



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.434:631.5:631.445.15
© 2018

АГРОФІЗИЧНІ АСПЕКТИ РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ЛУЧНО-ЧОРНОЗЕМНОГО ҐРУНТУ

С.Ю. Булигін¹, О.В. Піковська², Д.О. Антонюк³

¹ доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

² кандидат сільськогосподарських наук

¹⁻³ Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: ¹ s.bulygin@ukr.net, ² pikovska_olena@ukr.net, ³ borntojesus@gmail.com

Надійшла 4.05.2018

Мета. Оцінити стан ґрунту, який перебуває в довготривалому аграрному використанні, за агрофізичними параметрами. **Методи.** Загальнонаукові: порівняльний, аналітичний, лабораторні: структурно-агрегатний склад ґрунту визначали методом сухого просіювання за Савіновим; водостійкість агрегатів — за Бакшеєвим, мікроагрегатний аналіз. Дослідження проводили в довготривалому польовому стаціонарному досліді кафедри агрохімії та якості рослинної продукції імені О.І. Душечкіна, закладеному в 1961 р. у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». **Результати.** Досліджено зміни структурно- та мікроагрегатного складів лучно-чорноземного ґрунту за використання його впродовж близько 60-ти років у 10-пільній сівозміні порівняно з перелогом. Найвищий уміст агрегатів понад 1 мм був на перелозі: 70,6–78,1% у шарі 0–40 см, дещо нижчий — у варіанті з унесенням добрив під конюшину (61,8–80,5%), найменший — за вирощування буряків цукрових за полуторної норми удобрення (60,0–74,1%). Аналогічно змінювався і коефіцієнт структурності. Істотно поліпшувався коефіцієнт агрегованості в полі конюшини з полуторною нормою удобрення і становив 0,914–0,974 у шарі ґрунту 0–40 см. Середньозважений діаметр часток збільшувався вниз за профілем лучно-чорноземного ґрунту. **Висновки.** Установлено, що внесення полуторної дози повного удобрення призводить до погіршення водостійкості агрегатів: уміст водостійких агрегатів у варіанті з унесенням добрив під буряки цукрові становив 75–85,9%, у варіанті без добрив — 80,3–84,5%. За наявності поля конюшини у 10-пільній сівозміні радикального погіршення лучно-чорноземного ґрунту порівняно з перелогом не відбулося. Спостерігалось поступове погіршення його структури, яка відновлювалася в полі конюшини за умови її вирощування у варіанті 1,5 дози мінеральних добрив під культури 10-пільної сівозміни.

Ключові слова: агрофізична деградація, структура ґрунту, водостійкість агрегатів, мікроагрегованість, сівозміни, лучно-чорноземний ґрунт.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-01>

У сучасних умовах аграрного виробництва вчені та аграрії звертають увагу на зростаючі масштаби таких негативних явищ, як розпилення ґрунту, втрата структури, ущільнення, виникнення плужної підшви та інших небезпечних проявів агрофізичної деградації. Основним завданням має стати не усунення негативних наслідків цього виду деградації, а її своєчасне виявлення та прогнозування. Питання регламентування технологічного навантаження на ґрунтовий покрив в умовах інтенсивного землекористування висвітлено в роботах учених [1–4].

А.В. Барвінський [5] наголошував, що структура посівних площ і технології вирощування культур визначають рівень інтенсивності використання ґрунтових ресурсів та антропогенного навантаження на ґрунти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На сучасному етапі в сільськогосподарському виробництві України відбулися докорінні соціально-економічні перетворення, що зумовили запровадження нових форм власності на землю та майно. Сформувалися ринкові виробничі відносини, в основі яких лежить товарно-грошовий обіг із метою отримання максимального прибутку. Наслідки цих перетворень і тривалий екстенсивний підхід до використання землі спричинили погіршення стану галузі, порушення екологічної рівноваги в навколишньому природному середовищі та загострення соціальної напруженості [6].

Експериментальні дані, отримані науковими установами України, свідчать про істотні відхилення ґрунтово-фізичних факторів від потреб культурних рослин і пояснюють значні зміни їх урожайності за роками [7]. В Україні є загроза глибокої незворотної деградації ґрунтів, саме тому для їх охорони потрібно більше уваги звертати на мінімізацію обробітку ґрунту [8]. Адже підвищення антропогенного тиску на ґрунти призводить до посилення деградаційних процесів майже на всій площі орних земель [9].

