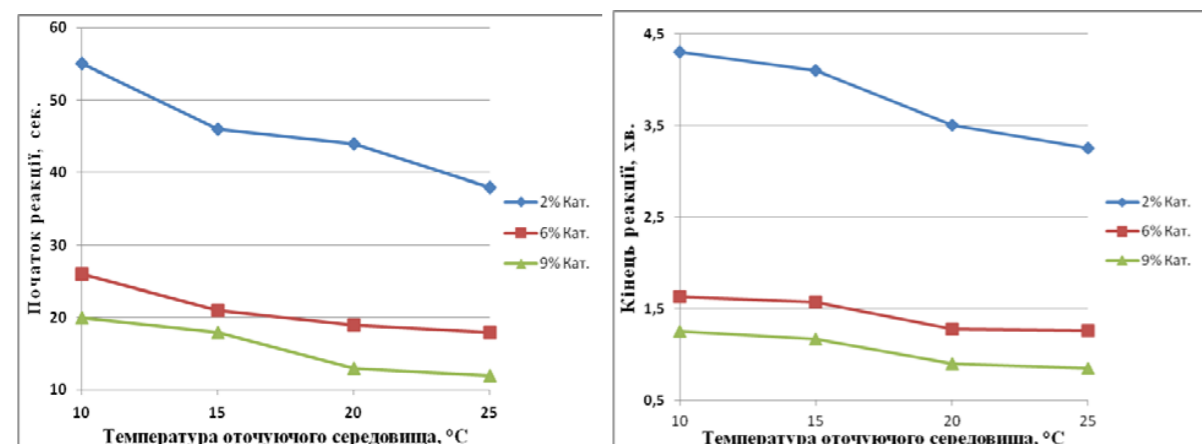


Рис. 2. Вплив вмісту каталізатора та температури на час полімеризації поліуретанової смоли PC Leakinject Uni 6816/E (вміст води в суміші 1%)

Як видно з рис. 2, із збільшенням вмісту каталізатора в суміші від 2 до 9% швидкість реакції полімеризації зростає в 3,3-3,9 раз, а із збільшенням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °C швидкість полімеризації зростає в 1,3-1,4 рази. Регулювання швидкості полімеризації особливо необхідне при низьких температурах, для найшвидшого усунення активних протікань, а також при знаходженні об'єкта, що ремонтується, під постійним гідростатичним тиском. Швидкість взаємодії з водою також зростає із збільшенням вмісту каталізатора в композиції та підвищенням температури оточуючого середовища (рис. 3).

Однокомпонентні поліуретанові смоли, як правило, застосовують для тимчасової зупинки протікань води, двокомпонентні – для довгострокової герметизації конструкцій.

Двокомпонентні поліуретанові смоли складаються з компоненту А – різного виду поліолів та компоненту Б – поліізоціанатів різної хімічної природи. Це смоли різної в'язкості та різної хімічної активності, але всі вони активно реагують з водою, утворюючи жорсткоеластичну піну. Без контакту з водою спінювання не відбувається, а після полімеризації утворюється щільний, водонепроникний поліуретан з високими фізико-механічними властивостями (табл. 2).

Компоненти А і Б поставляються готовими до застосування. Обидва компоненти ін'єктують у тіло бетону 2-компонентним насосом, який забезпечує подачу компонентів у співвідношенні 1:1 за об'ємом, попередньо змішуючи їх у статичному змішувачі. Після змішування компонентів відбувається різке збільшення в'язкості композиції, а при ін'єктуванні їх у бетон, який фільтрує воду, відбувається спінювання.

Двокомпонентні поліуретанові ін'єкційні смоли за реакційною здатністю (швидкістю спінювання) можна розділити на повільнореактивні, швидкореактивні та надшвидкореактивні (табл. 3).

Смоли однієї лінійки відрізняються вмістом прискорювача полімеризації в компоненті А, який і визначає реакційну здатність смоли конкретної марки. На швидкість спінювання двокомпонентних поліуретанових ін'єкційних смол впливає температура оточуючого середовища (рис. 4, 5).

Як видно з рис. 4, 5, із зростанням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °C швидкість реакції смол з водою збільшується в 1,5-2,0 рази.

В ІВПіМ НААН розроблено робочі проекти з ін'єкційної гідроізоляції докових частин Бортницької, Ірпінської, Трубізької

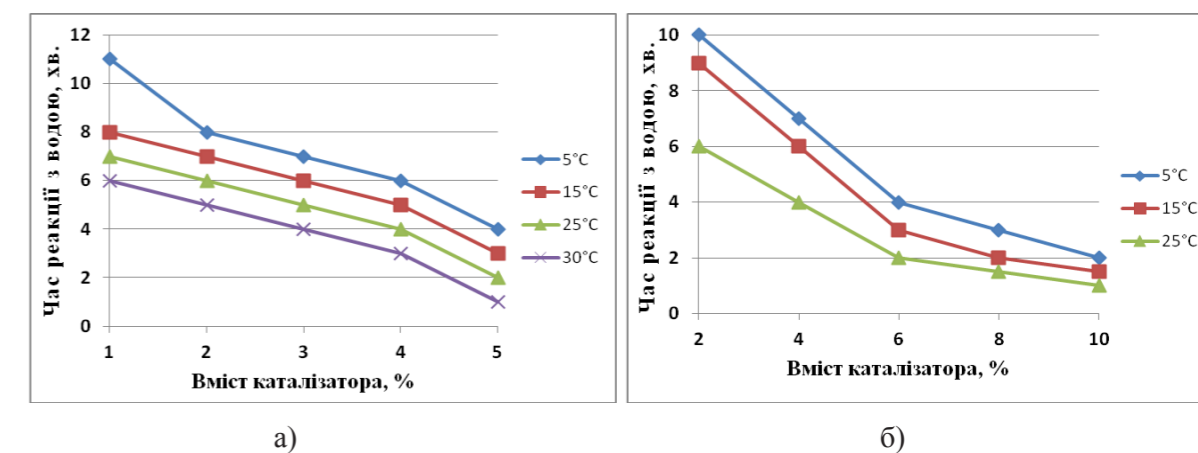


Рис. 3. Вплив вмісту каталізатора та температури на час реакції з водою поліуретанових смол PenePurFoam 1K (а) та PenePurFoam 65 (б)

2. Фізико-механічні властивості двокомпонентних поліуретанових смол (24 год. після полімеризації, 20°C)

Марка смоли	Твердість по Shore D	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа	Адгезія до сухого бетону, МПа	Адгезія до водонасиченого бетону, МПа
CarboPur F	70	75	45	4,3	2,6
Tunnelinjekt 2K 6822 S/M/F	73	72	83	4,2	2,8
Tunnelinjekt 2K 6822 F/UF	80	60	30	4,0	2,4

3. Реакційна здатність двокомпонентних поліуретанових смол при 20°C

Марка смоли	Початок спінювання	Кінець спінювання	Характеристика смоли
CarboPur F	2 хв.45 сек.	16 хв. 15 сек.	Повільно-реактивна
CarboPur BX	2 хв.10 сек.	8 хв.45 сек.	
PenePurFoam N	1 хв. 20 сек.	4хв.40 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 S,	50 сек.	3 хв.45 сек.	Швидко-реактивна
Tunnelinjekt 2K 6822 Thix F	38 сек.	3 хв.45 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 M	35 сек.	3 хв.30 сек.	
CarboPurWF	70 сек.	2 хв.10 сек.	Надшвидко-реактивна
PenePurFoam NR	35 сек.	3 хв.5 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 Thix UF	30 сек.	2 хв.10 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 F	30 сек.	1 хв.45 сек.	Надшвидко-реактивна
PenePurFoam R	25 сек.	1 хв.30 сек.	
CarboPurWFA	25 сек.	50 сек.	

