



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.86.631.415

© 2020

## ФОРМУВАННЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ КИСЛИХ ҐРУНТІВ ЗА БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А.С. Заришняк<sup>1</sup>, В.В. Іваніна<sup>2</sup>, А.О. Сипко<sup>3</sup>, О.П. Стрілець<sup>4</sup>,  
Н.С. Зацерковна<sup>5</sup>, Г.С. Гончарук<sup>6</sup>, Л.Г. Грицишина<sup>7</sup>, М.В. Костащук<sup>8</sup>,  
Г.М. Мазур<sup>9</sup>, В.Б. Поплавський<sup>10</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

<sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>3–6, 8</sup>кандидати сільськогосподарських наук

<sup>1–5</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

<sup>6, 7</sup>Ялтушківська дослідно-селекційна станція

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
п/в Ялтушків Барського р-ну Вінницької обл., 23021, Україна

<sup>8, 9</sup>Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
п/в Уладівське Калинівського р-ну Вінницької обл., 22412, Україна

<sup>10</sup>Вінницький національний аграрний університет

вул. Сонячна, 2, м. Вінниця, 21000, Україна

e-mail: <sup>1–5</sup>suqarbeet@ukr.net, <sup>6, 7</sup>vmvdss@ukr.net, <sup>8, 9</sup>uldss1888@ukr.net

Надійшла 13.03.2020

**Мета.** Визначити закономірності впливу технологій хімічної меліорації за біологізації вирощування буряків цукрових на поживний режим сірого лісового слабокислого ґрунту та чорнозему типового вилугуваного слабокислого в умовах Правобережного і Центрального Лісостепу України. **Методи.** Здійснено фізико-хімічні та агрохімічні аналізи ґрунту і рослин, фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин. **Результати.** Найдієвішою нормою за впливом на вміст основних елементів живлення у сірому лісовому слабокислому ґрунті визначено 1,5 норми  $\text{CaCO}_3$  за Нг (9 т/га у ф. в.). При цьому досягнуто максимального вмісту лужногідролізованого азоту — до 207,3 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору — до 357,7, обмінного калію — до 198,4 мг/кг ґрунту, що відповідно на 110,8; 184,6; 41,1 мг/кг ґрунту було більше, ніж у контрольному варіанті. Ефективнішою нормою щодо впливу на вміст основних елементів живлення у чорноземі вилугуваному слабокислому встановлено 1,5 норми  $\text{CaCO}_3$  за Нг (7,5 т/га у ф. в.). Уміст лужногідролізованого азоту підвищився до 140,5 мг/кг, рухомого фосфо-

**ру — до 172,4, обмінного калію — до 106,4 мг/кг ґрунту, що порівняно з контрольним варіантом дослідів було на 28,4; 15,1 і 38,9 мг/кг ґрунту більше. Висновки. Застосування дефекату на слабокислому сірому лісовому ґрунті і чорноземі типовому вилугуваному слабокислому за біологізації вирощування буряків цукрових сприяє підвищенню мобільності і вмісту основних елементів живлення у досліджуваних ґрунтах.**

**Ключові слова:** гідролітична кислотність, меліорант, технологія, поживний режим ґрунту, азот лужногідролізований, рухомий фосфор, обмінний калій.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005-02>

Одним із важливих чинників, що відображають природну родючість ґрунту, є поживний режим. Рівень ґрунтової кислотності значною мірою впливає на рухомість поживних речовин у ґрунті: кількість одних речовин за умов підкислення ґрунту зменшується, інших — збільшується. Вапнування, змінюючи реакцію ґрунтового розчину, — потужний фактор мобілізації та іммобілізації поживних речовин у ґрунті.

Біологізація системи удобрення на кислих ґрунтах, що базується на використанні побічної продукції рослинництва як альтернативного удобрення за проведення хімічної меліорації ґрунтів, має забезпечити екологічну стабільність агроєкосистем і сприяти стабілізації поживного режиму меліорованих ґрунтів зі збереженням у них основних елементів живлення та підвищенням їх продуктивності.

