

УДК 631.412:416.4

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.44>

## АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ НА КАЛІЙНИЙ ФОНД ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО

**Нікітіна О.В.** – к.с.-г.н.,

Уманський національний університет садівництва

**Василенко О.В.** – к.с.-г.н., доцент,

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень впливу тривалого застосування різних систем удобрення та різних доз добрив на зміну у структурі калійного фонду чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України. Досліджено зміну різних форм калію залежно від удобрення та за профілем ґрунту. Проаналізовано залежності легкокорозчинних форм калію від рухомих та рухомих від необмінно-гідролізованих сполук калію. З отриманих даних можна зробити висновок, що калійний фонд чорнозему опідзоленого зазнає помітних змін за тривалого систематичного внесення мінеральних і органічних добрив.

**Ключові слова:** чорнозем опідзолений, калійний фонд, сполуки калію, система удобрення, мінеральні добрива.

**Никитина О.В., Василенко О.В. Исследование агроэкологического влияния длительного применения удобрений на калийный фонд чернозема оподзоленного**

В статье приведены результаты исследований влияния длительного применения различных систем и доз удобрений на изменение в структуре калийного фонда чернозема оподзоленного Правобережной Лесостепи Украины. Исследованы изменения различных форм калия в зависимости от удобрений и по профилю почвы. Проанализированы зависимости легкорастворимых форм калия от подвижных и подвижных от необменно-гидролизованых соединений калия. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что калийный фонд чернозема оподзоленного претерпевает заметные изменения при длительном систематическом внесении минеральных и органических удобрений.

**Ключевые слова:** чернозем оподзоленный, калийный фонд, соединения калия, система удобрений, минеральные удобрения.

**Nikitina O.V., Vasylenko O.V. Investigation of the agro-ecological effect of long-term use of fertilizers on the potassium fund of podzolic chernozem**

The article presents the results of research on the influence of the prolonged use of various systems and fertilizer doses on the change of the structure of the potassium basin of podzolic chernozem Right-bank Forest-Steppe of Ukraine. Changes in various forms of potassium, dependent on fertilizers and soil profile were investigated. The dependences of readily soluble forms of potassium on moving and moving from non-exchange-hydrolyzed potassium compounds are analyzed. From the data obtained, we can conclude that the potassium fund of podzolic chernozem undergoes noticeable changes with the long systematic application of mineral and organic fertilizers.

**Key words:** podzolic chernozem, potassium fund, potassium compounds, fertilizer system, mineral fertilizers.

**Постановка проблеми.** Запаси доступного рослинам калію обмежені на всіх типах ґрунтів. Причиною погіршення забезпеченості сільськогосподарських культур калієм може бути не лише абсолютне зниження його кількості, але й послаблення здатності ґрунту підтримувати свій вихідний стан [8, с. 57].

Вивченню калійного фонду ґрунтів приділялося значно менше уваги, ніж азотного та фосфорного. Це пояснюється високими запасами калію у ґрунті. Підтримати належний калійний режим ґрунту набагато складніше, ніж, наприклад, фосфорний. Це залежить від багатьох причин. Калійні добрива у ґрунті поповнюють, поруч з обмінною, й інші форми калію. Калій у ґрунті менш рухомий, ніж азот, але рухоміший, ніж фосфор [4, с. 880].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомі численні дослідження основних чинників, що контролюють режим калійного живлення рослин, поведінку калію у ґрунті, його здатність до необмінної сорбції калію тощо [3, с. 35; 5, с. 14]. Встановлено, що у ґрунтовому профілі стан і режим калію тісно пов'язані з мінералогічним і гранулометричним складом ґрунтоутворювальних порід, їхніми фізико-хімічними властивостями.

Аналіз профільного розподілу форм калію показує, що чітко проявляється двочленна диференціація ґрунтової товщі за вмістом обмінного й особливо необмінного калію, тобто верхні генетичні горизонти збіднені ними, а нижні збагачені. На це суттєво впливає вміст глинистих мінералів (зокрема, із групи слюд і гідрослюд), які мають закономірності профільного розподілу в різних типах ґрунтів [9, с. 109].

Спеціальними дослідженнями виявлено значення різних гранулометричних фракцій ґрунтів у функціонуванні їхнього калійного режиму. Встановлено, що забезпеченість рослин калієм, режим і масштаби мобілізації ґрунтового калію залежать від ступеню участі різних пилових фракцій і мулу. Максимальна кількість внесеного у ґрунт калію фіксується в пиловій (0,002–0,05 мм) і тонкопіщаній (0,05–0,25 мм) фракціях ґрунту, де в основному зосереджений вермикуліт [7, с. 38].