Тривала оранка досліджуваних чорноземів мало вплинула на їх гранулометричний і мікроагрегатний склади. Зміна гранулометричного складу чорноземів під дією природних факторів та антропогенної діяльності відбувається повільно. У вивченні

цього питання недостатньо обмежуватися дослідженням кількісного співвідношення частинок чи мікроагрегатів, не приділяючи уваги зміні їхньої якості (скажімо, агрегуючій здатності) [10].

У розвинених країнах світу висока культура землекористування передбачає не лише інтенсивне використання ґрунтів, а й обов'язкове вжиття заходів, що запобігають їх деградації. Використання природної родючості ґрунту без її відновлення — ознака низького рівня розвитку культури землеробства і суспільства загалом [9]. Стійкість ґрунтових агрегатів є основним показником якості ґрунтів та екологічної стійкості агроєкосистем [11]. Нині актуальними залишаються розроблення ґрунтозахисних принципів, запобігання деградаційним процесам і сприяння підвищенню потенційної родючості ґрунтів.

Мета досліджень — оцінити стан ґрунту, який перебуває в довготривалому аграрному використанні за агрофізичними параметрами.

Методика досліджень. Дослідження проводили в довготривалому польовому стаціонарному досліді кафедри агрохімії та якості рослинної продукції імені О.І. Душечкіна, закладеному у 1961 р. у ВП НУБіП України «Агрономічній дослідній станції» (с. Пшеничне, Васильківського р-ну Київської обл.)

Зразки ґрунту відбирали у 10-пільній сівозміні: конюшина, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на силос, пшениця яра, горох, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь із підсівом конюшини. Норми внесення добрив під окремі культури: одинарна під буряки цукрові — $N_{130}P_{165}K_{160}$, полуторна — $N_{200}P_{255}K_{245}$. Під конюшину добрив не вносили, а враховували післядію добрив, унесених під попередні культури. Крім того, у вигляді захисних смуг було закладено переліг як абсолютний контроль.

Ґрунт дослідної ділянки — лучно-чорноземний грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинку. Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали методом сухого просіювання за Савіновим; водостійкість агрегатів — за Бакшеєвим. Коефіцієнт структурності розраховували як співвідношення суми агрегатів розміром 0,25–7 мм до суми агрегатів менше 0,25 мм і більше 7 мм. Мікроагрегатний аналіз ґрунту виконували за методом С.Ю. Булігіна,

Ф.Н. Лисецького [12]. Ступінь агрегованості за Бейвером і Роадесом розраховували за формулою: $K_a = (a-b) \cdot 100/a$, де a — кількість мікроагрегатів і елементарних ґрунтових часток (ЕГЧ) розміром 0,05–0,25 мм, %; b — кількість ЕГЧ, %. Цей показник дає змогу оцінити потенційну здатність до агрегації та водотривкість агрегатів.

Результати досліджень. Для характеристики структурно-агрегатного складу визначали вміст агрегатів різних розмірів, які наведено в табл. 1.

Найвищий вміст агрегатів понад 1 мм відзначено на перелозі: 70,6–78,1% у шарі 0–40 см, дещо нижчий — у варіанті з унесенням добрив під конюшину (61,8–80,5%), найменше таких агрегатів було за вирощування буряків цукрових за полуторної норми удобрення (60,0–74,1%).

Аналогічні висновки і за коефіцієнтом структурності, який показує кількісні зміни складу структурних агрегатів. Найвищі значення спостерігалися на перелозі

(3,54–5,34), найменші (3,0–3,7) — у варіанті з унесенням добрив під буряки цукрові. Слід зазначити, що істотно різнилися коефіцієнти структурності за вирощування конюшини без добрив ($K_{стр}$ 3,26–4,26) та за використання полуторної норми добрив (3,74–4,51). Дослідження проводили за оранки на лучно-чорноземному ґрунті.

Дослідженнями [13] підтверджено, що насичення сівозміни культурами суцільного посіву, особливо травами, стабілізує структурний склад. Як наслідок, уміст агрономічно цінних агрегатів за оранки становив 63,9–68,4%, за плоскорізного обробітку — 68,0–70,8%. Оструктуреність під посівами пшениці озимої і буряків цукрових була істотно нижчою. Водночас дослідженнями [14] встановлено, що мінімізація обробітку ґрунту разом із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення сприяла збільшенню вмісту агрономічно цінних агрегатів і створювала найкращі умови для агрегації у шарі чорнозему типового 0–30 см.

