

UDK 631.82

V. I. Filon, S. I. Prikazyk, C. O. Prudnikova, T. S. Degoduk*Kharkov National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev,
Kharkiv, Ukraine***ASSESSMENT OF FERTILIZE THE SOIL**

The necessity of using the indicator, which characterizes the state of fertilizing the soil. Briefly outlined the nature and procedure of determining potassium of soils by buffering Bekett. The values – ΔK ; PBC^k for the main types of soil Ukraine. Shown change these values when making manure and fertilizers. It is concluded that the soils buffering Bekett is nothing like a change in the activity of potassium ions (ΔK) when making the soil a certain dose of KCl. This allows you to exclude certain transactions in the analysis. The main part of the authors reveal the essence of simplified methods for determining ammonium buffering and potassium soils. Based on experimental research in the field of long experiments proposed to use this figure to estimate state of soil fertilization. "The latter describes the" saturation" HWC nutrients and reflects the intensity of fertilizer in previous years.

By its nature, the proposed figure – a "state of soil fertilization" is not nothing but a simplified version potassium and ammonium buffering ground ($-\Delta K^+$); ($-\Delta NH_4^+$). The dimension of the index is expressed in $mh.ekv / 100 g$. Using it enables agrochemical analysis of soil in its natural state without chemical degradation. Designed at the Department of Agricultural Chemistry KhNAU named after V.V. Dokuchaev device for direct determination of ($-\Delta K^+$; $-\Delta NH_4^+$) is ionometry equipped with electrodes and prohraduyovanyy units $-\Delta K^+$ and $-\Delta NH_4^+$.

The experimental data allow us to go to direct measurement buffering regarding soil nutrients, and thus "the state of soil fertilization".

Keywords: *state fertilized soil, buffering soil ion.*

УДК 631.82

В. И. Филон, С. И. Приказюк, С. А. Прудникова, Т. С. Дегодюк*Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева,
г. Харьков, Украина***ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УДОБРЕННОСТИ ПОЧВ**

Обоснована необходимость использования показателя, который характеризует состояние удобрённости почв. Кратко изложены суть и порядок определения калийной буферности почв по Bekett. Приведены значения – ΔK ; PBC^k для основных типов почв Украины. Показано изменение указанных величин при внесении навоза и минеральных удобрений. Сделан вывод о том, что буферность почв по Bekett есть ни что иное как изменение активности ионов калия (ΔK) при внесении в

почву определенной дозы KCl. Это позволяет исключить отдельные операции при проведении анализа. В основной части работы авторы раскрывают суть упрощенной методики определения аммонийной и калийной буферности почв. На основании экспериментальных исследований в длительных полевых опытах предложено использовать этот показатель для оценки «состояния удобренности почв». Последний характеризует «насыщенность» почвенного поглощающего комплекса питательными элементами и отражает интенсивность внесения удобрений в предыдущие годы.

Ключевые слова: активность ионов, буферность почв, «состояние удобренности почв».

УДК 631. 82

В. І. Філон, С. І. Приказюк, С. О. Пруднікова, Т. С. Дегодюк

*Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва,
м. Харків, Україна*

ОЦІНКА СТАНУ УДОБРЕННЯ ҐРУНТІВ

Обґрунтовано необхідність використання показника, який характеризує стан удобрення ґрунтів. Коротко викладено суть і порядок визначення калійної буферності ґрунтів за Bekett. Наведені значення – ΔК; РВС^К для основних типів ґрунтів України. Показано зміну зазначених величин за умов внесення гною і мінеральних добрив. Зроблено висновок про те, що буферність ґрунтів за Bekett є не що інше як зміна активності іонів калію (ΔК) за умов внесення в ґрунт певної дози KCl. Це дозволяє вилучити окремі операції під час проведення аналізу. В основній частині роботи автори розкривають суть спрощеної методики визначення амонійної і калійної буферності ґрунтів. На підставі експериментальних досліджень у тривалих польових дослідках запропоновано використовувати цей показник для оцінки «стану удобрення ґрунтів». Останній характеризує «насиченість» ґрунтового вбирного комплексу поживними елементами й відображає інтенсивність внесення добрив у попередні роки.