Ефективне застосування меліорантів за біологізації систем удобрення є важливим заходом у відтворенні та регулюванні продуктивності, збереженні родючості кислих ґрунтів. Розв'язання цих питань у сучасному землеробстві є особливо актуальним для регіонів із кислими ґрунтами.

Попередніми дослідженнями вітчизняних і зарубіжних учених встановлено істотний вплив хімічної меліорації кислих ґрунтів і побічної продукції рослинництва на відновлення родючості та продуктивності агрохімічно деградованих ґрунтів [1–10].

Із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення та додаванням до структури сівозміни багаторічних бобових трав стабілізувався азотний фонд і сформувалася стійка закономірність зростання умісту рухомого калію у верхніх шарах чорнозему типового вилугуваного [11, 12].

Біологізація сучасного землеробства має бути спрямована на збалансований біологічний кругообіг біогенних елементів, які містять у собі всі біологічні ресурси, зокрема солому, післяжнивні залишки, сівбу післяжнивних культур [13, 14].

Останнім часом як органічні добрива в буряківництві широко застосовують солому пшениці озимої, приорюючи її залишки (4–6 т/га) після збирання комбайном. При цьому у ґрунт повертається 18–27 кг азоту, 3,0–4,5 — фосфору, 26–39 кг калію та відповідна кількість мікроелементів [15].

Установлено помітне підвищення кислотності ґрунту (на 0,1 од.) із застосуванням на добриво соломи злакових культур і зеленої маси післяжнивних сидератів. Це пов'язано з утворенням під час їх розкладання органічних кислот і дуже малої кількості нейтралізованих катіонів — амонію і кальцію, що потребує внесення хімічних меліорантів [16].

За біологізації землеробства значно поліпшуються агрофізичні, фізико-хімічні та водні властивості ґрунту. П'ятнадцятирічне застосування у зернопросапній сівозміні побічної продукції польових культур (5 т/га) та беззмінне вирощування багаторічних трав підвищували водостійкість агрегатів, фільтрацію і засвоєння вологи ґрунтом [17].

Із заорюванням на добриво соломи пшениці озимої (за даними досліджень останніх років) урожайність коренеплодів підвищується на 1,3–2,1 т/га, цукристість — 0,1–0,3%, збір цукру — на 0,14–0,22 т/га. Поєднане використання соломи та мінеральних добрив підвищує урожайність коренеплодів на 9,2–12,6 т/га, збір цукру — 1,8–2,4 т/га [18].

Система хімічної меліорації кислих ґрунтів з елементами біологізації землеробства

сприятиме стабілізації поживного режиму слабокислих ґрунтів зі зменшенням біогенного навантаження в агроєкосистемах.

**Мета досліджень** — визначити закономірності впливу технологій хімічної меліорації за біологізації вирощування буряків цукрових на поживний режим сірого лісового слабокислого ґрунту та чорнозему типового вилугуваного слабокислого в умовах Правобережного і Центрального Лісостепів України.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили в зернопросапній сівозміні упродовж 2016–2018 рр. на Ялтушківській (ЯДСС) та Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станціях (УЛДСС) Правобережного і Центрального Лісостепу України.

Ґрунт Ялтушківської ДСС — сірий лісовий слабокислий, який має такі агрохімічні показники шару 0–30 см: уміст гумусу за Тюрнімом — 1,5%, лужногідролізованого азоту за Корнфільдом — 75,0–77,6 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору ( $P_2O_5$ ) та калію ( $K_2O$ ) за Кірсановим — відповідно 127–131 і 115–123 мг/кг ґрунту,  $pH_{\text{сол}}$  — 5,5, гідролітична кислотність за Каппеном — 2,5–2,9 смоль/кг ґрунту, ступінь насичення основами — 80–83%.

Площа посівної ділянки — 100 м<sup>2</sup>, облікової — 50 м<sup>2</sup>, повторність — 4-разова. Дефекат 3-річного зберігання вносили пошарово по фоні органо-мінеральних добрив за показником гідролітичної кислотності ґрунту згідно зі схемою досліді. Дефекат містив  $CaCO_3$  — до 75%, органічних речовин — 12, азоту — 0,3–0,5, фосфору ( $P_2O_5$ ) — 0,2–0,4, калію ( $K_2O$ ) — до 0,2–0,3%.