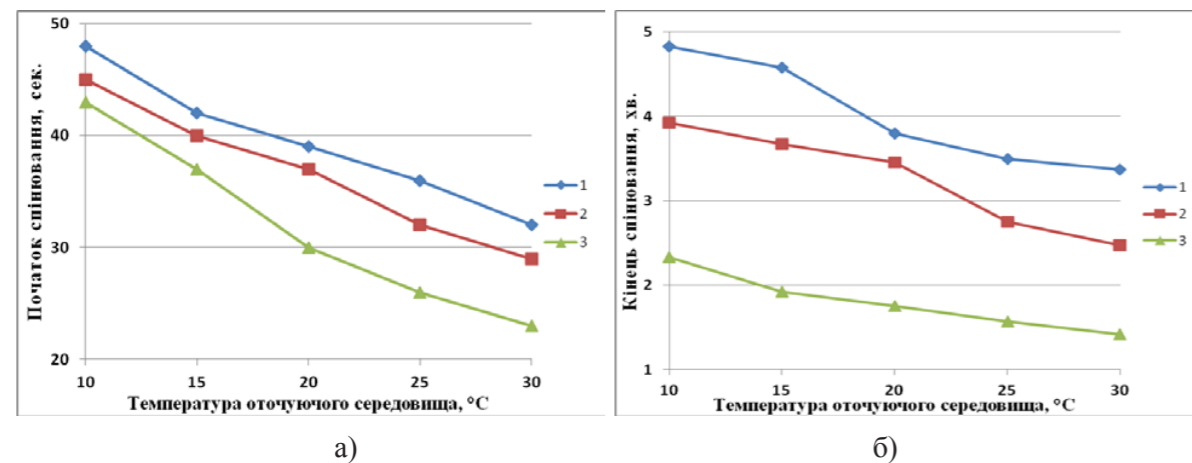


Рис. 4. Вплив температури на початок (а) та кінець (б) спінювання смол: 1 – Tunnelinjekt 2K 6822 S, 2 – Tunnelinjekt 2K 6822 M, 3 – Tunnelinjekt 2K 6822 F

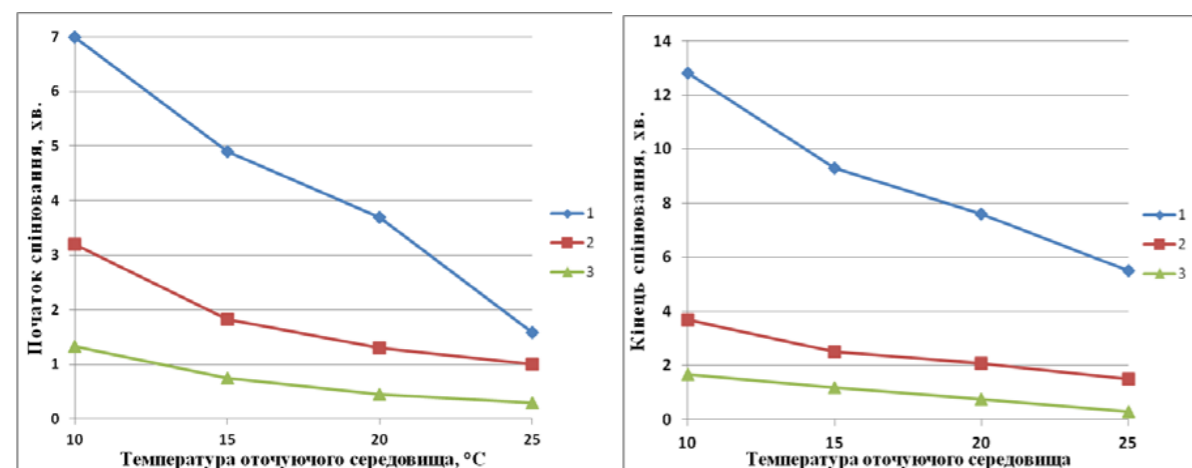


Рис. 5. Вплив температури на початок (а) та кінець (б) спінювання смол: 1 – CarboPur F, 2 – CarboPurWF, 3 – CarboPurWFA

насосних станцій та насосної станції Конча-Заспа-Плюти Дніпровського басейнового управління водних ресурсів. Проектами передбачено ін'єктування поліуретанових смол CarboPur та Carbo CracSeal для виконання таких робіт:

- усунення протікань через деформаційні шви бетонування, а також через усадочні та конструктивні тріщини;
- усунення протікань в зонах примикань «стіна-підлога», «стіна-стеля»;
- герметизація протікань через місця вводу інженерних комунікацій (трубопроводів);
- улаштування відсічної та вуальної гідроізоляції в залізобетонних стінах (нагнітання смол в стіну).

Згідно з розробленими проектами були виконані ремонтно-відновлювальні роботи. Технологія ін'єктування включала ряд послідовних операцій. За допомогою електричного перфоратора в шахматному порядку по обидві сторони тріщини, деформаційного шва, стикового сполучення конструкцій або місць вводу інженерних комунікацій з кутом нахилу 45° проводили вибурювання ін'єкційних отворів діаметром 14 мм і глибиною 250-300 мм з кроком 200 мм (рис. 6а). Після очищення отворів від бурового пилу в них встановлювали пакери-ін'єктори зі зворотнім клапаном (рис. 6б).

До ніпельної головки крайнього пакера через систему трубопроводів під'єднували змішувач двокомпонентного насоса (рис. 7).

Для ін'єктування застосовували двокомпонентну поліуретанову смолу Carbo PurWF. Компоненти А і Б в об'ємному співвідношенні 1:1 за допомогою статичної мішалки перемішували та за допомогою двокомпонентного насоса через затвор пакера нагнітали в дефектну зону. Контактуючи з водою смола спінювалась (рис. 8).

Процес нагнітання продовжували до виходу смоли на поверхню біля наступного пакера або припинення надходження герметизуючої смоли в дефектну зону. У момент припинення поступання герметизуючої смоли в дефектну зону або появи смоли біля сусіднього пакера насос відключали від робочого пакера та підключали до наступного пакера. Процес повторювали від пакера до пакера. Нагнітання завершували коли смола починала виділятися через крайній відкритий канал. Після завершення ін'єктування та спінювання смоли Carbo PurWF по тій же схемі проводили повторне ін'єктування смолою Carbo CracSeal. Після завершення процесу пакеери видаляли, отвори зароблювали швидкоотжужавіючим розчином з малою усадкою Фікс-10.



Рис. 6. Вибурювання ін'єкційних отворів (а) та встановлення пакерів (б)

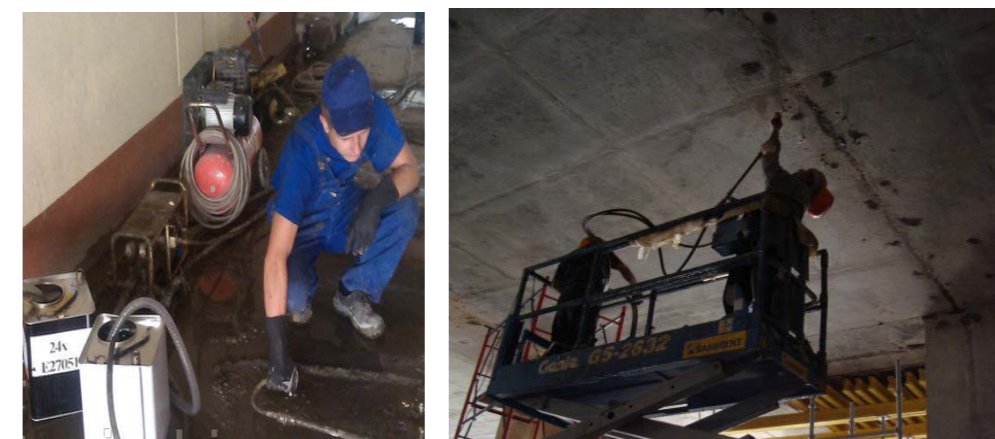


Рис. 7. Під'єднання змішувача двокомпонентного насоса до пакера



Рис. 8. Вихід піни з порожнин бетону після ін'єктування

У результаті проведення ремонтно-відновлювальних робіт протікання води через конструкції докових частин насосних станцій було усунуто, їх водонепроникність була відновлена.

Висновки. Сучасні гідроактивні поліуретанові композиції (смоли) на ринку України представлені в широкому діапазоні: однокомпонентні і двокомпонентні, повільнореактивні, швидкореактивні та надшвидкореактивні. Реактивність поліуретанових смол залежить від вмісту каталізатора і прискорювача полімеризації в композиції, а також від температури оточуючого середовища. Із збільшенням вмісту каталізатора в суміші від 2 до 9% швидкість реакції полімеризації зростає в 3,3-3,9 раз, а із збільшенням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °C швидкість полімеризації зростає в 1,3-1,4 рази. Час спінування поліуретанових композицій коливається в межах 0,8...16 хвилин.

Найбільш перспективними для застосування в технології ін'єкційної гідроізоляції на гідротехнічних спорудах водогосподарсько-меліоративного комплексу є двокомпонентні поліуретанові смоли, які дозволяють усунути протікання води через конструкції різної інтенсивності: від крапельної до активної струменевої фільтрації. Застосування ін'єктування поліуретановими композиціями ґрунтується на їх різній водореактивності залежно від марки смоли. При активних протіканнях необхідно застосовувати смоли з коротким часом спінування та великим піноутворенням. Можливо застосування смол з низьким коефіцієнтом спінування, але з добавкою каталізатора для прискорення реакції полімеризації. Натурними дослідженнями підтверджена висока ефективність застосування гідроактивних поліуретанових композицій в технологіях ін'єкційної гідроізоляції.