Ключові слова: активність іонів, буферність ґрунтів, «стан удобрення ґрунтів».

Вступ. Фактично в усіх розвинених країнах світу існують закони, що регламентують використання ґрунтів. Не є винятком і Україна, де панують найродючіші у світі ґрунти – чорноземи (Про охорону земель, 2003; Про збереження ґрунтів, 2015). Останні займають близько 27,8 млн га. У зв'язку з цим головним завданням українських аграріїв є збереження родючості ґрунтів, причому не тільки шляхом упровадження відповідних агрозаходів, але й здійсненню постійного контролю за їх виконанням. В умовах високих цін на агрохімікати особливу увагу слід приділяти дотриманню норм і доз внесення

добрив. Виникають питання: яким чином можна здійснювати контроль за попереднім внесенням добрив? Як перевірити статистичні дані за формою 9-б-сг?

На сьогодні напрацьовано чимало методів такого контролю, наприклад, шляхом визначення низки агрохімічних показників або складання балансу НРК. Така процедура є складною, крім того, агрохімічні нормативи, що при цьому використовуються, є застарілими (коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту і добрив, бонітети ґрунтів, винос НРК на 1 ц урожаю). У кінцевому рахунку отримуємо дещо сумнівні показники, непридатні для використання у виробництві. Досить швидким методом оцінки стану удобрення полів є визначення електропровідності ґрунту (Ясиновський В., 2012). Проте підвищення останньої не завжди ввідзеркалює зростання вмісту у ґрунті поживних речовин. Так, підвищення електропровідності може відбутися за рахунок підйому мінералізованих вод, надходження солей з поливними водами при зрошенні і т. ін. Крім того, у ґрунтах з високою буферністю внесення мінеральних добрив не призводить до помітного зростання концентрації ґрунтового розчину за винятком осередків розміщення добрив. Ураховуючи важливість і невирішеність проблеми, на початку 90-х років запровадили такий показник, як «стан удобрення ґрунтів». Доцільність його не викликає сумніву. Ще задовго до його виникнення землероби інтуїтивно використовували цей показник під дещо іншою назвою: «унавоженные», «хорошо удобренные почвы», розуміючи при цьому збагачення ГВК поживними елементами. Сучасне підґрунтя цього показника базується на хімічній термодинаміці, а точніше на визначенні буферності ґрунтів стосовно поживних елементів. Експериментальні дослідження останніх років (Філон В. І., 2011) указують на те, що обмін між ГВК і ґрунтовым розчином відбувається у першу чергу між спорідненими катіонами. Звідси існування калійно-амонійного зв'язку (Філон В. І., 1998; 2001; 2002; 2008а; 2008б) й можливість спрощеного визначення калійної і амонійної буферності ґрунтів. Якщо обмін відбувається перш за все між спорідненими іонами, то заняття «вакантних» місць для поглинання катіонів амонію веде до того, що з кожним наступним внесенням амонійних форм мінеральних добрив активність іонів амонію буде досить різко зростати. Точно так само в занятті у ГВК вакантних місць для поглинання калію, з кожним наступним внесенням калійних добрив усе вагомніше буде зростати активність іонів калію.

Перш ніж почати до аналіз літературних і експериментальних даних з потенційної буферності ґрунтів стосовно поживних елементів, коротко нагадаємо суть і визначення останньої на прикладі калійної буферності ґрунту за (Beckett, 1964a).