Ґрунт Уладово-Люлинецької ДСС — чорнозем типовий вилугуваний слабокислий, який має такі агрохімічні показники шару 0–30 см: уміст гумусу за Тюрнімом — 4,1%, загального азоту — 0,28%, рухомого фосфору ( $P_2O_5$ ) та калію ( $K_2O$ ) за Чиріковим — відповідно 156–160 і 78–82 мг/кг ґрунту,  $pH_{\text{сол}}$  — 5,3, гідролітична кислотність за Каппеном — 3,9 смоль/кг ґрунту.

Площа посівної ділянки — 100 м<sup>2</sup>, облікової — 50 м<sup>2</sup>, повторність — 4-разова. Дефекат містив  $CaCO_3 + MgCO_3$  — 84,5%, органічних речовин — 13–15, азоту — 0,6–0,8,

фосфору ( $P_2O_5$ ) — 0,7–0,9, калію ( $K_2O$ ) — 0,7–1,0%. Меліорант вносили восени під дискування стерні із подальшим заорюванням по фоні органо-мінеральних добрив у дозах, розрахованих за показником гідролітичної кислотності ґрунту згідно зі схемою досліді.

Агротехніка вирощування буряків цукрових загальноприйнята для зони Лісостепу, гібрид — Ялтушківський ЧС 72.

Для фізико-хімічного та агрохімічного аналізів проведено відбір зразків ґрунту і рослин, здійснено фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин згідно з методикою досліджень рослин буряків цукрових [19].

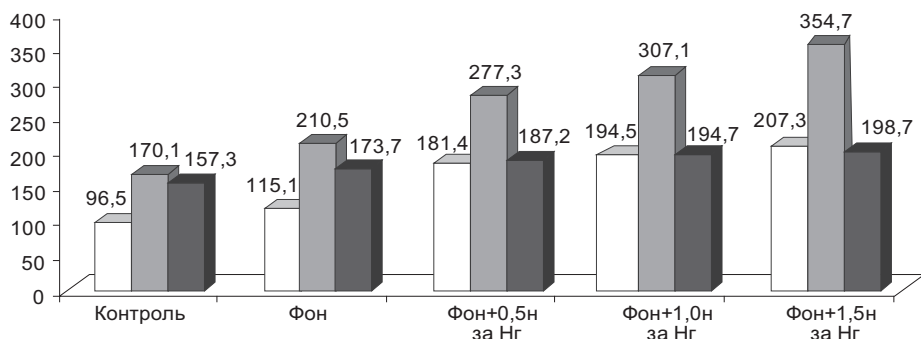
**Результати досліджень.** Одним із чинників збереження та відтворення родючості кислих ґрунтів є поліпшення їх поживного режиму при застосуванні хімічних і природних меліорантів.

Польові дослідження, проведені упродовж 2016–2018 рр. в умовах Правобережного і Центрального Лісостепу на сірому лісовому слабокислому ґрунті та чорноземі типовому слабокислому, свідчать про позитивний вплив меліоранта на вміст основних елементів живлення у досліджуваних ґрунтах.

Дослідженнями, проведеними на Ялтушківській ДСС на сірих лісових ґрунтах, визначено, що пошарове внесення дефекату за рівномірного перемішування його з орним і підорним шарами ( $1/2$  під лущення стерні восени +  $1/2$  у передпосівну культивування навесні) на фоні органо-мінеральних добрив (солома 5 т/га під лущення стерні +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  під оранку) сприяло підвищенню умісту поживних речовин у ґрунті.

Агрохімічні властивості ґрунту змінювалися залежно від навантаження одиниці сівозміної площі меліорантом. Визначено, що вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті залежав від унесених органо-мінеральних добрив і меліоранта. Якщо в контрольних варіантах досліді в середньому за роки досліджень його уміст у ґрунті становив 96,5 мг/кг ґрунту, то у фоновому — 115,1 мг/кг ґрунту (рис. 1).