Бібліографія

1. Вербецкий Г.П. Прочность и долговечность бетона в водной среде. Москва: Стройиздат, 1976. 128 с.
2. Москвин В.М., Иванов Ф.И., Алексеев С.Н. и др. Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. Москва: Стройиздат, 1980. 526 с.
3. Шилин А.А. Ремонт строительных конструкций с помощью инъектирования. Москва: Изд-во МГГУ, 2009. 170 с.
4. Коваленко О.В., Шаршунов А.Б. Дослідження параметрів ін'єктування бетону силікат-ізоціанатними композиціями // Меліорація і водне господарство. Вип. 96. 2008. С. 261-269.
5. Коваленко О.В., Крученик В.Д. Ін'єкційна гідроізоляція – ефективний метод усунення активних протікань води через бетонні конструкції гідротехнічних споруд // Меліорація і водне господарство. Вип. 100. Том II, 2013. С. 138-147.
6. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 76451 Україна. № у 201205736; заявл. 11.05.2012; Опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
7. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 76452 Україна. № у 201205737; заявл. 11.05.2012; Опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
8. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 130335 Україна. № у 201804688; заявл. 27.04.2018; Опубл. 10.12.2018, Бюл. № 23.
9. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 130336 Україна. № у 201804689; заявл. 27.04.2018; Опубл. 10.12.2018, Бюл. № 23.
10. Саундерс Дж.Х., Фриш К.К. Химия полиуретанов. Москва: Химия, 1968. 470 с.

References

1. Verbetskyi, H.P. (1976). Prochnost y dolhovечnost betona v vodnoi srede [Strength and durability of concrete in the aquatic environment]. Moskva: Stroiyzdat. [in Russian].
2. Moskvyn, V.M., Yvanov, F.Y., & Alekseev, S.N. (1980). Korroziya betona y zhelezobetona. Metody ykh zashchyty [Corrosion of concrete and reinforced concrete. Methods of their protection]. Moskva: Stroiyzdat. [in Russian].
3. Shylyn, A.A. (2009). Remont stroytelnykh konstruktsiy s pomoshchiu ynetsyrovaniya [Repair of building structures using injection]. Moskva: Horn. kn., Yzd-vo MHHU. [in Russian].
4. Kovalenko, O.V., & Sharshunov, A.B. (2008). Doslidzhennia parametriv iniektuvannia betonu sylikat-izotsianatnymi kompozytsiiamy [Investigation of parameters of injection of concrete by silicate-isocyanate compositions]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 96, 261-269. [in Ukrainian].
5. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk, V.D. (2013). Inieksiina hidroizolatsiia – efektyvnyi metod usunennia aktyvnykh protikan vody cherez betonni konstruktsii hidrotekhnichnykh sporud [Injection waterproofing – an effective method for eliminating active water leakage through concrete structures of hydraulic structures]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 100, Vol.2, 138-147. [in Ukrainian].
6. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk, V.D. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnnykh konstruktsii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 76451. [in Ukrainian].
7. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk V.D. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnnykh konstruktsii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 76452. [in Ukrainian].
8. Kovalenko, O.V. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnnykh konstruktsii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 130335. [in Ukrainian].
9. Kovalenko, O.V. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnnykh konstruktsii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 130336. [in Ukrainian].
10. Saunders, Dzh. Kh., Frysh K.K. (1968). Khymia polyuretanov [Polyurethane Chemistry]. Moskva: Khymia. [In Russian].

А.В. Коваленко

Современные гидроактивные полиуретаны для восстановления водонепроницаемости гидротехнических сооружений

Аннотация. В статье проанализировано современное техническое состояние железобетонных гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса и причины возникновения фильтрационных явлений в процессе их эксплуатации. Проанализировано строительный рынок гидроактивных полиуретановых инъекционных композиций ведущих мировых производителей, их реакционная способность и физико-механические свойства как материала для восстановления водонепроницаемости бетона гидротехнических сооружений методом инъектирования – нагнетания под давлением в дефекты гидротехнического бетона полимерных композиционных материалов. Применение полиуретанов в технологии инъекционной гидроизоляции основано на их способности вспениваться в результате взаимодействия части изоцианатных групп с водой и, таким образом, восстанавливать водонепроницаемость конструкций. Исследованы и проанализированы основные факторы, которые влияют на технологические и физико-механические свойства одно- и двухкомпонентных полиуретановых композиций. Исследовано влияние содержания каталізатора и температуры окружающей среды на скорость полимеризации и на водореакционную способность полиуретановых композиций. С увеличением содержания каталізатора в смеси от 2 до 9% скорость реакции полимеризации возрастает в 3,3-3,9 раз, а с увеличением температуры окружающей среды от 10 до 25 °C скорость полимеризации возрастает в 1,3-1,4 раза. Время вспенивания полиуретановых композиций колеблется в пределах 0,8...16 минут. В зависимости от скорости полимеризации полиуретановые композиции можно классифицировать как медленно-, быстро- и сверхбыстрореактивные, что дает возможность их применять в условиях фильтрации воды через тело конструкции различной интенсивности. В натурных условиях подтверждена высокая эффективность применения двухкомпонентных полиуретановых смол в технологиях инъекционной гидроизоляции доковых частей насосных станций, в том числе, для остановки активных фонтанирующих протечек.

Ключевые слова: фильтрация, полиуретаны, инъекционные смолы, реакционная способность, скорость полимеризации, водонепроницаемость, ремонтно-восстановительные работы.

O.V. Kovalenko

Modern hydroactive polyurethane for restoration of waterproofing capability of hydrotechnical structures

Abstract. The article analyzes the current technical condition of reinforced concrete of the hydraulic structures of water-reclamation complex and the causes of filtration phenomena in the course of their operation. The construction market of hydroactive polyurethane injection compositions of leading world manufacturers, their reactivity and physicochemical properties as a material for restoring the waterproofing capability of concrete hydraulic structures by injection molding – injection under pressure of polymer composite materials to the waterproofing concrete are analyzed. The use of polyurethane in the technology of injection waterproofing is based on their capability to foam as a result of the interaction of a part of the isocyanate groups with water and, thus, to restore the waterproofing of structures. The main factors that influence the technological and physicochemical properties of one- and two-component polyurethane compositions are investigated and analyzed. The effect of catalyst content and environmental temperature on the rate of polymerization and the water reactivity of polyurethane compositions were studied. When increasing the rate of the catalyst in the mixture from 2 to 9%, the rate of the polymerization reaction increases by 3,3-3,9 times, and when increasing the environmental temperature from 10 to 25 °C, the polymerization rate increases by 1,3-1,4 times. The time of foaming for polyurethane compositions ranges from 0,8...16 minutes. Depending on the rate of polymerization, polyurethane compositions can be classified as slow, fast and ultrafast, which makes it possible to use them in terms of filtering water through a structure body of different intensity. In natural conditions, the high efficiency of using two-component polyurethane resins was confirmed in the technologies of injection waterproofing of the docking facilities of pumping stations, including for stopping active flowing leakages.

Key words: filtration, polyurethanes, injection resins, reactivity, polymerization rate, waterproofing, repair and restoration work.

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-156>Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/156>

УДК 626.862:628.1

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНИХ ЗАВІС ІЗ СИФОННИМ ВОДОВІДБОРОМ ІЗ ДРЕНАЖНИХ СВЕРДЛОВИН (НА ПРИКЛАДІ КАМ'ЯНКА-ДНІПРОВСЬКОЇ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНОЇ ЗАВИСИ)

В.Д. Левицька¹, П.Д. Хоружий², докт. техн. наук¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0003-2213-1696>; e-mail: veral@ukr.net² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-9433-361X>; e-mail: petro1939@bigmir.net

Анотація. Проаналізовано роботу протифільтраційних завіс із сифонним водовідбором із дренажних свердловин на прикладі лівобережжя Каховського водосховища для умов захисту від підтоплення Кам'янського Поду та показано, що вартість перекачування 1 м³ води буде значно дешевішою, ніж у діючій протифільтраційній завісі з ерліфтною системою водовідбору. Але при цьому виникають проблеми забезпечення рівномірного зниження рівнів води у водоносному пласті по всій протяжності сифонного водоводу. При проектуванні зазначених протифільтраційних завіс необхідно врахувати існуючі гідрогеологічні умови та визначити параметри, на які можливо вплинути, зокрема: оптимальна кількість свердловин і відстані між ними; розрахункові діаметри та глибини кожної свердловини, що підключаються до сифонного збірного водоводу; розрахункові витрати води з кожної свердловини та зниження статичного рівня води в них з урахуванням гідрогеологічного впливу одна на одну при їхній сумісній роботі; оптимальні діаметри труб на кожній ділянці сифонного збірного водоводу та забезпечення надійності його роботи. Для оптимізації протифільтраційних завіс із сифонною системою водовідведення запропоновано бурити дренажні свердловини різної глибини та розміщувати їх на різних відстанях одна від одної по всій довжині водозбірного водоводу, застосовуючи методику для визначення належної глибини свердловини залежно від її діаметра та величини вакууму. Проведені дослідження на прикладі розрахунку Кам'янка-Дніпровської протифільтраційної зависи показали, що найекономічнішим з усіх можливих є варіант зависи, в якому дренажні свердловини мають різну глибину та розміщені на різних відстанях між собою, що забезпечує мінімальну питому вартість на спорудження свердловин і сифонного збірного водоводу при дотриманні рівномірного водозниження.