До серії наважок, що відповідають 5 г сухого ґрунту, приливають по 50 мл 0,002 М розчину CaCl_2 , який містить 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 і 1,0 мг-екв/л KCl . Суспензію збовтують 30 хв і фільтрують. У фільтраті визначають калій на

полуменевому фотометрі, активність іонів калію і кальцію за допомогою іонселективних електродів. Далі для кожного розчину знаходять значення $\pm \Delta K$ і AR . Величину $\pm \Delta K$ знаходять за формулою: $\pm \Delta K = K_{\text{вихід.}} - K_{\text{рівн.}}$, де $\pm \Delta K$ – зміни вмісту калію в розчинах після взаємодії їх із ґрунтом; $K_{\text{вихід.}}$ – вихідний вміст калію у розчинах; $K_{\text{рівн.}}$ – уміст калію в рівноважних розчинах після взаємодії їх із ґрунтом, мг-екв/л. Величину AR визначають для кожного рівноважного розчину за формулою:

$$AR = \frac{aK}{\sqrt{aCa^{2+}}},$$

де aK – активність іонів калію в рівноважному розчині, мг-екв/л; aCa^{2+} – активність іонів кальцію в рівноважному розчині, мг-екв/л.

За значеннями $\pm \Delta K$ і AR будують графік, де по осі x відкладають значення AR , по осі y – значення $\pm \Delta K$. Ізотерма абсорбції калію має вигляд кривої AB , прямої у верхній і зогнутої в нижній частині (рис. 1).

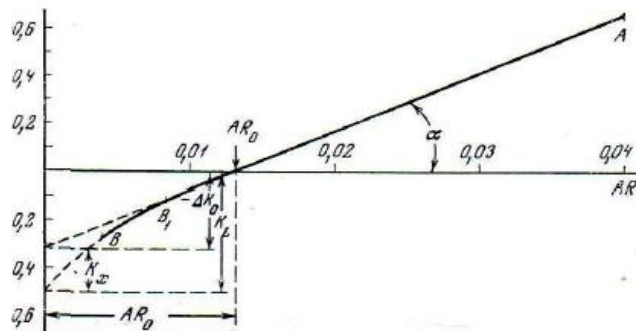


Рис.1. Ізотерма катіонного обміну за Beckett, 1964a

Екстраполяція кривої AB на вісь Y дає величину легкодоступного калію (ΔK_0). Точка перетину кривої AB з віссю X (AR_0) вказує на таке співвідношення активності іонів калію до кореня квадратного з активності іонів кальцію, при якому ґрунт не віддає і не приймає катіони калію. Відношення $-\Delta K$ до AR_0 ; і є PBC^K . Оскільки у чорноземах величина aCa^{2+} є стабільною, то калійна буферність ґрунту вказує на те, як змінюється aK в результаті внесення певної дози KCl . Проаналізуємо літературні дані з поведінки іонів калію на різноудобрених фонах (Грінченко Т. О., 1982).

1. Потенційна калійна буферна здатність основних типів ґрунтів УРСР (Грінченко Т. О., 1982)

Ґрунт, область	$-\Delta K$, мг-екв/100 г	$AR_0 \cdot 10^{-3}$	PBC^K
Дерново-підзолистий піщаний ґрунт, Сумська обл.	0,065	13,29	4,9
Дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, Рівненська обл.	0,079	13,16	6,0
Дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, Житомирська обл.			
Без добрив	0,094	10,63	8,9
NPK	0,145	33,39	4,3
Гній	0,084	7,45	11,3
Дерново-опідзолений середньосуглинковий, Закарпатська обл.			
Без добрив	0,152	3,47	43,8
NPK	0,266	8,47	31,4