Загалом можна зазначити, що наявні літературні дані зі зміни запасів калію за профілем ґрунту агроценозів досить суперечливі. Імовірно, це пов'язано з відмінностями в мінералогічному та гранулометричному складі ґрунтів, а також із варіативністю доз внесених калійних добрив, урожайності культур, вилученням нетоварної продукції з поля. Залишається дискусійним і важливим питання участі підорних шарів ґрунту в забезпеченні калієм сільськогосподарських культур. Одні вчені відводять їм ледве не визначальну роль, інші вважають їхній вклад незначним. Визначеність у цьому питанні необхідна для раціонального регулювання калійного стану орних ґрунтів [10].

За тих чи інших умов, що порушують стабільність вмісту у ґрунті форм калію, ґрунт намагається повернутися до стійкого співвідношення. Високі валові запаси дозволяють підтримувати генетичний статус ґрунту за принципом гомеостазу екосистеми трансформацією сполук цього елемента [1, с. 18].

**Постановка завдання.** Мета – встановити вплив тривалого застосування різних систем удобрення та різних доз добрив на зміну у структурі калійного фонду чорнозему опідзоленого.

Об'єктом досліджень був чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі дослідного поля Уманського національного університету садівництва. Стационарний дослід закладено в 1964 р. Основою його є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі та просторі. Застосовується органічна (гній, 9, 13,5, 18 т), мінеральна ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ) і органо-мінеральна (гній, 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; гній, 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; гній, 13,5 т +  $N_{67}P_{102}K_{54}$ ) системи удобрення. Норми добрив вказано з розрахунку на 1 га площі сівозміни.

Відбір і оброблення ґрунтових зразків проводили відповідно до ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007. Для визначення у ґрунті основних показників калійного стану зразки ґрунту відбирали після збирання врожаю конюшини в шарі 0–60 см через кожні 20 см.

У відібраних згідно із програмою досліджень зразках ґрунту проводили визначення вмісту: легкорозчинного калію – за методом Дашевського; рухомих сполук калію – за методом Чирикова (ДСТУ 4115:2002); обмінного калію – за методом Маслової (ГОСТ 26210:91); необмінно-гідролізованих сполук калію (у витяжці

2 н НСІ); слабозв'язаних сполук за різницею між обмінними та легкорозчинними формами, жорсткозв'язаних сполук – за різницею між необмінно-гідролізованими й обмінними формами; валового калію – за ДСТУ 4290:2004.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Тривале систематичне застосування органічних і мінеральних добрив як окремо, так і сумісно, упродовж п'яти ротаций сівозміни сприяло збільшенню вмісту всіх форм калію у ґрунті (табл. 1). У варіанті без добрив та у варіантах першого рівня досліджуваних систем удобрення було найнижче співвідношення всіх форм калію до його валового вмісту.

Таблиця 1

**Вміст різних форм калію у ґрунті після тривалого (1965–2018 рр.) застосування добрив у польовій сівозміні, %**

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Форма калію					
		легкорозчинна	рухома	обмінна	Необмінно-гідролізована	слабозв'язана	жорсткозв'язана
1	2	3	4	5	6	7	8
Без добрив (контроль)	0–20	0,08	0,44	0,61	11,70	0,52	11,04
	20–40	0,07	0,37	0,50	11,04	0,42	10,46
	40–60	0,07	0,32	0,45	10,38	0,38	9,88
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	0–20	0,09	0,51	0,71	12,28	0,61	11,54
	20–40	0,07	0,45	0,56	11,45	0,47	10,87
	40–60	0,07	0,34	0,46	10,79	0,39	10,29
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0–20	0,12	0,58	0,79	12,78	0,66	12,04
	20–40	0,09	0,43	0,60	12,12	0,51	11,54
	40–60	0,07	0,35	0,48	10,87	0,42	10,38
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	0–20	0,18	0,63	0,87	13,53	0,70	12,62
	20–40	0,14	0,48	0,67	12,53	0,53	11,87
	40–60	0,08	0,37	0,51	11,29	0,42	10,79
Гній, 9 т	0–20	0,10	0,43	0,60	12,12	0,50	11,45
	20–40	0,08	0,42	0,56	11,37	0,47	10,87
	40–60	0,07	0,33	0,46	10,54	0,39	10,04
Гній, 13,5 т	0–20	0,12	0,50	0,70	12,37	0,58	11,70
	20–40	0,10	0,47	0,60	11,70	0,50	11,12
	40–60	0,07	0,33	0,43	10,71	0,40	10,29
Гній, 18 т	0–20	0,15	0,57	0,81	12,87	0,66	12,12
	20–40	0,12	0,49	0,61	12,12	0,49	11,45
	40–60	0,07	0,34	0,47	10,79	0,41	10,29