За внесення меліоранта в нормах 0,5 і 1,0 за Нг (3–6 т/га у ф. в.) уміст лужногідролізованого азоту в сірому опідзоленому ґрунті був 181,4 і 194,5 мг/кг ґрунту, а за



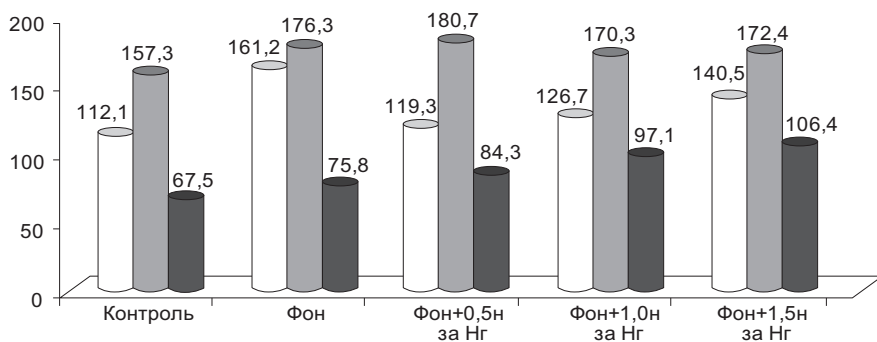
**Рис. 1.** Вплив технології пошарового внесення дефекту на вміст основних елементів живлення у сірому лісовому слабокисломому ґрунті за біологізації вирощування буряків цукрових, ЯДСС (середнє за 2016–2018 рр.), мг/кг ґрунту: □ – азот лужногідролізований, ■ – рухомий фосфор ( $P_2O_5$ ), ■ – обмінний калій ( $K_2O$ ) (для рис. 1, 2). Фон – побічна продукція (солома 5 т/га під лущення стерні) +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  (під оранку); фон + 0,5 н  $CaCO_3$  (3 т/га у ф. в.,  $\frac{1}{2}$  під лущення стерні восени +  $\frac{1}{2}$  у передпосівну культивування навесні); фон + 1,0 н  $CaCO_3$  (6 т/га у ф. в.); фон + 1,5 н  $CaCO_3$  (9 т/га у ф. в.)

внесення 1,5 норми дефекту за Нг (9 т/га у ф. в.) становив 207,3 мг/кг ґрунту, що порівняно з контрольним варіантом дослідів було більше на 110,8 мг/кг ґрунту.

Визначено вплив пошарового внесення меліоранта на фосфатний режим ґрунту. Уміст рухомого фосфору в контрольних і фонових варіантах дослідів становив 170,1 та 210,5 мг/кг ґрунту відповідно. За внесення дефекту в 0,5 і 1,0 нормах він зріс з 277,3 до 307,1 мг/кг ґрунту. Максимальне збільшення вмісту рухомого фосфору відзначено за внесення меліоранта в 1,5 норми. Він становив 354,7 мг/кг ґрунту, що порівняно з контрольним варіантом дослідів було більше на 184,6 мг/кг.

Калійний режим ґрунту також залежав від норм внесення меліоранта. Якщо в контрольних і фонових варіантах дослідів уміст обмінного калію становив 157,3 та 173,7 мг/кг ґрунту, то із застосуванням дефекту в 0,5 і 1,0 нормах він був 187,2 і 194,7 мг/кг ґрунту. Зі збільшенням норми меліоранта до 1,5 н  $CaCO_3$  за Нг уміст обмінного калію підвищився до 198,4 мг/кг, що порівняно з контрольним варіантом дослідів було більше на 41,1 мг/кг ґрунту.

В умовах Уладово-Люлинецької ДСС встановлено позитивну дію дефекту, очищеного від домішок і отриманого за новою технологією, на поживний режим слабокислого чорнозему типового вилугуваного.