Дані табл. 1 свідчать, що в результаті взаємодії з розчином КСІ дерново-підзолистий піщаний ґрунт віддає в розчин 0,065 мг·екв/100г калію, супіщаний ґрунт – 0,079 мг·екв/100г. На варіанті без добрив –ΔК дорівнює 0,094 мг·екв, на варіанті з внесенням НРК кількість обмінних позицій для іонів калію зменшується. При цьому показник –ΔК різко зростає. Внесення гною сприяє зростанню ємності катіонного обміну, звичайно, що показник –ΔК при цьому знижується до 0,084 мг·екв/100г ґрунту. Аналогічна картина спостерігається і на дерново-опідзолених середньосуглинкових ґрунтах Закарпатської області. На варіанті без добрив –ΔК дорівнював 0,152 мг·екв, на варіанті з внесенням НРК цей показник зростав майже вдвічі (0,226 мг·екв). Відповідно до викладеного РВС^К на удобрених НРК варіантах знижувалася. Причиною вказаного явища є заняття у ГВК місць для поглинання іонів калію. Тож стає зрозумілим, що додавання до неудобрених ґрунтів КСІ не призводить до різкого зростання концентрації (активності) іонів калію в рівноважному розчині і, навпаки, внесення КСІ на удобрених ґрунтах призводить до різкого зростання концентрації калію в рівноважному розчині. Отже, вимірювання активності іонів калію до і після внесення КСІ дозволяє судити про калійну буферність ґрунту і про стан попереднього його удобрення. Тепер повернемося до власних досліджень.

Результати експериментальних досліджень. Перевірку вказаних положень здійснювали у виробничих умовах, а також у тривалих стаціонарних дослідах ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ, ННЦ «Інститут землеробства НААН». Наведемо результати досліджень у досліді Інституту землеробства НААН.

Ґрунтові зразки для проведення досліджень надано відділом агрохімії. Тривалий дослід з добривами закладено в ДПДГ «Чабани». Тип ґрунту: сірий лісовий пилувато-легко-суглинковий на лесовидному суглинку. Гній внесено під кукурудзу в 2014 р.

Методика лабораторних досліджень полягала у додаванні до ґрунтових зразків, що відібрані по варіантах дослідження гектарної дози добрив (120 кг д.р.).

2. Активність іонів NH_4^+ , $\text{мМоль}\cdot\text{л}^{-1}$

Варіант	pNH_4^+	$a_{\text{NH}_4^+}$	pNH_4^+	$a_{\text{NH}_4^+}$	$\Delta a_{\text{NH}_4^+}$
	до внесення NH_4Cl		після внесення NH_4Cl		
Без добрив (контроль)	4,00	0,10	3,45	0,36	0,26
60 т/га післядія гною	4,00	0,10	3,58	0,26	0,16
$\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$	4,23	0,06	3,12	0,82	0,76
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	4,14	0,07	2,98	0,99	0,92
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	3,83	0,14	2,84	1,51	1,37
НР_{05}		0,02		0,41	

Результати досліджень засвідчили, що активність амонію на контрольному варіанті становила 0,10 мМоль·л⁻¹. Після внесення гектарної дози добрив (120 кг д.р.) активність іонів амонію зросла до 0,36 мМоль·л⁻¹. На варіанті з внесенням N₃₀P₃₀K₃₀ активність указанного іону становила 0,06 мМоль·л⁻¹, що дещо нижче, ніж на контролі. Причиною вказаного явища є досить низька доза внесених добрив. Як правило, середні дози добрив становлять одну десятитисячну частину від маси орного шару ґрунту. Після внесення гектарної дози добрив активність іонів амонію зросла до 0,82 мМоль·л⁻¹, а $\Delta a_{\text{NH}_4^+}$ до 0,76 мМоль·л⁻¹. Пропорційне зростання дози внесених добрив від 30 до 90 кг д.р. кожного з елементів призвело до зростання $a_{\text{NH}_4^+}$ і $\Delta a_{\text{NH}_4^+}$. На варіанті N₉₀P₉₀K₉₀ $\Delta a_{\text{NH}_4^+}$ становила 1,37 мМоль·л⁻¹, при тому як на контролі 0,26 мМоль·л⁻¹. Внесення гною, навпаки, призводить до зниження $\Delta a_{\text{NH}_4^+}$. Це пов'язано зі зростанням умісту органічних колоїдів, що підвищують буферність ґрунту. Отже, дія мінеральних і органічних добрив є протилежною, і це слід урахувувати у висновках стосовно «Стану удобрення ґрунтів».