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Гній, 4,5 т + N <sub>22</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	0–20	0,10	0,52	0,74	12,20	0,64	11,45
	20–40	0,08	0,43	0,60	11,54	0,51	10,96
	40–60	0,07	0,32	0,46	10,54	0,38	10,04
Гній, 9 т + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	0–20	0,14	0,56	0,77	12,78	0,64	12,04
	20–40	0,10	0,47	0,66	11,95	0,57	11,29
	40–60	0,07	0,32	0,46	10,96	0,38	10,46
Гній, 13,5 т + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>	0–20	0,19	0,63	0,90	13,61	0,70	12,70
	20–40	0,16	0,51	0,71	12,37	0,55	11,70
	40–60	0,08	0,33	0,47	11,04	0,39	10,54

У разі внесення в чорнозем опідзолений добрив суттєво зростає частка легко-розчинних сполук калію щодо рухомої форми цього елемента (рис. 1).

Калійні добрива у ґрунті піддаються різноманітним перетворенням, у результаті яких утворюються сполуки, що мають різний ступінь засвоюваності для рослин. Рухомі сполуки калію вважаються показовими для характеристики впливу тривалого застосування добрив на калійний фонд ґрунту, є підсумком складної взаємодії добрив, ґрунту і рослин, а не просто результатом фізико-хімічних реакцій між ґрунтом і добривами. За надлишкового внесення калійних добрив їх трансформація може проходити у протилежному напрямі [2, с. 22].

За внесення калійних добрив поповнення запасів доступного рослинам калію відбувається легкорозчинними його сполуками і міцнофіксованим калієм. Зі збільшенням дози добрив кількість міцнофіксованого калію не змінюється. Основним чинником, що зумовлює накопичення калію у ґрунті за систематичного застосування добрив, є доза калію, внесеного з добривами [6, с. 41].

Особливо чітко проявляється ця тенденція у варіантах із потрійними дозами добрив, де частка легкорозчинних форм калію від рухомих в орному шарі становила 25,5–30,5%, а в підорному – 24,1–31,2%, що в середньому перевищує показники в контрольному варіанті на 8,5%. За внесення одинарних доз мінеральних добрив за мінеральної й органо-мінеральної системи удобрення виявлено зниження частки легкорозчинних форм калію щодо рухомих.

Це можна пояснити тим, що калій у складі мінеральних добрив міститься в легкорозчинній формі і засвоюється рослинами одразу ж, що, у свою чергу підвищує врожайність сільськогосподарських культур та винесення ними калію, але цієї дози недостатньо для підвищення вмісту легкорозчинної форми калію у ґрунті. Калій, що міститься у гної, перебуває у складі органічних речовин, які важче переходять у ґрунтовий розчин, тому рослини в таких умовах використовують інші форми калійних сполук чорнозему опідзоленого.

Аналіз частки рухомих сполук калію від необмінно-гідролізованих (рис. 2) вказує на те, що за внесення добрив у ґрунт відбувається поповнення як доступних для рослин форм калію, так і необмінних форм.

Частка рухомих форм калію щодо необмінно-гідролізованої форми в чорноземі опідзоленому за всіх систем удобрення залежно від шару ґрунту становила від 3 до 5%. Униз за профілем ґрунту ця частка знижувалася. Очевидно, це зумовлено появою карбонатів, високим вмістом калію в материнській породі та більшою фіксацією калію ґрунтом.