**Рис. 2.** Вплив унесення дефекту під оранку на вміст основних елементів живлення у чорноземі типовому вилугуваному слабокисломому ґрунті за біологізації вирощування буряків цукрових, УЛДСС (середнє за 2016–2018 рр.), мг/кг ґрунту

За внесення меліоранта під осінню оранку в дозах, розрахованих за гідролітичною кислотністю ґрунту по фону органо-мінеральних добрив, зокрема побічна продукція (солома 5 т/га +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  під оранку), встановлено підвищення вмісту в ґрунті основних елементів живлення.

Якщо в контрольному варіанті досліді вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті становив 112,1 мг/кг ґрунту, то у фоновому — 161,2 мг/кг ґрунту (рис. 2).

Унесення меліоранта в 0,5–1,5 норми  $CaCO_3$  за Нг сприяло помітному підвищенню лужногідролізованого азоту в ґрунті, що становило 119–140,5 мг/кг ґрунту.

Слід відзначити позитивний вплив дефекату, внесеного по фону органо-мінеральних добрив, на вміст рухомого фосфору в чорноземі вилугуваному. У контрольному варіанті досліді вміст рухомого фосфору в ґрунті

становив 157,3 мг/кг ґрунту, фоновому — 176,3 мг/кг ґрунту. Використання меліоранта в 0,5 норми  $CaCO_3$  за Нг (2,5 т/га у ф. в.) сприяло підвищенню вмісту рухомого фосфору до 180,7 мг/кг ґрунту. За внесення дефекату в 1,0–1,5 норми  $CaCO_3$  за Нг (5,0–7,5 т/га у ф. в.) вміст рухомого фосфору в ґрунті був у межах 170,3–172,4 мг/кг ґрунту.

У контрольному варіанті досліді вміст обмінного калію становив 67,5, фоновому — 75,8 мг/кг ґрунту. За внесення меліоранта в 0,5 норми  $CaCO_3$  за Нг вміст обмінного калію підвищився до 84,3 мг/кг ґрунту, із застосуванням дефекату в 1,0 і 1,5 норми  $CaCO_3$  за Нг вміст обмінного калію в ґрунті зріс до 97,1 і 106,4 мг/кг ґрунту.

Отже, застосування меліоранта за біологізації вирощування буряків цукрових сприяє збереженню і підвищенню поживних речовин у досліджуваних ґрунтах.

## Висновки

За результатами досліджень, проведених у 2016–2018 рр. в умовах Правобережного і Центрального Лісостепу, встановлено, що внесення дефекату в зернопросапній сівозміні за біологізації вирощування буряків цукрових сприяє поліпшенню поживного режиму сірого лісового слабокислого ґрунту і чорнозему типового вилугуваного слабокислого.

За внесення дефекату на сірих лісових слабокислих ґрунтах за технологією шарового внесення меліоранта в 0,5 і 1,0 нормах  $CaCO_3$  за Нг (3 і 6 т/га у ф. в.) по фону органо-мінеральних добрив (солома 5 т/га під луцення стерні +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  під оранку) відзначено істотне підвищення елементів живлення у ґрунті: лужногідролізованого азоту — до 181,4 і 194,5 мг/кг; рухомого фосфору — до 277,3 і 307,1; обмінного калію — до 187,2 і 194,7 мг/кг ґрунту.

Найбільш дієвою нормою за впливом на вміст основних елементів живлення у сірому лісовому слабокислому ґрунті є 1,5 норми  $CaCO_3$  за Нг (9 т/га у ф. в.). При цьому досягнуто максимального вмісту лужногідролізованого азоту —

до 207,3 мг/кг, рухомого фосфору — до 357,7, обмінного калію — до 198,4 мг/кг ґрунту, що відповідно на 110,8; 184,6 і 41,1 мг/кг ґрунту було більше порівняно з контрольним варіантом.

Застосування дефекату на чорноземі типовому вилугуваному слабокислому під оранку по фону органо-мінеральних добрив (солома 5 т/га +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  під оранку) в 0,5 і 1,0 нормах  $CaCO_3$  за Нг (2,5 і 5,0 т/га у ф. в.) по фону органо-мінеральних добрив (солома 5 т/га +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  під оранку) значно сприяло збільшенню елементів живлення в ґрунті: лужногідролізованого азоту — до 119,3 і 126,7 мг/кг; рухомого фосфору — до 180,7 і 170,3; обмінного калію — до 84,3 і 97,1 мг/кг ґрунту.