3. Активність іонів K⁺, мМоль·л⁻¹

Варіант	pK ⁺	a_{K^+}	pK ⁺	a_{K^+}	Δa_{K^+}
	до внесення NH ₄ Cl		після внесення NH ₄ Cl		
Без добрив (контроль)	2,69	2,02	2,62	2,41	0,39
60 т/га післядія гною	2,76	1,74	2,70	1,99	0,25
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,11	0,78	2,60	2,52	1,74
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,13	0,74	2,60	2,52	1,78
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,51	3,17	2,21	5,77	2,60
НР ₀₅		0,21		0,42	

У табл. 3 наведено активність іонів калію до та після внесення NH₄Cl. Звичайно, що хлористий амоній не містить у своєму складі калію, проте іон амонію перш за все витісняє з ГВК іони калію, що впливає на зміну їх активності у ґрунтовому розчині. Проведені іонометричні дослідження вказують на те, що внесення хлористого амонію призводить до підвищення активності іонів калію з 2,02 до 2,41 мМоль·л⁻¹. Активністю іонів калію на ділянках з внесенням 60 т/га гною становила 1,74 мМоль·л⁻¹. Внесення NH₄Cl на вказаному фоні майже не призвело до зростання Δa_{K^+} . На варіанті N₃₀P₃₀K₃₀ зміни активності іонів калію (Δa_{K^+}) становили 1,74, на варіанті N₉₀P₉₀K₉₀ – 2,60 мМоль·л⁻¹.

Додавання до ґрунтових зразків хлористого калію призвело до суттєвого зростання активності іонів калію (табл. 4). При цьому на контрольному варіанті

Δa_{K^+} становила 1,00, на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 1,49 мМоль·л⁻¹. Внесення гною зменшувало зростання a_{K^+} і підвищувало буферність ґрунту стосовно калію.

4. Активності іонів K^+ , мМоль·л⁻¹

Варіант	pK^+	a_{K^+}	pK^+	a_{K^+}	Δa_{K^+}
	до внесення КСІ		після внесення КСІ		
Без добрив (контроль)	2,69	2,02	2,33	3,02	1,00
60 т/га післядія гною	2,76	1,74	2,73	1,85	0,11
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,11	0,78	2,81	1,54	0,76
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,13	0,74	2,66	2,20	1,46
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,51	3,17	2,35	4,66	1,49
НІР ₀₅		0,21		1,29	

Отримані експериментальні дані дозволяють перейти до безпосереднього вимірювання буферності ґрунту стосовно поживних елементів, а отже, і «стану удобрення ґрунтів».

Висновки. У ході проведення експертної оцінки ґрунтів доцільно використовувати такий показник, як «Стан удобрення ґрунтів». Останній характеризує «насиченість» ГВК поживними елементами і віддзеркалює інтенсивність внесення добрив у попередні роки. За своєю природою запропонований показник – «стан удобрення ґрунтів» є не що інше, як спрощений варіант калійної і амонійної буферності ґрунту ($-\Delta K^+$); ($-\Delta NH_4^+$). Розмірність такого показника виражається у мг·екв/100 г. Використання його дає можливість проведення агрохімічного аналізу ґрунту в його природному стані без хімічної деструкції. Сконструйований на кафедрі агрохімії ХНАУ імені В. В. Докучаєва прилад для прямого визначення показника ($-\Delta K^+$; $-\Delta NH_4^+$) являє собою іонометр, укомплектований іонселективними електродами і проградуирований у одиницях $-\Delta K^+$ і $-\Delta NH_4^+$.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Про охорону земель: Закон України від 19.06.2003 р. № 39, ст. 349 [Електронний ресурс] // Офіц. сайт ВР України. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/main/962-15>.

