

## СЕЗОННА ДИНАМІКА РУХОМОГО КАЛІЮ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ І РІЗНОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ

**ТОНХА О.Л.** – доктор сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0002-0677-5494*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**СИЧЕВСЬКИЙ С.О.** – аспірант

*orcid.org/0000-0002-0752-1939*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**КРАВЧЕНКО Ю.С.** – кандидат сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0003-4175-9622*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**КОВАЛЕНКО В.П.** – доктор сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0001-7158-825X*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Постановка проблеми.** Пшениця озима є основною зерновою культурою в Україні, розміри посівних площ якої й обсяги збору зерна значно переважають відповідні показники інших злакових культур [1]. Зростання середньорічних температур в Україні, збільшення тривалості посушливих днів призводять до ускладнення отримання сталих та високих урожаїв озимої пшениці, зокрема й в умовах Правобережного Лісостепу України. Важливим і незамінним елементом мінерального живлення сільськогосподарських культур є калій, уміст якого у ґрунтах на 99,9% представлений мінеральними сполуками. У зв'язку із цим запаси валового і рухомого калію у ґрунтах можуть істотно варіюватись і будуть залежати від складу мінералів, гранулометричного складу ґрунтів і материнських порід. За достатнього калійного живлення підвищуються посухостійкість і морозостійкість рослин, поліпшується обмін поживних речовин і води [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Калій є одним із головних елементів, який впливає на ріст і розвиток озимої пшениці, активізує роботу низки ферментів, синтез білкових речовин і нагромадження цукрів. Це підвищує холодостійкість і стійкість рослин до грибкових захворювань. Сполуки калію впливають на формування кореневої системи, процеси кущення, міцність стебла, що запобігає виляганню. Достатня забезпеченість ґрунтів доступним калієм послаблює негативну дію надлишкового азотного живлення, сприяє оптимізації фотосинтезу, підвищує посухостійкість рослин. Внесення калійних добрив ефективно діє на продукування біомаси рослин за умов низького освітлення, збільшує врожай пшениці. Калій запобігає зменшенню врожайності сільськогосподарських культур за холодних погодних умов. Він переміщується в рослині від старших листків до молодих (реутилізація), тому його нестаток проявляється передусім на старших листках. Надмірний вміст калію обмежує засвоєння рослинами кальцію і магнію. Зменшення кількості калію у клітинах рослин і збільшення в них кальцію зумовлює старіння тканин [2]. Калій бере участь у більшості обмінних реакцій у рослинах, активізує переміщення вуглеводів із вегетативних органів до колоса, сприяє кращому наливу зерна, у результаті чого підвищуються крупність

і вповненість зерна, вміст білка [3]. Калій впливає на накопичення в рослинному організмі крохмалю, цукрів, бере участь в азотному обміні і синтезі білка, підвищує використання сонячної енергії та відтік асимілянтів [2; 3; 8; 9]. Він переважно зосереджується в молодих тканинах рослин, у місцях з активним біохімічним синтезом і перетворення речовин, тому він найбільше зосереджується в нетоварній частині врожаю.

Уміст обмінного калію у ґрунтах залежить від їхнього типу і гранулометричного складу [2; 3]. Найбільшим умістом калію характеризуються важкосуглинкові глинисті і суглинкові ґрунти, меншим – піщані, супіщані та торфові ґрунти. Калій у ґрунті представлений у вигляді силікатних мінералів, обмінних і водорозчинних сполук. Калій силікатних мінералів доступний для рослин після їх вивітрювання, коли під дією вуглекислоти ґрунту і ґрунтового розчину мінерали розкладаються з утворенням розчинних солей калію. Такий калій перебуває переважно у дрібнодисперсній фракції ґрунту. Легка доступність обмінного калію для рослин зумовлена його здатністю переходити в іонну форму у ґрунтового розчині. Доступним вважається калій, що входить до складу плазми мікроорганізмів, які густо заселяють ґрунт і ризосферу. Такий калій використовується тільки після відмирання мікроорганізмів [3; 4; 5].