1. Результати структурно-агрегатного складу лучно-чорноземного ґрунту ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» (сухе просівання)

Культура	Варіант удобрення	Глибина відбору зразків ґрунту, см	Уміст структурних агрегатів, %			Коефіцієнт структурності
			>1 мм	<0,25 мм	>7 мм	
Буряки цукрові	Без добрив (контроль)	0–10	72,3	3,97	24,8	4,20
		10–20	66,8	11,7	21,0	3,34
		20–30	71,1	6,8	17,0	4,63
		30–40	73,8	5,7	10,5	6,47
Буряки цукрові	NPK 1,0	0–10	70,5	9,3	22,9	3,53
		10–20	66,9	12,7	15,9	3,61
		20–30	68,3	10,9	18,3	3,68
		30–40	77,2	5,2	20,0	4,56
Буряки цукрові	NPK 1,5	0–10	60,0	15,3	19,4	3,00
		10–20	69,5	11,4	21,9	3,32
		20–30	74,1	7,0	27,2	3,51
		30–40	68,6	11,9	16,3	3,70
Переліг	–	0–10	72,3	14,8	12,9	3,54
		10–20	76,7	7,4	18,1	4,34
		20–30	78,1	6,6	13,4	5,34
		30–40	70,6	7,8	16,8	4,43
Конюшина	Без добрив (контроль)	0–10	59,1	10,9	13,1	4,26
		10–20	74,5	7,6	19,5	4,13
		20–30	74,4	8,3	27,3	3,34
		30–40	76,1	9,5	26,3	3,26
Конюшина	NPK 1,5	0–10	61,8	10,9	12,6	4,33
		10–20	80,5	6,0	26,1	3,74
		20–30	77,6	6,8	21	4,11
		30–40	78,0	7,3	17	4,51

Водостійкість структурних агрегатів є одним із головних агрофізичних параметрів, що безпосередньо впливає на родючість ґрунтів та умови їх землеробського використання. У табл. 2 наведено дані мокрого просіювання зразків ґрунту стаціонарного дослідю.

В агрофізиці водостійкість ґрунтів характеризується низкою показників, але основні з них 2 — сума водостійких агрегатів понад 0,25 мм і середньозважений діаметр. Перший є досить стійким до змін, другий — чутливий до впливу технологічного навантаження. Загалом лучно-чорноземний ґрунт характеризується високим умістом водостійких агрегатів. Установлено, що внесення полуторної дози повного удобрення призводить до погіршення водостійкості агрегатів. Так, уміст водостійких агрегатів у варіанті з унесенням добрив під буряки цукрові становив 75–85,9%, у варіанті без

добрив — 80,3–84,5%. Важливо, що поле конюшини значно поліпшує водостійкість агрегатів за удобрення і без унесення добрив. Показники водостійкості за вмістом агрегатів понад 1 мм на перелозі були 86,5–94,1%, де середньозважений діаметр часток за результатами мокрого просіювання становив 1,59–2,11 мм.

Найнижчі значення коефіцієнта агрегованості Бейвера і Роадеса відзначено у варіанті без унесення добрив під буряки цукрові — 0,822 і 0,721 відповідно у шарах 0–10 і 10–20 см. За вирощування буряків цукрових з унесенням одинарної і полуторної норм добрив не відбувалося критичного зниження цього показника, особливо в нижніх шарах лучно-чорноземного ґрунту 20–30 і 30–40 см. Істотно поліпшувався коефіцієнт агрегованості в полі конюшини з полуторною нормою удобрення і становив 0,914–0,974 у шарі ґрунту 0–40 см. Отже, збільшення технологічного

2. Результати мокрого просіювання та мікроагрегованості зразків лучно-чорноземного ґрунту ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»

Культура	Варіант удобрення	Глибина відбору зразків ґрунту, см	Уміст водостійких агрегатів понад 0,25 мм, %	Середньозважений діаметр часток, мм	Ka*	C**
Буряки цукрові	Без добрив (контроль)	0–10	78,9	0,85	0,822	0,133
		10–20	81,5	0,96	0,721	0,654
		20–30	80,5	1,21	0,965	0,033
		30–40	83	1,05	0,954	0,423
Буряки цукрові	НРК 1,0	0–10	80,3	0,7	0,928	0,089
		10–20	85,1	0,62	0,966	0,017
		20–30	77,7	0,71	0,860	0,063
		30–40	84,5	1,05	0,844	0,167
Буряки цукрові	НРК 1,5	0–10	75	0,54	0,925	0,146
		10–20	80,9	0,54	0,950	0,200
		20–30	76,6	0,63	0,857	0,593
		30–40	85,9	0,97	0,867	0,767
Переліг	–	0–10	87,8	1,83	0,885	0,284
		10–20	89,2	2,11	0,974	0,080
		20–30	94,1	1,91	0,937	0,568
		30–40	86,5	1,59	0,921	0,585
Конюшина	Без добрив (контроль)	0–10	80,1	0,72	0,915	0,600
		10–20	86,0	1,62	0,713	0,899
		20–30	89,6	1,39	0,768	1,456
		30–40	92,1	1,92	0,941	0,161
Конюшина	НРК 1,5	0–10	92,1	0,66	0,914	1,242
		10–20	80,6	1,0	0,940	0,158
		20–30	86,3	1,36	0,974	0,064
		30–40	87,8	1,17	0,963	0,032