Ключові слова: вертикальний дренаж, водопонижуюча свердловина, сифонний водовід, радіус впливу зниження рівнів води, витрати води, гідравлічні опори, інфільтраційні води, водоприймальний збірний колодезь, зниження рівнів води.

Постановка проблеми. Спорудження греблі Каховської гідроелектростанції підняло рівень води в Дніпрі до відмітки 16,0 м, а у створі Нікополь-Кам'янка-Дніпровська рівні води піднялися на 10-11 м, що призвело до підтоплення заплави р. Дніпро і низинних ділянок із розташованими на них населеними пунктами і промисловими підприємствами.

Для захисту територій від затоплення та підтоплення з боку Каховського водосховища була розроблена система берегового вертикального дренажу у вигляді лінійного ряду вертикальних свердловин із відбором води з них ерліфтами.

Реальна дійсність виявила два основних недоліки таких протифільтраційних завіс:

- низький ККД ерліфтів (0,2-0,25), що призводить до значних перевитрат електроенергії;
- недовговічність роботи свердловин (зменшення дебіту через 8 років у 2 рази) внаслідок колюментації фільтрів гідроксидом

заліза, що змушує постійно бурити нові свердловини.

Актуальність дослідження. Протифільтраційна завіса (ПФЗ) – це комплекс інженерних споруд, до складу яких входять дренажні свердловини, пристрої для підняття води на поверхню землі, трубопроводи, канали, насосні та компресорні станції.

Одним з ефективних методів водовідведення з дренажних свердловин є застосування сифонного способу [1-5]. У такій системі сифонний збірний водовід прокладають нижче глибини промерзання ґрунтів із безперервним підйомом у напрямку водоприймального колодезя з похилом не менше 0,001 (рис. 1).

При створенні вакууму у сифонному збірному водоводі за допомогою вакуум – насоса під дією сил атмосферного тиску вода зі свердловин рухається до водозбірного колодезя.

В Україні є досвід експлуатації ПФЗ із сифонною системою водовідбору, яка побудована в м. Кременчук Полтавської області [5].

© Левицька В.Д., Хоружий П.Д., 2019

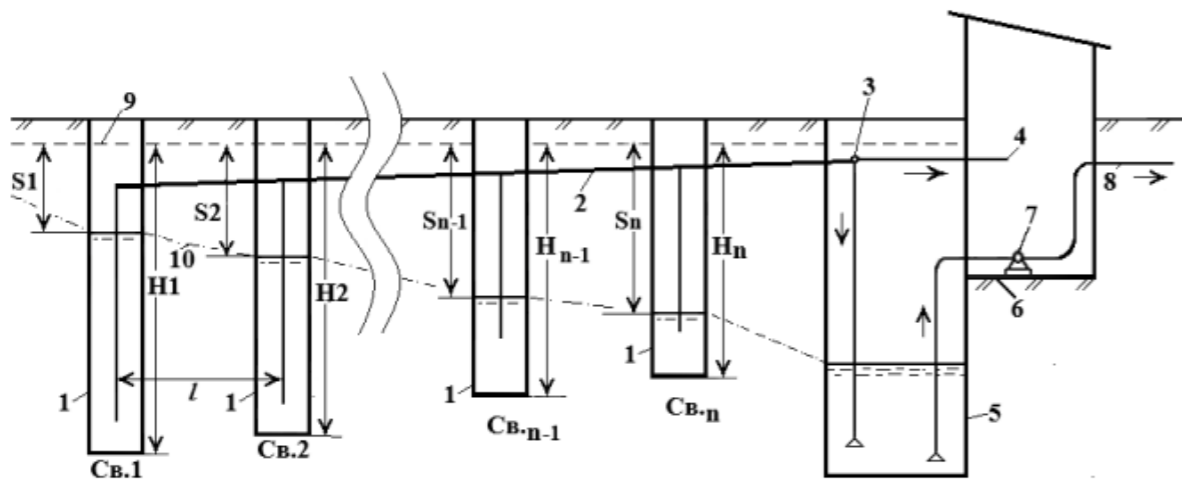


Рис. 1. Схема роботи ПФЗ із сифонним збірним водоводом та перемінними глибинами дренажних свердловин:

- 1 – дренажні свердловини; 2 – сифонний збірний водовід; 3 – найвища точка сифонного водоводу; 4 – труба до вакуум-насоса; 5 – водоприймальний збірний колодезь; 6 – насосна станція; 7 – горизонтальний відцентровий насос; 8 – напірний водовід; 9 – лінія статичного рівня води у водоносному пласті; 10 – п'єзометрична лінія у сифонному збірному водоводі

Порівняння техніко-економічних показників роботи ПФЗ з ерліфтною та сифонною системою водовідбору з дренажних свердловин показали, що вартість перекачування 1 м³ води ерліфтною системою водовідбору більша у 5,4 рази від сифонної системи водовідбору [2].

Задачі наукових досліджень. При проектуванні ПФЗ із сифонною системою водовідбору з дренажних свердловин слід вирішувати такі питання:

- оптимальну кількість свердловин і відстані між ними;
- розрахункові глибини кожної свердловини, що підключаються до сифонного збірного водоводу;
- розрахункові витрати води з кожної свердловини та зниження статичного рівня води в них з урахуванням гідрогеологічного впливу одна на одну при їхній сумісній роботі;
- оптимальні діаметри труб на кожній ділянці сифонного збірного водоводу та забезпечення надійності його роботи.

Аналіз роботи ПФЗ із сифонною системою водовідбору з дренажних свердловин виявив такі суттєві недоліки:

- потреба у забезпеченні надійної герметизації сифонного збірного водоводу, оскільки при його найменшому пошкодженні та розгерметизації зникає вакуум у трубах і перестав надходити вода з усіх дренажних свердловин, підключених до нього;
- з дренажних свердловин при однаковій глибині їх буріння надходять різні витрати води, що залежать від величини вакууму

у кожній свердловині, що здійснюється залежно від відстані до водоприймального збірного колодезя; все це призводить до різної глибини зниження рівнів води у свердловинах, що не відповідає оптимальним розрахунковим значенням.

Для усунення цих недоліків пропонуються такі заходи:

- сифонний збірний водовід слід споруджувати з міцних водопровідних труб, захищених від корозії, і прокласти їх бажано в захисному кожусі;
- глибини всіх дренажних свердловин слід приймати різними (рис. 1) та розраховувати їх по нижченаведеній методиці.

Методика оптимізаційних розрахунків. У нашій роботі [7] показано, що витрату води з будь-якої з n гідравлічно взаємодіючих дренажних свердловин можна визначити за формулою:

$$Q_i = \frac{\pi K_\phi H_{\text{вак.}i}}{\ln R/r} * [2(H - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta S_i) - H_{\text{вак.}i}], \quad (1)$$

де H – висота стовпа води, що вимірюється від статичного рівня води у водоносному горизонті та до низу фільтра свердловини (рис. 2); K_ϕ – коефіцієнт фільтрації порід водоносного пласта; $H_{\text{вак.}i}$ – величина вакууму в i -тій свердловині, що визначається за формулою:

$$H_{\text{вак.}i} = H_{\text{вак.дон}} - \sum h_i \quad (2)$$

де $H_{\text{вак.дон}}$ – допустимий вакуум у найвищій точці сифонного збірного водоводу (рис. 1), який має бути не більше 7-8 м; $\sum h_i$ – сума втрат

напору в ділянках сифонного збірного водоводу від водоприймального збірного колодезя до i -тої свердловини, що визначається для будь-якої (k -ої) свердловини за формулою:

$$\sum_1^k h_i = \sum_1^k A_i * l_i * Q_i, \quad (3)$$

де A_i – питомий гідравлічний опір ділянки водоводу між свердловинами (с/л)²м; l_i – відповідно відстань між свердловинами, м; Q_i – витрата води, л/с; R – радіус депресійної воронки, яка утворюється навколо свердловини при відкачуванні з неї витрати води Q , м³; r – радіус свердловини, м; $\sum_{i=1}^{n-1} \Delta S_i$ – додаткове зниження води в i -тій свердловині від впливу всіх інших $n-1$ взаємодіючих свердловин, м.