Внесення калійних добрив підвищує запаси і форми калію у ґрунті. В умовах багаторічного стаціонарного польового досвіду Білгородського ННЦГ внесення мінеральних добрив і гною підвищило вміст рухомих форм калію у ґрунті в 1,2–1,3 рази щодо контрольного варіанта. Інтенсивність балансу калію збільшилась на 80% за використання  $N_{42-62}P_{62}K_{62} + 16$  т/га гною і на 39% (у 2,6 рази менше) – за використання тільки гною [5]. Збільшення кислотності та запасів вологи у ґрунті підвищує вміст рухомого калію завдяки його мобілізації з недоступних форм [2; 4; 5]. Результати досліджень низки вчених показують, що в різних ґрунтово-кліматичних умовах ефективність дії добрив на зміну показників ґрунтової родючості відрізняється [4; 5; 6].

Дослідженнями О.А. Цап і А.М. Демчшина [6] показана строката динаміка обмінного калію по полях сівозміни, за вегетаційний період, і за трирічний період.

Динаміка суттєво залежала від виду сільськогосподарської культури, фази вегетації, дати відбору ґрунтових проб, погодних умов і внесених добрив. За більшої кількості опадів і прохолодного літа спостерігалось зменшення вмісту обмінного калію під ярими зерновими протягом літа, його збільшення – восени на завершальному етапі органогенезу рослин. У період перед збором врожаю відбувається відтік поживних речовин із вегетативних органів рослин до кореневої системи, що певною мірою приводить до підвищення рухомого калію в кореневмісному горизонті [7]. Доведено, що кореневе поглинання, синтез і кореневе виділення мають ритмічний характер, який забезпечується ритмічністю росту кореневої системи. Зокрема, у разі поглинання калію відбувається відтік у ґрунт іонів кальцію і навпаки. За нормальної кореневої діяльності поглинання калію завжди переважає над його виділенням. Під час досягання врожаю і старіння рослини знижується ступінь поглинання поживних речовин кореневою системою, спостерігається виділення калію, магнію й інших поживних речовин у навколишнє середовище, зокрема у ґрунт [6].

Дослідженнями R. Gaj et al. [4] доведений взаємозв'язок між врожайністю зерна та вмістом фосфору, калію, кальцію, магнію, цинку та марганцю в листі пшениці на початку фази кушення (ВВСН31). Крім того, внесення мінеральних добрив значно збільшило вміст білка та клейковини порівняно з неудобреним варіантом. Авторами були виявлені статистично достовірні зв'язки між вмістом N, P, Mg, Zn і Mn у листках за ВВСН31 стадії та накопиченням білка та глютену в зерні пшениці.

**Мета статті** – дослідити сезонну динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому протягом вегетаційного періоду пшениці озимої.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження здійснювались упродовж 2014–2017 рр. на дослідних полях ТОВ «Лотівка Еліт», які розміщені в селі Лотівка Шепетівського району Хмельницької області. Дослідна ділянка розташована в північній частині Шепетівського району, північно-західній частині Правобережного Лісостепу України, північного агрокліматичного району області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзелений середньосуглинковий на лесі.

Дослідні ділянки визначались за рівнем забезпеченості чорнозему опідзоленого рухомими формами фосфору і калію: РсКс – середня забезпеченість фосфором і калієм; РнКс – низька забезпеченість фосфором і середня калієм; РднКс – дуже низька забезпеченість фосфором і середня калієм; РсКп – середня забезпеченість фосфором і підвищена калієм; РсКн – середня забезпеченість фосфором і низька калієм. Повторність кожної ділянки була триразовою.

У досліді застосовували сорт пшениці озимої – Лаєртіз. Для визначення фаз розвитку рослини використовували як традиційну для України шкалу (кушення – трубкування – поява прапорцевого листка – колосіння – цвітіння), так і шкалу Задокса – ВВСН [15]. Сівозміна 6-типільна з таким чергуванням культур: кукурудза на зерно – соя – пшениця озима – кукурудза на зерно – горох – пшениця озима.

Ґрунтові проби відбиралися систематично, за фазами онтогенезу та відповідно до ВВСН стадій, згідно з ISO 10381-2 [19]. Підготовка до хімічного аналізу здійснювалася згідно із ДСТУ ISO 11464-2001. Вміст рухомого калію визначався за методом Чирікова [20]. Збір урожаю здійснювався промисловими комбайнами, обладнаними системами картографування врожайності. Дані оброблялись методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим та з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel®, Statistica®, FarmWorks®.