*Ka — коефіцієнт агрегованості Бейвера і Роадеса; ** C — уміст неагрегованих елементарних ґрунтових часток (ЕГЧ).

навантаження на ґрунти у вигляді вирощування інтенсивних культур, зокрема буряків цукрових, та збільшення норми удобрення в 1,5 раза до рівня $N_{200}P_{255}K_{245}$ зумовлюють

погіршення показників фізичного стану лучно-чорноземного ґрунту. З включенням у сівозміну поля багаторічних трав відновлювалася агрегованість ґрунту.

Висновки

За результатами досліджень структурно-агрегатного складу ґрунту встановлено, що використання лучно-чорноземного ґрунту в 10-пільній сівозміні не призводить до істотних негативних змін. Показники коефіцієнтів структурності, умісту водостійких агрегатів тощо у варіанті з внесенням добрив під конюшину наближались

до показників на перелозі. Проте сівозміни з багаторічними травами доцільні лише за наявності тварин, які є у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». В Україні переважно застосовують короткоротаційні сівозміни з інтенсивних культур (соя, ріпак, кукурудза тощо), які за сучасних умов пришвидшують деградацію ґрунтів.

Булыгин С.Ю.¹, Пиковская Е.В.², Антонюк Д.А.³
¹⁻³ Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина; e-mail: ¹ s.bulygin@ukr.net, ² pikovska_olena@ukr.net, ³ borntojesus@gmail.com

Агрофізическі аспекти регламентації технологічної навантаження на прикладі лугово-чорноземної ґрунту

Цель. Оценить состояние почвы, которая пребывает в длительном аграрном использовании, по агрофизическим параметрам. **Методы.** Общенаучные: сравнительный, аналитический, лабораторные: структурно-агрегатный состав почвы определяли методом сухого просеивания по Саввинову; водостойкость агрегатов — по Бакшееву; микроагрегатный анализ. Исследования проводили в длительном полевом стационарном опыте кафедры агрохимии и качества продукции растениеводства имени О.И. Душечкина, заложенном в 1961 г. в ОП НУБіП України «Агрономіческа дослідательська станція». **Результаты.** Исследованы изменения структурно-агрегатного и микроагрегатного составов лугово-чорноземной почвы при использовании ее в течении 60-ти лет в 10-польном севообороте по сравнению с целиной. Самое высокое содержание агрегатов более 1 мм отмечено на целинном участке: 70,6–78,1% в слое 0–40 см, несколько ниже — в варианте с внесением удобрений на поле клевера (61,8–80,5%), наименьшее — при выращивании свеклы сахарной при полупольной норме удобрения (60,0–74,1%). Аналогично изменялся и коэффициент структурности. Существенно улучшался коэффициент агрегированности в поле клевера с полупольной нормой удобрения и составлял 0,914–0,974 в слое почвы 0–40 см.

Средневзвешенный диаметр частиц увеличивался вниз по профилю лугово-чорноземной почвы. **Выводы.** Установлено, что внесение полупольной дозы полного удобрения приводит к ухудшению водостойкости агрегатов: содержание водостойких агрегатов в варианте с внесением удобрений под свеклу составляло 75–85,9%, в варианте без удобрений — 80,3–84,5%. При наличии поля клевера в 10-польном севообороте радикального ухудшения лугово-чорноземной почвы по сравнению с целиной не происходило. Наблюдалось постепенное ухудшение ее структуры, которая восстанавливалась в поле клевера при условии ее выращивания в варианте 1,5 дозы минеральных удобрений под культуры 10-польного севооборота.