Як бачимо з формули 1, величина витрати води з дренажної свердловини залежить від величини вакууму в ній $H_{\text{вак.}i}$, гідрогеологічних характеристик водоносного пласта (K_ϕ , R), конструктивних розмірів свердловини (H , r) та взаємного впливу свердловин одна на одну ($\sum \Delta S_i$), що залежить від відстаней між свердловинами l та місця розташування даної i -тої свердловини серед групи взаємодіючих свердловин, підключених до спільного сифонного збірного водоводу.

Із формули (1) бачимо, що висоту стовпа води в будь-якій (i -тій) свердловині можна визначити за формулою:

$$H_i = \frac{Q_i \ln R/r}{2\pi K_\phi H_{\text{вак.}i}} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta S_i + \frac{H_{\text{вак.}i}}{2}, \quad (4)$$

Тобто для водоносного пласта з відомими характеристиками (K_ϕ , R), прийнятими

діаметрами дренажних свердловин ($r = d/2$) та відстанями між ними l (рис. 2) потрібна глибина свердловин H_i залежить від розрахункової величини вакууму у ній $H_{\text{вак.}i}$, який визначається у напрямку віддаленості від водоприймального водозбірного колодезя (рис. 1).

Можлива кількість дренажних свердловин n і оптимальні відстані між ними l визначаються на основі гідравлічних і техніко-економічних розрахунків.

Результати досліджень. Як користуватись запропонованою методикою показано на прикладі розрахунку Кам'янка-Дніпровської ПФЗ, вертикальні дренажі якої були побудовані у 1956 р. для захисту від підтоплення територій м. Кам'янка-Дніпровська та с. Велика Знам'янка [2].

Дренажні свердловини глибиною $H_{\text{св.}} = 20-32$ м і діаметром $d_{\text{св.}} = 219$ мм з фільтрами $d_\phi = 168$ мм були пробурені вздовж берегової лінії довжиною $L_{\text{пр.}} = 9,5$ км у кількості $n = 191$ шт. із загальною витратою $Q_{\text{заг.}} = 1350$ л/с. Свердловини були розташовані в середньому на відстані 50 м одна від одної. При середній витраті води з кожної свердловини $Q_{\text{св.}} = 7$ л/с забезпечувалось зниження рівня ґрунтових вод на глибину $S = 2,5$ м, що дозволяло захищати прилеглі території від підтоплення інфільтраційними водами від Каховського водосховища. Але, як відмічено вище, ПФЗ з ерліфтною системою відкачування води з дренажних свердловин виявилась ненадійною та неекономічною.

Проаналізуємо роботу для цих же умов ПФЗ із сифонною системою відкачування води зі свердловин. Дослідження залежності

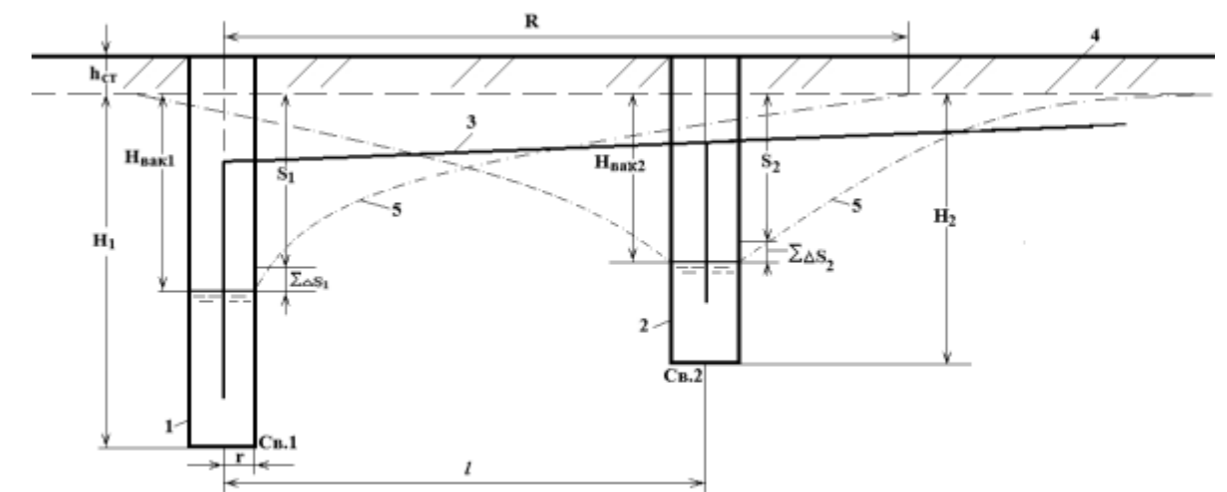


Рис. 2. Схема сумісної роботи двох дренажних свердловин із сифонним збірним водоводом: 1,2 – дренажні свердловини; 3 – сифонний збірний водовід; 4 – статичний рівень ґрунтових вод; 5 – депресійна воронка радіусом R навколо свердловини.

потрібної глибини дренажних свердловин від їх діаметра і величини вакууму формулу (4) можна записати у такому вигляді (без урахування додаткового зниження води зі свердловин при їх гідрогеологічній взаємодії $\sum_{i=1}^{n-1} \Delta S_i$):

$$H_i = 0,5 \left(\frac{Q_i \ln 2R / d_{св.}}{\pi K_{\phi} H_{вак.і}} + H_{вак.і} \right) \quad (5)$$

де $d_{св.}$ – діаметр свердловини.

Як бачимо, потрібна глибина свердловини при відомій витраті води з неї Q_i та стабільних гідрогеологічних умов (K_{ϕ} , R) залежить тільки від діаметра свердловини $d_{св.}$ і величини вакууму в ній $H_{вак.і}$.

$$H_i = f(d_{св.}, H_{вак.і}), \quad (6)$$

для даних умов при $Q_{св.} = 7$ л/с ($7 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 0,001 = 604,8$ м³/добу); $K_{\phi} = 10$ м/добу; $R = 300$ м, величина H_i за формулою (5) буде мати вигляд:

$$H_i = 0,5 \cdot \left(\frac{604,8 \cdot \ln 600 / d_{св.}}{3,14 \cdot 10 \cdot H_{вак.і}} + H_{вак.і} \right) = 9,63 \frac{\ln 600 / d_{св.}}{H_{вак.і}} + 0,5 H_{вак.і} \quad (7)$$

1. Мінімальні глибини дренажних свердловин H_i при змінах $d_{св.}$ у межах 0,1-0,3 м та $H_{вак.і}$ – у межах 2,5 -7,5 м

Діаметр свердловини, м	Вакуум у дренажних свердловинах $H_{вак.і}$, м										
	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
0,1	34,8	29,4	25,7	22,9	20,9	19,3	18,0	17,0	16,1	15,5	14,9
0,2	32,1	27,2	23,8	21,3	19,4	17,9	16,8	15,9	15,1	14,5	14,0
0,3	30,5	25,9	22,7	20,3	18,5	17,1	16,1	15,2	14,5	14,0	13,5

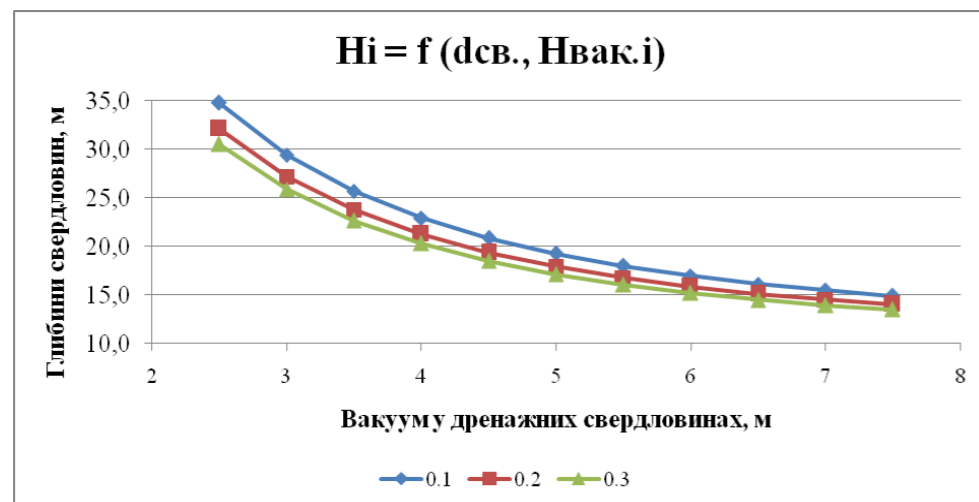


Рис. 3. Графіки залежності $H_i = f(d_{св.}, H_{вак.і})$ для свердловин з діаметрами: $d_{1св.} = 0,1$ м, $d_{2св.} = 0,2$ м, $d_{3св.} = 0,3$ м

За формулою (7) виконані розрахунки потрібної глибини свердловин H_i при змінах її діаметрів від 0,1 м до 0,3 м та змінах вакууму від $H_{вак.мін} = S = 2,5$ м, до $H_{вак.мак} = 7,5$ м (таблиця 1).