Ефективна норма, яка впливала на вміст основних елементів живлення у чорноземі типовому вилугуваному слабокислому, — 1,5 норми  $CaCO_3$  за Нг (7,5 т/га у ф. в.). Вміст лужногідролізованого азоту підвищився до 140,5 мг/кг, рухомого фосфору — 172,4, обмінного калію — до 106,4 мг/кг ґрунту, що порівняно з контрольним варіантом було більше на 28,4; 15,1 і 38,9 мг/кг ґрунту.



Zaryshniak A.<sup>1</sup>, Ivanina V.<sup>2</sup>, Sypko A.<sup>3</sup>, Strilets O.<sup>4</sup>,  
Zatserkovna N.<sup>5</sup>, Goncharuk G.<sup>6</sup>, Grytsyshyna L.<sup>7</sup>,  
Kostashchuk M.<sup>8</sup>, Mazur G.<sup>9</sup>, Poplavsky V.<sup>10</sup>

<sup>1–5</sup>Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet  
of the NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141,  
Ukraine, <sup>6, 7</sup>Yaltushkiv Research-Selection Station  
of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of  
the NAAS, Yaltushkiv, Bar district, Vinnytsia oblast,  
23021, Ukraine, <sup>8, 9</sup>Uladovo-Liulynetska Research-  
Selection Station of Institute of Bioenergy Crops  
and Sugar Beet of the NAAS, Uladvivske, Kalynivka  
region, Vinnytsia oblast, 22412, Ukraine, <sup>10</sup>Vinnitsa  
National Agrarian University, Faculty of Agronomy  
and Forestry, 2 Soniachna Str., Vinnytsia, 21000,  
Ukraine; e-mail: <sup>1–5</sup>suqarbeet@ukr.net, <sup>6, 7</sup>vmv  
dss@ukr.net, <sup>8, 9</sup>uldss1888@ukr.net

**The formation of the nutrient status of acid soils  
in biological systems of fertilizing sugar beet in  
the conditions of Forest-Steppe of Ukraine**

**Goal.** To determine regularities of influence of  
technologies of chemical amelioration at biological  
cultivation of sugar beet on nutrient status of gray  
forest sub-acid soil and typical leached sub-acid  
chernozem in the conditions of Right-Bank and  
Central Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.**  
Physical-chemical and agrochemical analysis of soil  
and plants were carried out, as well as phenological

observations over the growth and development of  
plants. **Results.** The most effective dose influencing  
the content of major nutrients of grey forest sub-  
acid soil was 1.5 CaCO<sub>3</sub> by hydrolytic acid (9 t/ha  
in physical weight). Thus the maximum content of  
alkaline hydrolyzed nitrogen was 207.3 mg/kg of  
soil, of mobile phosphorus — 357.7, of exchange  
potassium — 198.4 mg/kg of soil. That was  
greater by 110.8, 184.6, and 41.1 mg/kg of soil,  
respectively, than in the control variant. The most  
efficient dose as to its influence on the content of  
major nutrients in the leached sub-acid chernozem  
was 1.5 CaCO<sub>3</sub> by hydrolytic acid (7.5 t/ha in  
physical weight). Content of alkaline hydrolyzed  
nitrogen increased to 140.5 mg/kg of soil, of mobile  
phosphorus — to 172.4, of exchange potassium —  
to 106.4 mg/kg of soil, and compared with the  
control variant was by 28.4, 15.1, and 38.9 mg/kg  
of soil more. **Conclusions.** The application of  
defecating on acidic grey forest soil and typical  
leached sub-acid chernozem at biological cultivation  
of sugar beet facilitates mobility and the content of  
major nutrients in the studied soils.