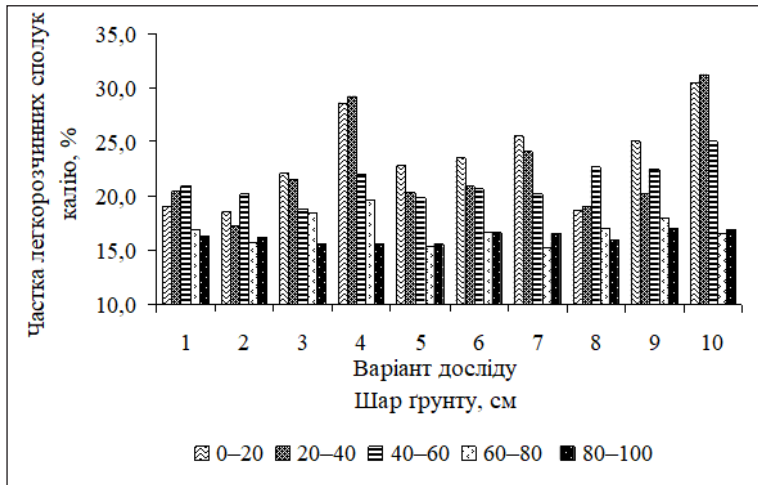


Рис. 1. Частка легкорозчинних від рухомих сполук калію у ґрунті після тривалого (1965–2018 рр.) застосування добрив у польовій сівозміні: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 3)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 4)  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ; 5) гній, 9 т; 6) гній, 13,5 т; 7) гній, 18 т; 8) гній, 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; 9) гній, 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; 10) гній, 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$

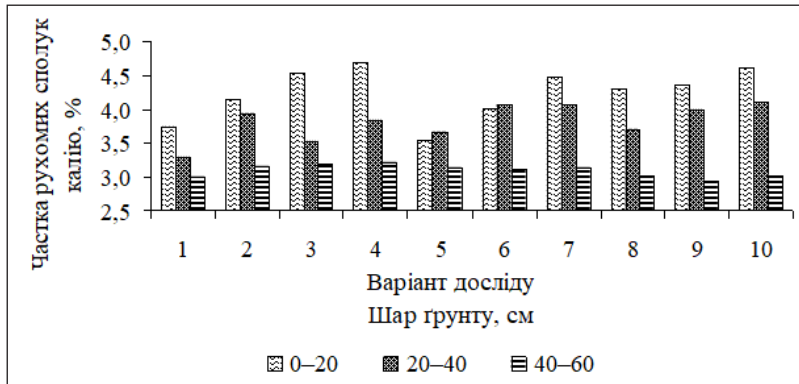


Рис. 2 Частка рухомих від необмінно-гідролізованих сполук калію у ґрунті після тривалого (1965–2018 рр.) застосування добрив у польовій сівозміні: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 3)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 4)  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ; 5) гній, 9 т; 6) гній, 13,5 т; 7) гній, 18 т; 8) гній, 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; 9) гній, 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; 10) гній, 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$

**Висновки.** З отриманих даних можна зробити висновок, що калійний фонд чорнозему опідзоленого зазнає помітних змін за тривалого систематичного внесення мінеральних і органічних добрив. Застосування добрив зумовлює створення стійкої рівноваги процесів обміну калію між доступними та необмінними формами у ґрунті. У разі вирощування сільськогосподарських культур без застосування калійних добрив може суттєво знижуватися їх урожай. Тому внесення калійних добрив є обов'язковою складовою частиною раціонального природокористування і збереження родючості ґрунту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Влияние длительного применения удобрений на динамику калия в черноземе типичном / С.И. Тютюнов и др. *Земледелие*. 2014. № 8. С. 18–20.
2. Господаренко Г.М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук: 06.01.04. Київ, 2001. 39 с.
3. Дмитрук Ю.М., Вархол О.В., Гамак Н.Д. Залежність вмісту форм калію від вологості зразків ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 4. С. 33–35.
4. Калийное состояние дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при окультуривании и под залежью / А.В. Литвинович и др. *Почвоведение*. 2006. № 7. С. 876–882.
5. Лисовал А.П. Калий в почве Киев : Украинская сельхоз. академия, 1986. 18 с.
6. Носко Б.С., Прокошев В.В. Калійні добрива в землеробстві України. Москва : Міжнародний інститут калію, 1999. 55 с.
7. Носов В.В. Применение калийных удобрений в развитых странах Европы и Америки. *Агрохимия*. 2013. № 2. С. 37–41.
8. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. Москва : Ледум, 2000. 185 с.
9. Турчина К.П. Ступінь рухомості калію та калійний потенціал дерново-глеєвих карбонатних ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства*. 2012. Вип. 2 (58). С. 107–113.
10. Якименко В.Н. Изменение содержания форм калия по профилю почвы при различном калийном балансе в агроценозах. *Агрохимия*. 2007. № 3. С. 5–11.