За результатами розрахунків, наведених у таблиці 1, побудовані графіки $H_i = f(d_{св.}, H_{вак.і})$, які представлені на рис. 3.

Графіком $H_i = f(d_{св.}, H_{вак.і})$ є гіперболічна залежність: при збільшенні величин $H_{вак.і}$ та $d_{св.}$ зменшується потрібна глибина буріння дренажних свердловин.

Розрахункова кількість дренажних свердловин ПФЗ (рис. 1) та відстані між ними l визначаються гідравлічними і техніко-економічними розрахунками, виходячи з виконання таких вимог:

– у першій свердловині (св.1), що найбільш віддалена від водоприймального водозбірного колодязя 5 (рис. 1), необхідно забезпечити розрахункову глибину зниження ґрунтових вод, тобто приймаємо $S_1 = H_{вак.1} = 2,5$ м;

– в останній свердловині (св.п), що знаходиться найближче до водозбірного колодязя на сифонному водоводі 2, має бути вакуум у найвищій точці водоводу 3 ($H_{вак.п} < 8$ м);

– вакуум у кожній наступній свердловині, починаючи з першої, визначається шляхом додавання втрат напору на ділянці водоводу між цими свердловинами:

$$H_{вак.2} = S_2 = H_{вак.1} + h_{1-2} \quad (8)$$

– загальна кількість дренажних свердловин n , підключених до сифонного збірного водоводу, визначається за умови, що сума втрат напору на ділянках сифонного збірного водоводу від першої свердловини до водоприймального колодязя не повинна перевищувати:

$$\sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n A_i \cdot l_i \cdot Q_i^2 \leq H_{вак.п.} - H_{вак.1} \leq 5,5 \text{ м.} \quad (9)$$

У таблицях 2-4 наведено результати розрахунків ПФЗ із сифонною системою водовідбору з дренажних свердловин для гідрогеологічних умов водоносних пластів у місцевості м. Кам'янка-Дніпровська ($K_{\phi} = 10$ м/добу, $R = 300$ м) для свердловин діаметром $d_{св.} = 0,2$ м, але різних їх глибин. Наведені у цих таблицях розрахункові параметри визначались так. Вакуум у першій свердловині приймався $H_{вак.1} = H_{вак.мін} = 2,5$ м, а у наступних визначався шляхом послідовного додавання втрат напору на ділянках водоводу, починаючи від першої свердловини і до водозабірної колодязя. У таблиці 2 наведено варіанти розрахунків при однакових глибинах усіх свердловин $H_i = 32,1$ м і відстані між ними $l = 50$ м.

Добуток сумарної кількості свердловин 17 із глибиною кожної 32,1 становить 545,7 м. Загальна протяжність $L = 16 \cdot 50 = 800$ м, $P = 545,7/800 = 0,68213$.

Розрахункова глибина свердловини H_i приймалась для свердловин із діаметром

$d_{св.} = 0,2$ м з таблиці 1 для відповідної величини $H_{вак.і}$, а витрата води з неї визначалась за формулою:

$$Q_i = \frac{\pi K_{\phi} H_{вак.і} (2H - H_{вак.і})}{\ln 2R / d_{св.}} \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (10)$$

або після підстановки їх значень $K_{\phi} = 10$ м/добу і $\ln(2 \cdot 300/0,2) = 8$ отримали вираз:

$$Q_{св.і} = 0,045392 H_{вак.і} (2H_i - H_{вак.і}), \text{ л/с.} \quad (11)$$

Сумарна глибина 14 свердловин становить 270,2 м, сумарна протяжність $L = 14 \cdot 50 = 700$ м. $P = 270,2/700 = 0,386$.

Діаметри труб на ділянках водоводу $d_{пр.і}$ та питомий гідравлічний опір A_i приймали для сталевих трубопроводів по [6], залежно від витрат води на цій ділянці $Q_{дл.і}$.

Сумарна глибина 8 свердловин різної глибини становить 170,3 м, сумарна протяжність $L = 560$ м. $P = 170,3/560 = 0,3$.

У табл. 4 наведено результати розрахунків ПФЗ при перемінних глибинах дренажних свердловин і збільшення відстані між ними, починаючи з другої свердловини, на 10 м.

Підсумкові результати розрахунків ПФЗ із сифонним водовідбором із дренажних свердловин наведено у таблиці 5.

Порівняння трьох варіантів створення ПФЗ із сифонним водовідбором із дренажних свердловин показало, що найбільш економічним є III варіант, оскільки при цьому варіанті буде:

2. Розрахункові параметри ПФЗ при однакових глибинах дренажних свердловин і відстаней між ними (I варіант)

Дренажні свердловини			Ділянка водоводу між свердловинами				
№	$H_{вак.і}$, м	$Q_{св.і}$, л/с	№	$Q_{дл.і}$, л/с	$d_{пр.і}$, мм	A_i , (с/л) ² м	h_i , м
1	2,50	7,00					
2	2,92	8,13	1-2	7,00	100	0,0001729	0,42
3	3,27	9,06	2-3	15,13	150	0,00003065	0,35
4	3,47	9,59	3-4	24,19	200	0,00006959	0,20
5	3,87	10,61	4-5	33,78	200	0,00006959	0,40
6	4,09	11,16	5-6	44,39	250	0,00002187	0,22
7	4,43	12,02	6-7	55,55	250	0,00002187	0,34
8	4,93	13,26	7-8	67,57	250	0,00002187	0,50
9	5,20	13,94	8-9	80,83	300	0,000008466	0,27
10	5,58	14,86	9-10	94,77	300	0,000008466	0,38
11	5,80	15,40	10-11	109,63	350	0,000003731	0,22
12	6,09	16,09	11-12	125,03	350	0,000003731	0,29
13	6,47	16,96	12-13	141,12	350	0,000003731	0,38
14	6,71	17,51	13-14	158,08	400	0,000001907	0,24
15	7,00	18,19	14-15	175,60	400	0,000001907	0,29
16	7,19	18,61	15-16	193,79	450	0,0000001	0,19
17	7,42	19,12	16-17	212,40	450	0,0000001	0,23

3. Розрахункові параметри ПФЗ із сифонним водовідбором із дренажних свердловин перемінної глибини при однаковій відстані між ними (II варіант)

Дренажні свердловини			Ділянка водоводу між свердловинами					
№	$H_{вак, i, z}$ м	$H_{i, z}$ м	$Q_{св, i, z}$ л/с	№	$Q_{дін, i, z}$ л/с	$d_{мп, i, z}$ мм	$A_{i, z}$ (с/л) ² м	$h_{i, z}$ м
1	2,50	32,10	7,00					
2	2,92	27,90	7,02	1-2	7,00	100	0,0001729	0,42
3	3,22	25,50	6,99	2-3	14,02	150	0,00003065	0,30
4	3,90	21,70	7,00	3-4	21,01	150	0,00003065	0,68
5	4,17	20,60	7,02	4-5	28,01	200	0,00006959	0,27
6	4,60	19,10	7,02	5-6	35,03	200	0,00006959	0,43
7	5,22	17,40	7,01	6-7	42,04	200	0,00006959	0,62
8	5,48	16,90	7,00	7-8	49,05	250	0,00002187	0,26
9	5,82	16,20	7,03	8-9	56,05	250	0,00002187	0,34
10	6,26	15,50	7,03	9-10	63,07	250	0,00002187	0,44
11	6,80	14,80	7,04	10-11	70,10	250	0,00002187	0,54
12	7,05	14,50	7,02	11-12	77,14	300	0,000008466	0,25
13	7,35	14,20	7,02	12-13	84,16	300	0,000008466	0,30
14	7,70	13,9	7,03	13-14	91,18	300	0,000008466	0,35

4. Розрахункові параметри ПФЗ із сифонним водовідбором із дренажних свердловин перемінних глибин при різних відстанях між ними (III варіант)

Дренажні свердловини			Ділянка водоводу між свердловинами						
№	$H_{вак, i, z}$ м	$H_{i, z}$ м	$Q_{св, i, z}$ л/с	№	$Q_{дін, i, z}$ л/с	$l_{i, z}$ м	$d_{мп, i, z}$ мм	$A_{i, z}$ (с/л) ² м	$h_{i, z}$ м
1	2,5	32,1	7						
2	2,92	27,8	7	1-2	7	50	100	0,0001729	0,42
3	3,28	25,1	7	2-3	14	60	150	0,00003065	0,36
4	4,23	20,3	7	3-4	21	70	150	0,00003065	0,95
5	4,67	18,9	7	4-5	28	80	200	0,00006959	0,44
6	5,43	16,9	7	5-6	35	90	200	0,00006959	0,77
7	6,66	14,9	7	6-7	42	100	200	0,00006959	1,23
8	7,24	14,3	7	7-8	49	110	250	0,00002187	0,58

