

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.

Грунт – дерново-слабопідзолистий глейовий піщанисто-легкосуглинковий на водно-льодовикових відкладах. Потужність гумусового горизонту – 28 см, польова (найменша) вологемність – 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 поля – 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

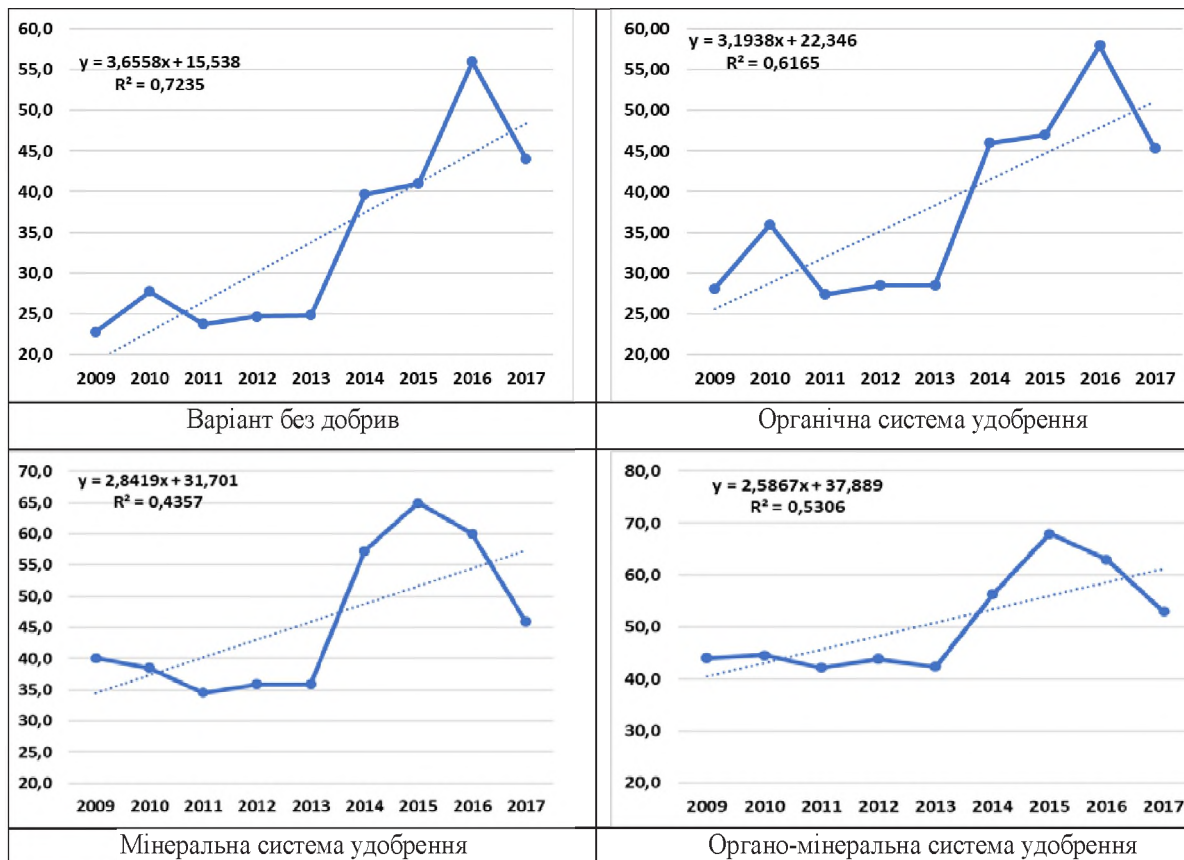


Рис. 1. Динаміка врожайності пшениці озимої за 2009-2017 рр. залежно від систем удобрення

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		

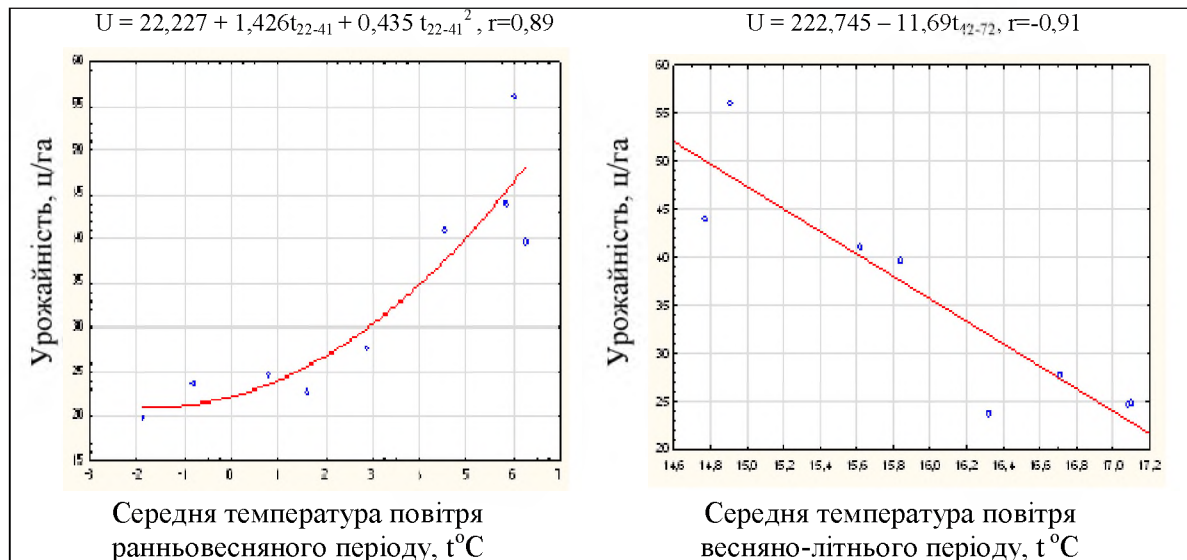


Рис. 2. Залежність урожайності пшениці озимої на контролі від середньої температури повітря

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-слабопідзолистом 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. Ромашенка, 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. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы: 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 урожаяв. 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-tekhnologichne zabezpechennia ahramoho 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 : Ahrama 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: sravnytelni analiz rezultatov rehressyonnikh 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 urozhayev. [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 5,6 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.

M.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.