Ключевые слова: агрофизическая деградация, структура почвы, водостойкость агрегатов, севооборот, лугово-чорноземная почва.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-01>

Bulygin S.¹, Pikovska O.², Antoniuk D.³
¹⁻³ National university of bioresources and natural management of Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine; e-mail: ¹ s.bulygin@ukr.net, ² pikovska_olena@ukr.net, ³ borntojesus@gmail.com

Agrophysical aspects of regulation of technological load on an instance of meadow-chernozem soil

The purpose. To assess nature of soil after long-term agrarian use on the basis of agrophysical parameters. **Methods.** General scientific: comparative, analytical, laboratory: structural-aggregate composition of soil was determined by method of dry screening according to Savvinov; water-resistance of aggregates — according to Baksheyev; microaggregation analysis. Researches were carried out in long field stationary experience of

O. Dushechkin's faculty of agrochemistry and quality of produce of plant growing which was started in 1961 in «Agronomic exploratory station» of NUBNM of Ukraine. **Results.** Changes in structural-aggregation and microaggregation content of meadow-chernozem soil were studied at its use during 60 years in 10-field crop rotation in comparison with virgin land. The highest content of aggregates (more than 1 mm) was registered for virgin land: 70,6–78,1% in 0–40 cm layer; a little lower - in alternative with fertilization of clover (61,8–80,5%), and the lowest — at growing sugar beet at one-and-a-half norm of fertilizer (60,0–74,1%). Structure factor varied analogously. Aggregation factor for clover field at one-and-a-half norm of fertilizer essentially improved and made 0,914–0,974 in 0–40 cm layer of soil. Average diameter of corpuscles augmented downwards the profile of meadow-chernozem soil.

Conclusions. It was determined that importation of one-and-a-half dose of complete fertilizer resulted in aggravation of water-resistance of aggregates: content of water-resistant aggregates in alternative with fertilization under sugar beet made 75–85,9%, in alternative without fertilizers — 80,3–84,5%. At presence of clover field in 10-field crop rotation there was no radical aggravation of meadow-CHERNOZEM SOIL in comparison with virgin land. Gradual aggravation of its structure was observed. But use of clover field in alternative with 1,5 dose of fertilizer under crops of 10-field crop rotation improved soil structure.

Key words: agrophysical degradation, structure of soil, water-resistance of aggregates, crop rotation, meadow–chernozem soil.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-01>

Бібліографія

1. Булигін С.Ю. Регламентация технологічного навантаження земельних ресурсів. *Землевпорядкування*. 2003. № 1. С. 38–43.
2. Гродзинский М.Д. Методы оценки устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. *Физическая география и геоморфология*. 1986. Вып. 33. С. 32–38.
3. Панасенко В.М., Ачасова А.О. Деякі підходи до оцінки впливу технологічного навантаження на структурний стан ґрунту. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. Вып. 102. С. 224–230.
4. Трускавецький Р.С. Концепція стійкості ґрунтів і ґрунтового покриву щодо зовнішніх навантажень. *Генезис, географія і екологія ґрунтів*. Львів: Простір М, 1999. С. 23–29.
5. Барвінський А.В. Агрофізичні аспекти регламентації технологічного навантаження на ґрунтовий покрив в сучасних агроландшафтах. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2016. № 1–2. С. 62–69.
6. Камінський В.Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вып. 2. С. 3–13.
7. Зубець М.В., Балюк С.А., Медведєв В.В., Греков В.О. Сучасний стан ґрунтового покриву України і невідкладні заходи з його охорони. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА. Кн. перша. Харків, 2010. С. 7–17.
8. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Почепцова Л.Г., Ламар Р. Інноваційні тенденції в обробітці ґрунтів (за результатами міжнародного проекту «Оцінка і розповсюдження знань про стале землеробство»). *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Кн. перша. Харків, 2006. С. 79–94.
9. Булигін С.Ю. Якість земель як основа контролю землекористування. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 1. С. 36–47.
10. Vyn T.J., Raimbault B.A. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. *Agronomy J.* 1993. V. 85. P. 1074–1079.
11. Haydu-Houdeshell, Carrie-Ann, Graham et al. Soil aggregate stability under chaparral species in southern California. *T.* 310, 2018. P. 201–208.
12. Пат. 2026550 Рос. Федерация: МПК G01 N33/24. Способ определения влияния обработки на почву. Булыгин С.Ю., Лисецкий Ф.Н.; заявитель и патентообладатель Ин-т почвоведения и агрохимии УААН им. А.Н. Соколовского. — № 4920150/15; заявл. 19.03.1991; опубл. 09.01.1995.
13. Гнатенко А.Ф., Йовса А.Б. Эффективность плоскорезной обработки почвы и удобрений под корневые культуры на склонах. *Пути интенсификации кормопроизводства: Сб. науч. тр. УСХА*. Киев, 1984. С. 82–85.
14. Піковська О.В. Вплив застосування соломи на показники родючості чорнозему типового. *Науковий вісник НУБіП*. Серія Агрономія. 2016. Вып. 235. С. 135–139.