5. Порівняння результатів розрахунків ПФЗ за трьома варіантами

№ варіанта	Дренажні свердловини			Ділянки водоводу між свердловинами							P
	n, шт.	$\Sigma \Delta H_{i, z}$ м	$H_{ср, z}$ м	n, шт.	$\Sigma l_{i, z}$ м	$l_{ср, z}$ м	$Q_{дін, i, z}$ л/с	$d_{мп, i, z}$ мм	$\Sigma h_{i, z}$ м	$I_{ср, z}$	
I	17	545,7	32,1	16	800	50	7-212	100-450	4,92	0,0062	0,68
II	14	270,6	19,3	13	700	50	7-91	100-300	5,2	0,0074	0,39
III	8	170,3	21,3	7	560	80	7-49	100-250	4,74	0,0085	0,3

– найменша кількість свердловин ($n = 8$);
– найменша загальна глибина буріння свердловин ($\Sigma \Delta H_i = 170,3$ м);
– найменші питомі витрати на буріння свердловин для створення ПФЗ:

$$P = \sum_{i=1}^n \Delta H_i / \sum_{i=1}^n l_i = 170,3/560 = 0,30; \quad (12)$$

– найменша вартість сифонного збірного водоводу зі сталевих труб діаметром $d_{мп, i} = 100-250$ мм.

Висновки. Оскільки з дренажних свердловин при однаковій їх глибині надходять різні витрати води, то слід приймати різні глибини дренажних свердловин, збільшуючи їх у напрямку від водозбірного колодезя.

Проведені дослідження на прикладі розрахунку Кам'янка-Дніпровської ПФЗ показали, що мінімальна глибина дренажних свердловин залежить від діаметра свердловини і величини вакууму в ній. Її можна визначити за формулою (7) або приймати за таблицею 1, або за графіком на рис. 3.

Розрахункову кількість дренажних свердловин ПФЗ та відстані між ними слід визначати на основі гідравлічних і техніко-економічних розрахунків, виходячи з умов забезпечення рівнів води у водоносному пласті при величинах вакууму у допустимих межах та мінімізації питомих витрат на створення ПФЗ.

Виконані розрахунки по трьох варіантах ПФЗ із сифонним водовідбором із дренажних

свердловин показали, що найекономічнішим є досягається найменша питома вартість на III варіант (з різними глибинами свердловин буріння свердловин і будівництво сифонного і різними відстанями між ними), при якому збірного водоводу.

Бібліографія

1. Вертикальний дренаж із сифонним водовідбором зі свердловин. Пат. №132266, Україна u201806279 заяв.05.06.2018. Опубл. бюл. № 4, 25.02.2019.
2. Хоружий П.Д., Крученко В.Д. Аналіз роботи дренажних свердловин з ерліфтною системою водовідбору // Меліорація і водне господарство. 2004. Вип.91 Київ: Аграрна наука, С. 209-218.
3. Хоружий П.Д., Левицька В.Д. Шляхи покращення роботи комплексу захисних споруд Кам'яньського Поду // Меліорація і водне господарство. 2016. Вип. 104. Київ. С. 119-125.
4. Левицька В.Д. Аналіз сучасного стану та шляхи покращення роботи Кам'янка-Дніпровської протифільтраційної завіси // Збірник статей наук.-практ. конференції: Вода: проблеми і шляхи вирішення. Рівне 5-8 липня 2017 р. Житомир: вид-во ЕЦ «Укркобіокон», 2017. С. 196-200.
5. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. Дніпропетровськ: ВАТ «Видавництво «Зоря». 2006. 408 с.
6. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. Київ: Аграрна наука, 2008. 534 с.
7. Хоружий П.Д., Левицька В.Д. Методика розрахунку вертикальних дренажів із сифонним водовідбором інфільтраційних вод // Меліорація і водне господарство. 2017. Вип.106. Київ, С. 102-108.
8. Хоружий П.Д. Расчет гидравлического взаимодействия водопроводных сооружений, Львов: Вища школа, 1983, 152с.
9. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації / П.Д.Хоружий та ін.; за ред. П.Д.Хоружого. Київ: Урожай, 1992. 206 с.
10. Олейник А.Я. Гидродинамика дренажа. – Киев: Наукова думка, 1981. 284 с.

References

1. Levytska, V.D. Vertykalnyy drenazh iz syfonnym vodovidborom zi sverdlovyn. (2019). [Vertical drainage with siphon water sampling from wells]. Patent of Ukraine. № 132266. [in Ukrainian].
2. Khoruzhyy, P.D., & Kruchenyyuk, V.D. (2004). Analiz roboty drenazhnykh sverdlovyn z erlift-noyu systemoyu vodovidboru [Analysis of the work of drainage wells with an erlift water collection system]. Land Reclamation and Water Management, Vol. 91, 209-218. [in Ukrainian].
3. Khoruzhyy, P.D., & Levytska, V.D. (2016). Shliakhy pokrashchennia roboty kompleksu zakhysnykh sporud Kamyanskoho Podu [Ways to improve the operation of the protection facilities complex of Kamensky Pod], Land Reclamation and water management, Vol. 104, 119-125. [in Ukrainian].
4. Levytska, V.D. (2017). Analiz suchasnoho stanu ta shlyakhy pokrashchennia roboty Kamyanka-Dniprovskoyi protyfiltratsiynoyi zavisy. [An analysis of the anti-filtration operation and ways of improving the work of the Kam'yan'ka-Dniprovsky antifiltration system]. International Scientific and Practical Conference: Water: Problems and Solutions, Rivne: EC "Ukrkobion", 196-200. [in Ukrainian].
5. Stashuk, V.A. (2006). Ekoloho-ekonomichni osnovy baseynovoho upravlinnya vodnymy resursamy. [Ecological and economic basics of basin water resources management]. Dnipropetrovsk: JSC "Publishing House" Zorya". [in Ukrainian].
6. Khoruzhyy, P.D., Khomutetska, T.P., & Khoruzhyy V.P. (2008). Resursozberihayuchi tekhnolohiyi vodopostachannya. [Resource-saving water supply technologies]. Kyiv: Agrarian Science. [in Ukrainian].
7. Khoruzhyy, P.D., & Levytska, V.D. (2017). Metodyka rozrakhunku vertykalnykh drenazhiv iz syfonnym vodovidborom infiltratsiynykh vod [The method of calculation of vertical drain performance when using siphon grains for infiltration water intake] Land Reclamation and water management, Vol. 106, 102-108 [in Ukrainian].
8. Khoruzhyy, P.D. (1983). Raschet gidravlicheskogo vzaimodeystviya vodoprovodnykh sooruzheniy. [Calculation of the hydraulic interaction of waterworks]. Lviv: Vyshcha shkola (Higher school). [in Russian].
9. Khorozhii, P.D., Orlov, V.O., & Tkachuk, O.A. et al. (1992). Dovidnyk po silskohospodarskomu vodopostachannyyu i kanalizatsiyi [Handbook of Agricultural Water Supply and Sewerage]. Kyiv: Uroghay. [in Ukrainian].
10. Oleinyk A.Ia. (1981). Hidrodynamika drenazhu [Drainage's hydrodynamics]. Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian].

Левницькая В.Д., Хоружий П.Д.

**Оптимизация противодиффузионных завес
с сифонным водоотбором из дренажных скважин**

(на примере Каменка-Днепровской противодиффузионной завесы)

Аннотация. Проанализирована работа противодиффузионных завес с сифонным водоотбором из дренажных скважин на примере левобережья Каховского водохранилища для условий защиты от подтопления Каменского Пода и показано, что стоимость перекачки 1 м³ воды будет значительно дешевле, чем в действующей противодиффузионной завесе с эрлифтной системой водоотбора. Но при этом возникают проблемы обеспечения равномерного снижения уровня воды в водоносном пласте по всей трассе сифонного водовода. При проектировании указанных противодиффузионных завес нам необходимо учесть существующие гидрогеологические условия и определить параметры, на которые мы можем повлиять, в частности: оптимальное количество скважин и расстояния между ними; расчетные диаметры и глубины каждой скважины, подключаемой к сифонному сборному водоводу; расчетных расходов воды с каждой скважины и снижения статического уровня воды в них с учетом гидрогеологического влияния друг на друга при их совместной работе; оптимальных диаметров труб на каждом участке сифонного сборного водовода и обеспечения надежности его работы. Для оптимизации противодиффузионных завес с сифонной системой водоотведения предложено бурить дренажные скважины различной глубины и размещать их на разных расстояниях друг от друга по всей длине водосборного водовода, применяя методику для определения надлежащей глубины скважины в зависимости от ее диаметра и величины вакуума. Проведенные исследования, на примере расчетов для Каменка-Днепровской противодиффузионной завесы, показали: самым экономичным из всех возможных является вариант завесы, в котором дренажные скважины имеют разную глубину и размещены на различных расстояниях между собой, что обеспечивает минимальную удельную стоимость на бурение скважин сифонного сборного водовода при достижении равномерного водопонижения.