**Результати досліджень.** Пшениця озима засвоює калій із ґрунту від проростання до цвітіння, а найбільш інтенсивно – у фазах виходу у трубку і колосіння. Максимальна кількість його накопичується в рослинах пшениці озимої під час цвітіння [6].

Вплив фосфору та калію проявляється в пом'якшенні негативних наслідків біотичних і абіотичних стресів. Достатня забезпеченість ґрунту елементами живлення формує стійкість рослин до дефіциту води, низьких температур та впливу патогенів [14]. Дослідженнями показано, що фосфорні добрива за внесення під основне удобрення мали 100% ефективності впливу на врожайність пшениці порівняно з калійними, вплив яких становив 94,5%. Внесення калію збільшило висоту, загальну кількість стебл, зерен у колосі, урожайність пшениці озимої, також спостерігалось покращення поживного режиму ґрунту [11; 13; 14].

У табл. 1 представлено сезонну динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому в різні фази розвитку пшениці озимої. Різна забезпеченість фосфором чорнозему опідзоленого за середньої забезпеченості рухомим калієм вплинула на сезонну динаміку. На варіанті РсКс найбільші показники отримано у фазу ВВСН 50, а на варіантах РнКс і РднКс – у ВВСН 60. Також у фазу цвітіння отримано найбільші показники рухомого калію в чорноземі опідзоленому за підвищеного і низького забезпечення ґрунту калієм.

У варіанті РсКс вміст рухомого калію зростав до ВВСН 30, далі відбулось зменшення до фази трубкування, що пов'язано з активним споживанням рослинами. У подальшому відбулось підвищення цього показника до фази колосіння та зменшення до цвітіння культури. За низького вмісту рухомого фосфору і середнього калію у ґрунті у фазу кушення відбувалось незначне зменшення досліджуваного показника, він становив 49,3 мг/кг, найменші значення отримані у ВВСН 50. За підвищеної забезпеченості рухомим калієм чорнозему опідзоленого динаміка була зростаючою, з мінімальними значеннями у фазу початку кушення (ВВСН 21) і максимальними до ВВСН 60. За низької забезпеченості ґрунту рухомим калієм різниця показників між фазами росту була несуттєва.

Статистичний аналіз рухомого калію в чорноземі опідзоленому й урожайності пшениці озимої наведено в табл. 2.

Отже, коефіцієнт варіації рухомого калію в чорноземі опідзоленому в усі фази росту та розвитку пшениці озимої до цвітіння був високий, що свідчить про важливість елемента в живленні цієї культури. Урожайність характеризувалась слабкою варіацією.

Таблиця 1 – Сезонна динаміка рухомого калію в чорноземі опідзоленому за різної забезпеченості фосфором і калієм за вирощування пшениці озимої, мг/кг ґрунту

Варіант дослідження	ВВСН 21 / початок кущення	ВВСН 30 / кущення	ВВСН32 / трубкування	ВВСН 45 / поява прапорцевого листа	ВВСН 50 / колосіння	ВВСН 60 / цвітіння
РсКс	58,1	64,4	58,0	61,5	74,8	61,5
РнКс	54,6	49,3	52,2	52,2	41,7	55,2
РднКс	44,7	43,7	46,1	54,7	46,1	58,1
РсКп	91,5	93,4	95,8	99,1	94,8	106,0
РсКн	28,5	30,4	31,4	33,7	35,8	36,8

Таблиця 2 – Статистичний аналіз рухомого калію в чорноземі опідзоленому й урожайності пшениці озимої

Показник	ВВСН 21 / початок кущення	ВВСН 30 / кущення	ВВСН32 / трубкування	ВВСН 45 / поява прапорцевого листа	ВВСН 50 / колосіння	ВВСН 60 / цвітіння	Урожайність пшениці озимої, т/га
Об'єм вибірки (n)	16	16	16	16	16	16	16
Середнє ( $X_{av}$ )	53,0	56,0	54,5	54,1	59,0	56,8	7,69
Стандартне відхилення (S)	15,7	16,6	17,7	15,7	21,1	20,0	0,6
Помилка середнього ( $SX_{av}$ )	3,9	4,2	4,4	3,9	5,27	5,0	0,07
Коефіцієнт варіації, % ( $C_v$ )	28	28	31	28	34	34	7
Мінімальне значення	28,5	30,4	31,4	33,7	35,8	29,2	6,8
Нижній кuartиль	45,7	46,1	45,4	46,1	44,7	47,0	7,3
Медіана	51,1	53,7	50,8	52,2	56,6	55,2	7,7
Верхній кuartиль	54,6	62,5	55,9	59,5	61,7	61,7	8,23
Максимальне значення	91,5	93,4	95,8	92,1	101,0	106,0	9,1