**Key words:** hydrolytic acidity, ameliorant,  
technology, nutrient status of the soil, alkaline  
hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchange  
potassium.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005-02>

## Бібліографія

1. Nduwumuremyi A., Mugwe J.N., Ruganzu V.  
et al. Effects of Travertine in Improving Selected  
Soil Properties and Yield of Irish Potato (*Solanum  
tuberosum* L.) in Acidic Soils. *J. Agric Sci Technol*  
A. 2013. № 3. P. 175–182.
2. Stephen P.C., Caroline H.O., Angel J. et al.  
Diversity and activity of free-living nitrogen – fix-  
ing bacteria and total bacteria in organic and con-  
ventionally managed soils. *Appl Environ Microbiol*.  
2011. doi: 10.1128/aem.01250-10
3. Beyene S.T. Rangeland degradation in a  
semi-arid communal sa-vannah of Swaziland: Long-  
term DIP-tank use effects on woodyplant structure,  
cover and their indigenous use in three soil types.  
*Land Degrad. Dev.* 2015. № 26. P. 311–323. doi:  
10.1002/ldr.2203
4. Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J. et al.  
The significance of soils and soilscience towards  
realization of the United Nations Sustainable  
Development Goals. 2016. *SOIL* 2. P. 111–128.  
doi: 10.5194/soil-2-111-201
5. Mwango S.B., Msanya B.M., Mtakwa P.W.  
et al. Effectiveness of mulching undermiraba in  
controlling soil erosion, fertility restoration and cro-  
pyield in the Usambara Mountains. Tanzania. *Land  
Degrad.* 2016. № 27. P. 1266–1275. doi: 10.1002/  
ldr.2332
6. Farina M.P.W., Channon P. Acid-subsoil ame-  
lioration. 1. A comparison of several mechanical pro-  
cedures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1988. № 52. P. 169.  
doi: 10.2136/sssaj1988.03615995005200010030x
7. Farina M.P.W., Channon P. Acid-subsoil  
amelioration: II. Gypsum effects on growth and  
subsoil chemical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*  
1988. № 52. P. 175. doi: 10.2136/sssaj1988.  
03615995005200010031x
8. Sumner M.E., Fey M.V., Farina M.P.W.  
Amelioration of acid subsoils with phosphogypsum.  
*Proc. 2nd Int. Symp. Phosphogypsum*. University of  
Miami, Florida, 1987. P. 41.
9. Кирпичников Н.А., Глазунова Н.М. При-  
менение повышенных доз извести с целью эконо-  
мии фосфорных удобрений в условиях цент-  
ральных районов нечерноземной зоны РСФСР.  
*Бюллетень Института удобрений и агропоч-  
воведения им. Д.Н. Прянишникова (ВИУА)*.  
Москва. 1986. № 78. С. 28.
10. Кнашис В.Ю. Эффективность известкова-  
ния почв Литовской ССР. *Вопросы генезиса и пло-  
дородия почв Литовской ССР*. 1985. С. 149–159.

11. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах. Аграрна наука, 2015. 207 с.
12. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах: монографія. Київ: ЦП «Комприт», 2016. 328 с.
13. Деревягин В.А., Попов П.В. Органические удобрения в биологизации земледелия. Химизация сельского хозяйства. 1989. № 10. С. 33–35.
14. Таскина В.М. Солома, как удобрение на полях черного пара. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1988. № 4. С. 23–25.
15. Зубенко В.Ф., Иващенко А.А., Саблук В.Т. и др. Свекловодство. Проблемы интенсификации и ресурсосбережения. Киев: НПП ООО «Альфа — стевия ЛТД», 2005. С. 152–177.
16. Барштейн Л.А., Шкаредный И.С., Якименко В.М. Питание и продуктивность корнеплодов. Сахарная свекла. 1996. № 9. С. 16–17.
17. Драган М.І., Гамалей В.І., Любич В.М. Агрегатний склад сірого лісового ґрунту за різних агротехнологічних заходів. Вісник аграрної науки. 2009. № 2. С. 11–16.
18. Сінченко В.М., Пиркін В.І. Управління процесами біоадаптивної технології виробництва цукрових буряків. Цукрові буряки. 2013. № 3(93). С. 6–13.
19. Методика исследований по сахарной свекле. Киев: ВНИС, 1975. 292 с.