Ключевые слова: вертикальный дренаж, водопонижающая скважина, сифонный водовод, радиус влияния снижения уровней воды, расход воды, гидравлические опоры, инфильтрационные воды, водоприемный сборный колодец, снижение уровней воды.

V.D. Levytska, P.D. Khoruzhyy

**Optimization of ground water cutoff with a siphon intake from the drain wells
(as in the case of Kamyanka-Dniprovsk ground water cut-off)**

Abstract. The operation of ground water cutoff with a siphon intake from the drain wells is analyzed on the case of Kakhovsky reservoir for protection against flooding of Kamensky Pod. It is shown that the cost of 1 m³ of water pumping of will be much cheaper than through the existing ground water cutoff with an airlift water intake system. But in this case there are some problems about ensuring a uniform decrease in water table in the aquifer along the entire length of the siphon conduit. When designing such filter systems, it is necessary to take into account the existing hydro-geological conditions when determining changeable parameters, in particular: the optimal number of wells and the distances between them; the calculated diameters and depths of each well connected to the siphon collecting water conduit; estimated water flow from each well and reducing the static water table in them, the hydro-geological interaction between them during their collaboration; optimal pipe diameters at each section of the siphon collecting conduit To optimize the ground water cutoff with a siphon intake system, it is proposed to drill drain wells of various depths and place them at different distances from each other along the entire length of the collecting conduit, determining the proper depth of the well depending on its diameter and vacuum value. The conducted study on the case of Kamyanka-Dniprovsk ground water cutoff showed: the most efficient option of all possible ones is the solution when there are drain wells with different depths, which are placed at different distances from each other. That provides the minimum specific cost for the construction of drain and siphon intake collecting wells keeping a uniform water table decrease.

Key words: vertical drainage, dewatering well, siphonic outfall, radius of drawdown influence, water flow, hydraulic ram, infiltration water, intake well, drawdown.

ЗМІСТ

ЗРОШЕННЯ – ОСУШЕННЯ

- M.S. Adiaha.**
Combating tropical soil degradation: the role of nitrogen fertilizer as a climate-smart strategy towards maize (*Zea mays* L.) productive cultivation..... 5
- М.І. Ромащенко, М.В. Яцюк, А.М. Шевченко, С.А. Шевчук, Д.П. Савчук, О.М. Козицький, Р.П. Боженко, С.М. Лютницький, Д.П. Землянська, А.О. Забуга.**
Проблеми та водно-екологічні ризики забудови осушуваних земель давньої заплави р. Дніпро..... 20
- А.П. Шатковський, Ф.А.Мінза.**
Режим краплинного зрошення та водоспоживання яблуні залежно від методів призначення строків поливу..... 28
- В.О. Ушкаренко, К.В. Дудченко.**
Оцінка агроеліоративного стану основних типів ґрунтів рисових сівозмін..... 36
- С.О. Заєць.**
Осінній ріст та розвиток рослин пшениці озимої на зрошуваних землях залежно від гідротермічних умов, сорту і строків сівби..... 42
- К.С. Фундират.**
Водоспоживання тритикале озимого при формуванні насінневої продуктивності залежно від видів і норм добрив на зрошуваних землях Південного Степу України..... 49
- Л.М. Рудаков, Г.В. Гапіч.**
Сучасний стан, динаміка змін та перспективи розвитку гідротехнічних меліорацій у Дніпропетровській області..... 54
- М.В. Пашкова.**
Продуктивність пшениці озимої на осушуваних дерново-підзолистих ґрунтах Волинського Полісся залежно від систем удобрення та температурного режиму..... 61
- О.Д. Дубинська, Л.В.Титова.**
Вплив інокуляції насіння бульбочковими й ендодітними бактеріями на врожайність різностиглих сортів сої в умовах зрошення Південного Степу України..... 67

ВОДНІ РЕСУРСИ

- Я.Б. Мосійчук, В.П. Хоружий.**
Раціональні конструктивні і технологічні параметри установок для доочищення стічних вод у сільській місцевості..... 74
- І.В. Гопчак, Т.О. Басюк.**
Оцінка антропогенного навантаження на басейн малої річки Веселуха..... 82

АГРОРЕСУРСИ

- С.П. Голобородько, О.М. Димов.**
Глобальна зміна клімату: причини виникнення та наслідки для сільськогосподарського виробництва Південного Степу..... 88
- Ф.С. Мельничук, С.А. Алексєєва, О.В. Гордієнко.**
Захист картоплі від шкідливих організмів..... 99

ГІДРОТЕХНІКА

О.В. Коваленко.

Сучасні гідроактивні поліуретани для відновлення водонепроникності гідротехнічних споруд.....108

В.Д. Левицька, П.Д. Хоружий.

Оптимізація протифільтраційних завіс із сифонним водовідбором із дренажних свердловин (на прикладі Кам'янка-Дніпровської протифільтраційної завіси).....117

CONTENTS

IRRIGATION-DRAINAGE

M.S. Adiaha.

Combating tropical soil degradation: the role of nitrogen fertilizer as a climate-smart strategy towards maize (*Zea mays* L.) productive cultivation.....5

M.I. Romaschenko, M.V. Yatsyuk, A.M. Shevchenko, S.A. Shevchuk, D.P. Savchuk, O.M. Kozytsky, R.P. Bozhenko, S.M. Lyutnitsky, D.P. Zemlyanska, A.O. Zabuga.

Problems and water-ecological risks of site development on the drained lands of an old floodplain of the Dnieper River.....20

A.P. Shatkovskyi, F.A. Minza

Drip irrigation regime and water consumption of apple trees, depending on the methods of irrigation scheduling.....28

V.O. Ushkarenko, K.V. Dudchenko

Evaluation of agro-ameliorative condition of the main types of soils of rice crop rotation.....36

S.O. Zaiets

Autumn growth and development of winter wheat plants on the irrigated lands depending on hydrothermal conditions, varieties and terms of sowing.....42

K.S. Fundirat

Water consumption of the winter triticale during the formation of seed productivity depending on the types and norms of fertilizers on the irrigated lands in the Southern Steppe of Ukraine.....49

L.M. Rudakov, H.V. Hapich

Modern state, dynamics of changes and prospects for the development of hydrotechnical reclamation in Dnipropetrovsk region.....54

M.V. Pashkova

Winter wheat productivity on drained sod-podzolic soils of Volyns Polissya depending on applying fertilizer systems and temperature conditions.....61

WATER RESOURCES

O.D. Dubinska, L.V. Tytova

Influence of nodulous and endophytic bacteria seeds inoculation upon the soya varieties yield under irrigated conditions of southern Steppe of Ukraine.....67

Y.B. Mosiichuk, V.P. Khoruzhyi

Rational construction and technological parameters of water treatment facilities in rural areas.....74

I.V. Gopchak, T.O. Basiuk

Estimation of anthropogenic load on the Veselukha small river basin.....82

AGRO RESOURCES

S.P. Goloborodko, O.M. Dymov

Global climate change: causes of occurrence and consequences for agricultural production in the Southern Steppe.....88

F.S. Melnichuk, S.A. Alekseeva, O.V. Hordiienko

Protection of potato crops against pests.....99

HYDRAULIC ENGINEERING

O.V. Kovalenko

Modern hydroactive polyurethane for restoration of waterproofing capability of hydrotechnical structures.....108

V.D. Levytska, P.D. Khoruzhyi

Optimization of ground water cutoff with a siphon intake from the drain wells (as in the case of Kamyanka-Dniprovka ground water cut-off).....117

Наукове видання

Меліорація
і водне господарство

№ 1 • 2019

Журнал
Заснований у 1965 році

(випуск 109)

Виконавчі редактори – Т.І. Трошина, Н.В. Логунова, К.Б. Шатковська, О.П. Войтович

Підписано до друку 22.07.2019 року.
Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк.
Ум.-друк. арк. 14,88. Обл. вид. арк. 11,09.
Замов. № 7/0819. Наклад 100 прим.

Видавництво та виготовлення: «ОЛДІ-ПЛЮС»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
E-mail: <mailto:office@oldiplus.com>
Свід. ДК № 6532 від 13.12.2018 р.