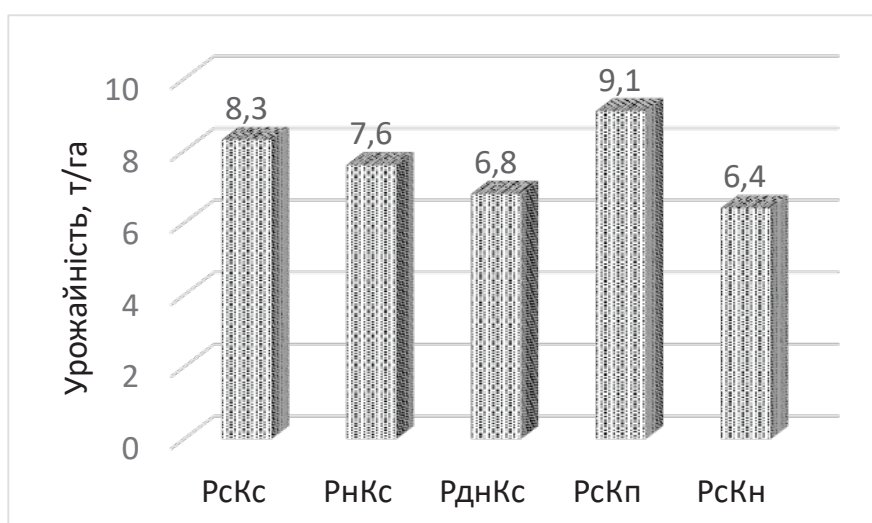


Рис. 1. Урожайність пшениці озимої за різної забезпеченості чорнозему опідзоленому рухомим фосфором і калієм, т/га ( $HIP_{05} = 0,6$  т/га)

Найвища врожайність пшениці озимої отримана за підвищеної забезпеченості ґрунту рухомим калієм 9,1, найменша за низької – 6,4 т/га. На чорноземі опідзоленому вплив низької і дуже низької забезпеченості рухомим фосфором на врожайність пшениці озимої був меншим за калій і становив 8–11%. Низька забезпеченість ґрунту рухомим калієм знизила врожайність на 30, підвищена – збільшила на 34% порівняно із середньою.

**Висновки.** Різна забезпеченість чорнозему опідзоленого вплинула на сезонну динаміку рухомих форм калію. На варіантах РнКс, РднКс, РсКп, РсКн найвищі показники отримано у фазу цвітіння (ВВСН 60).

Коефіцієнт варіації рухомого калію в чорноземі опідзоленому в усі фази росту та розвитку пшениці озимої до цвітіння був високий, що свідчить про важливість елемента в живленні цієї культури. На чорноземі опідзоленому вплив низької і дуже низької забезпеченості рухомим фосфором на врожайність пшениці озимої був меншим за калій і становив 8–11%. Низька забезпеченість ґрунту рухомим калієм зменшила врожайність на 30%, а підвищена – збільшила на 34% порівняно із середньою.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В.В., Дворецький В.Ф. Підвищення продуктивності ярих зернових культур шляхом оптимізації живлення рослин в умовах Степу України. *Вісник Житомирського агроecологічного університету*. 2016. № 1. С. 74–80.
2. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П. Агрохимия. Москва : Колос, 2002. 584 с.
3. Rice R. The physiological role of minerals in the plant. *Mineral nutrition and plant disease* / Ed. Datnoff et al. APS, Minnesota, USA, 2007. 278 p.
4. Gaj R. Influence of different potassium fertilization level on the winter wheat nutritional status and on the yields in critical growth stage. *J. Elementol.* 2010. № 15 (2). P. 269–277.
5. Карабутов А.П., Уваров Г.И. Влияние элементов агротехнологии на калийный режим почвы в длительных опытах. *Естественные науки*. 2015. № 3 (200). Вып. 30. С. 125–132.
6. Цап О.А., Демчишин А.М. Сезонна динаміка обмінного калію у дерново-карбонатному середньосуглинковому ґрунті. 2017. URL: <http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-Lvivskogo-Nats-agrar-univer/Agr/2009/files/09toxcls.pdf>.
7. Польова схожість та урожайність пшениці твердої ярої та м'якої при застосуванні мінеральних добрив в умовах Лісостепу України / Т.В. Антал та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 36–39.
8. Влияние длительного применения удобрений на динамику калия в чернозёме типичном / С.И. Тютюнов и др. *Земледелие*. 2014. № 8. С. 18–20.
9. Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material / M. Simonsson et al. *Geoderma*. 2007. P. 188–198.
10. Вміст кременію, фізичні та хімічні властивості ґрунтів Хмельницької області України / О.Л. Тонха та ін. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2020. № 3 (90). С. 85–91.