"On Land Protection", 2003, The Law of Ukraine, 19.06.2003 № 39, p. 349 [Electronic resource], Official. site Verkhovna Rada of Ukraine, Access mode: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/main/962-15>.

Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості: Закон України від 23.01.2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lesovod.org.ua/nod1e/23459>.

"On Protection and preservation of soil fertility", The Law of Ukraine, 23.01.2015 [Electronic resource], Access: <http://www.lesovod.org.ua/node/23459>.

Ясиновський В. Землеробство, що не виснажує, а збагачує ґрунти / В. Ясиновський // Землевпорядний вісник. – 2012. – №8. – С. 27–30.

Yasunovsky V., 2012, "Agriculture is not debilitating and enriches the soil", Land Management Journal, № 8, P. 27–30.

Філон В. І. Діагностика і екологобезпечне спрямування трансформації ґрунтів при внесенні добрив: автореф. д-ра с.-г. наук / В. І. Філон. – К., 2011. – С. 31.

Filon V. I., 2011, «Diagnosis and ecologically oriented transformation in the soil making fertilizer», Author. Dr. agricultural Science, Kyiv, P. 31.

Філон В. І. Вплив різних форм добрив на активність іонів у основних типах ґрунтів / В. І. Філон // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. темат. наук. збірник. – Х., 1998. – С. 123–124. – (Спец. вип. до V з'їзду УТГА).

Filon V. I., 1998, "Effect of different fertilizer forms of the activity of ions in basic soils", Soil Science and Agricultural Chemistry, Mizhvid. themes. Science. book, Kharkiv, P. 123–124.

Філон В. І. Про існування і механізм калійно-амонійного зв'язку в ґрунтах чорноземного типу / В. І. Філон // Зб. доп. Всеукр. наук.-практ. конф. – К: Центр еколог. освіти та інформації, 2001. – С. 284.

Filon V. I., 2001, "The existence of the mechanism and potassium and ammonium communication chernozem soil type", Coll. ext. Ukrainian scientific-practical conference, Kyiv, Center for Environmental Education and Information, P. 284.

Філон В. І. Активність іонів NH_4^+ і K^+ при локальному внесенні азотних добрив / В. І. Філон // Вісник ХНАУ. – 2002. – №1. – С. 214–220.

Filon V. I., 2002, «Activity ions NH_4^+ and K^+ at local making nitrogen fertilizers», Visnuk KhNAU, № 1, P. 214–220.

Філон В. І. Теоретичні підстави для переходу на спрощене експрес-визначення калійної буферності ґрунту / В. І. Філон, Н. Є. Білецька // Вісник ХНАУ. – 2008а. – № 4. – С. 24–33.

Filon V. I., Biletska N. E., 2008, "The theoretical basis for the transition to a simplified rapid determination of soil potassium buffer capacity", Visnuk KhNAU, № 4, P. 24–33.

Філон В. І. Фізична суть аналітичних операцій при визначенні калійної буферної здатності ґрунтів за Becket / В. І. Філон // Вісник ХНАУ. – 2008б. – № 1. – С. 181–184.

Filon V. I., 2008, «The physical nature of the analytical operations when determining potassium buffer capacity of soils by Becket», Visnuk KhNAU, № 1, P. 181–184.

Beckett P.H.T., 1964, "Studies on soil potassium. Part. 1. Confirmation of the ratio law: measurement of potassium potential", J. Soil Sci., V. 15, N 1.

Гринченко Т. А. Потенциальная буферная способность основных типов почв УССР относительно калия и ускоренный метод обработки результатов ее определения / Т. А. Гринченко // Агрохимия. – 1982. – № 1. – С. 115–120.

Grinchenko T. A., 1982, "Ability major Potentsyalnaya bufernaya typical soils of USSR and potassium uskorennyu about A method for determining obrabotku results", Agrohimiya, № 1, P. 115–120.