11. Шевніков Д.М. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту за вирощування пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 203–206.

12. Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the VM Remeslo myronivka institute of wheat / H. Kovalyshyna et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. № 14. P. 1001–1007.

13. Небытов В.Г., Коломейченко В.В. Урожайность зерновых в зависимости от погодных условий и удобрения. *Земледелие*. 2005. № 2. С. 24–25.

14. Effects of harvest and sowing time on the performance of the rotation of winter wheat–summer maize in the North China Plain / H. Sun et al. *Ind Crop Prod*. 2007. № 25. P. 239.

15. ВВСН-шкала. *Вікіпедія*. URL: [ru.qaz.wiki](http://ru.qaz.wiki).

16. Fotyma E. Interaction of potassium and nitrogen in fertilization of arable crops. *Fertilizers and Fertilization*. 2005. № 3. P. 319–327.

17. Лихочвор В.В. Агробіологічні основи формування врожаю озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу України : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук. Львів, 2004. С. 45.

18. Ткачук С.О. Вивчення реакції сортів пшениці озимої при застосуванні розрахункових норм мінеральних добрив. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2013. № 3(63). С. 127–135.

19. ISO 10381-2. Якість ґрунту. Відбір зразків. Ч. 2 : Настанови щодо методів відбору зразків. Київ, 2002. 15 с.

20. ДСТУ 4115-2002. ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору за модифікованим методом Чирікова. Національний стандарт України. Київ, 2002. 15 с.

#### REFERENCES:

1. Gamayunova, V.V., & Dvoretzkyi, V.F. (2016). Pdivyshchennia produktyvnosti yarykh zernovykh kultur shliakhom optymizatsii zhyvlennia roslin v umovakh Stepu Ukrainy [Increasing the productivity of spring cereals by optimizing plant nutrition in the steppe of Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroecologichnoho universytetu – Bulletin of Zhytomyr Agroecological University, 1 (1), 74–80* [in Ukrainian].
2. Yahodyn, B.A., & Zhukov, Yu.P. (2002). *Ahrokhymyya [Agrochemistry]*. Moscow: Kolos [in Russian].
3. Rice, R. (2007). The physiological role of minerals in the plant. In: *Mineral nutrition and plant disease*. Ed. Datnoff et al. APS, Minnesota, USA [in English].
4. Gaj, R. (2010). Influence of different potassium fertilization level on the winter wheat nutritional status and on the yields in critical growth stage. *J. Elementol.*, 15 (2): 269–277 [in English].
5. Karabutov, A.P., & Uvarov, H.Y. (2015). Vlyyanye élementov ahrotekhnolohyy na kalyu rezhym pochvy v dlytel'nykh opytakh [The influence of elements of agricultural technology on the potash regime of the soil in long-term experiments]. *Eststvennyye nauky – Natural Sciences, 3 (200), 30, 125–132* [in Russian].
6. Tsap, O.A., & Demchysyn, A.M. (2017). Sezonna dynamika obminnoho kaliyu u dernovo-karbonatnomu seredn'osuhlinkovomu hrunti [Seasonal dynamics of exchangeable potassium in sod-carbonate medium loamy

soil] URL: <http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-Lvivskogo-Nats-agrar-univer/Agr/2009/files/09toxcls.pdf> [in Russian].

7. Antal, T.V., Harbar, L.A., Maleonchuk, O.V., Korpan, A.S., & Tretyak, D.A. (2016). Pol'ova skhozhist' ta urozhaynist' pshenytsi tverdoyi yaroyi ta m'yakoyi pry zastosuvanni mineral'nykh dobryv v umovakh Lisostepu Ukrayiny [Field germination and yield of durum spring and soft wheat when applying mineral fertilizers in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 36–39 [in Ukrainian].

8. Tyutyunov, S.Y. et al. (2014). Vlyyanye dlytel'noho pryomenenyya udobrenny na dynamyke kalyya v chernozyeme typychnom [Influence of long-term application of fertilizers on the dynamics of potassium in typical chernozem]. *Zemledelye – Agriculture*, 8, 18–20 [in Russian].

9. Simonson, M., Andersson, S., Khiller, S., Mattsson, L. (2007). Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material. *Geoderma*, 188–198 [in English].

10. Tonkha, O., Bikova, O., Pikovs'ka O., Fedosiy, I., Men'shov, O., Shepel', A. (2020). Vmist kremniyu, fizychni ta khimichni vlastyivosti hruntiv Khmel'nyts'koyi oblasti Ukrayiny [Silicon content, physical and chemical properties of soils of Khmelnytsky region of Ukraine]. *Visnyk Kyivskoho Natsional'noho universytetu im. T. Shevchenka – Bulletin of Kyiv National University. T. Shevchenko*, 3 (90), 85–91 [in Ukrainian].

11. Shevnikov, D.M. (2012). Vplyv mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym ґрунту za vyroshchuvannya pshenytsi tverdoyi yaroi [Effect of mineral fertilizers on the nutrient regime of soil for the cultivation of hard wheat wheat]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 203–206 [in Ukrainian].

12. Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O., Makarchuk O., Demydov O. Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the VM Remeslo myronivka institute of wheat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 1001–1007 [in English].

13. Nebytov, V.H., & Kolomeychenko, V.V. (2005). Urozhaynist' zernovykh u zalezhnosti vid pohodnykh umov ta zruchnosti [Grain yield depending on weather conditions and fertilization]. *Zemledelye – Agriculture*, 2, 24–25 [in Russian].

14. Sun, H., Zhang, X., Chen, S. et al. (2007). Effects of harvest and sowing time on the performance of the rotation of winter wheat–summer maize in the North China Plain. *Ind Crop Prod*, 25, 239–24 [in English].

15. BBCH-shkala. Vikipediya [BBCH-scale. Wikipedia]. URL: [ru.qaz.wiki](http://ru.qaz.wiki).

16. Fotyma, E. (2005). Fotyma E. Interaction of potassium and nitrogen in fertilization of arable crops. *Fertilizers and Fertilization*, 3: 319–327 [in English].

17. Lykhochvor, V.V. (2004). Ahrobiolohichni osnovi formuvannya vrozhayu ozymoyi pshenytsi v umovakh zakhidnoho Licoctepu Ukrayiny [Agrobiological bases of winter wheat yield formation in the conditions of the western steppe of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis. L'viv* [in Ukrainian].

18. Tkachuk, C.O. (2013). Vyvchennya reaktsiyi cortiv pshenytsi ozymoyi pry zactocuvanni rozrakhunkovykh norm

mineral'nykh dobryv [Study of the reaction of winter wheat cultivars in the calculation of calculated norms of mineral fertilizers]. *Vicnik Natsional'noho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokoryctuvannya – Source of the National University of Water Management and Nature Management*, 3 (63), 127–135 [in Ukrainian].

19. ISO 10381-2 (2002). Yakist' ґрунту. Vidbir zrazkiv. Chastyna 2: Nastanovy shchodo metodiv vidboru zrazkiv [Soil quality. Sampling. Part 2: Guidance on sampling methods]. Kyiv [in Ukrainian].

20. DSTU 4115-2002. (2002). Grunty. Vyznachennya rukhomykh spoluk fosforu za modyfikovanyim metodom Chyrikova. Natsional'nyy standart Ukrayiny [Soils. Determination of mobile phosphorus compounds by the modified Chirikov method. National standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].

**Тонха О.Л., Сичевський С.О., Кравченко Ю.С., Коваленко В.П. Сезонна динаміка рухомого калію за вирощування пшениці озимої і різної забезпеченості чорнозему опідзоленого елементами живлення**

**Мета** – дослідити сезонну динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому протягом вегетаційного періоду пшениці озимої. **Результати.** У статті наведено результати досліджень щодо впливу просторової неоднорідності, різних рівнів забезпеченості чорнозему опідзоленого фосфором і калієм на сезонну динаміку рухомого калію на тлі різних фаз онтогенезу та рівнів урожайності озимої пшениці. Дослідження проводились на дослідних полях Товариства з обмеженою відповідальністю «Лотівка Еліт» Шепетівського району Хмельницької області. Під час фенологічних спостережень застосовували шкалу Задокса – BBCH (“В” – Biologische, “В” – Bundesanstalt, Bundessortenamt, “CH” – emische Industrie). Одержані дані статистично аналізували за такими показниками, як: число спостережень (n); середнє значення ( $X_{av}$ ); стандартне відхилення (S); коефіцієнт варіації ( $C_v$ ); абсолютна помилка середнього ( $SX_{av}$ ).

Дослідження виявили істотні сезонні зміни динаміки рухомих форм калію в орному шарі чорнозему опідзоленого. На тлі середнього рівня забезпеченості ґрунту рухомими фосфором і калієм (PcKc) уміст рухомого калію зростав до стадії BBCH 30, знижувався у фазу трубкування, підвищувався у фазу колосіння та знову зменшився у період цвітіння рослини. Натомість за іншого рівня забезпеченості ґрунту поживними елементами (PnKc, RdnKc, Pckp, Pckn) найвищі показники було отримано за стадії BBCH 60, тобто у фазу цвітіння. Урожай пшениці озимої на тлі дуже низького і низького рівнів забезпеченості рухомими  $P_2O_5$  і  $K_2O$  зменшився на 30 та 8–11%, але збільшився на 34% – за підвищеного рівня порівняно із середнім рівнем. Найвища врожайність пшениці озимої отримана за підвищеної (9,1 тонн на гектар), а найменша за низької (6,4 тонн на гектар) забезпеченості ґрунту рухомим калієм. За середнього рівня забезпеченості ґрунту рухомим калієм урожайність пшениці озимої змінювалась несуттєво і становила  $7,69 \pm 0,6$  тонн на гектар.

**Ключові слова:** рухомий калій, пшениця озима, чорнозем, урожайність.

**Tonkha O.L., Sychevskyi S.O., Kravchenko Yu.S., Kovalenko V.P. Seasonal dynamics of mobile potassium under winter wheat growing and various nutrients supplying of podzolized chernozem**

The **purpose** of the research is to study the seasonal dynamics of mobile potassium in chernozem podzolic during the growing season of winter wheat. **Results.** The article findings present the seasonal dynamics of mobile potassium during different phases of ontogenesis and under different levels of winter wheat yields depending on: spatial heterogeneity, different phosphorus and potassium content in podzolized chernozem. The research was carried out on the experimental plots of the LLC "Lotivka Elite" in the Shepetivsky district of the Khmelnytsky region. There was used the BBCH-scale ("B" – Biologische, "B" – Bundesanstalt, Bundessortenamt, "CH" – emische Industrie) during phenological observations. The received data were statistically analyzed by such indexes as: the number of observations (n) the mean ( $X_{av}$ ) the standard deviation (S) the coefficient of variation (Cv) the absolute error of the mean ( $SX_{av}$ ).

The studies have demonstrated significant dynamic seasonal changes of the mobile potassium in an arable layer of podzolized chernozem. A mobile potassium content has increased at the BBCH 30 stage, decreased – by booting, increased – by stem extension, and again decreased – by flowering stage on the background of the medium level of mobile phosphorus and potassium (PcKc). At the same time, under different nutrient level (PнKс, PднKс, PсKп, PсKн) high rates of a mobile potassium were obtained at the BBCH 60 stage, that is, in the flowering phase. The winter wheat yield has decreased by 30 and 8–11% – at very low and low levels, but increased by 34% – at increased levels of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O content. The highest winter wheat yield was obtained on the background of increased content of mobile potassium – 9,1 t/ha, while under the lowest content – it was only 6,4 t/ha. With an average of a mobile potassium content, the winter wheat yield has changed insignificantly and counted  $7,69 \pm 0,6$  t/ha.

**Key words:** mobile potassium, winter wheat, chernozem, productivity.