

**APPLICATION OF GREEN FERTILIZERS
TO RESTORE THE WATER RESISTANCE
OF THE SOIL DURING BUCKWHEAT GROWING**

**ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ
ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОТРИВКОСТІ ҐРУНТУ
ЗА ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ**

Yurii Mishchenko¹

Gennadiy Davydenko²

Andriy Butenko³

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-8>

Abstract. The search for a solution to the problem of reproducing the optimal water resistance of soil aggregates is relevant for modern agricultural production, since their decay leads to clogging of vertical soil drainage, which makes it impossible to form optimal reserves of soil moisture due to the slowdown in the absorption of heavy rains, which we have in the conditions of climate change. **The purpose** of the article was to determine the most successful combination of the combination of intermediate sowing of siderate and the no-moldboard cultivation, which would contribute to the formation of the highest water resistance of the typical black soil and the productivity of buckwheat. **Methodology** for assessing the water resistance of the soil was based on the Andrianov method, which characterizes the dynamics of the water resistance of the most valuable aggregates (3-5 mm in size). Using this method, the intensity of wetting of soil particles in stagnant water was determined, which is a certain imitation of the natural process that occurs during early spring snowmelt or torrential rain.

¹ Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor of the Department of Agricultural Technologies and Soil Sciences,
Sumy National Agrarian University, Ukraine

² Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies and Soil Sciences,
Sumy National Agrarian University, Ukraine

³ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies and Soil Sciences,
Sumy National Agrarian University, Ukraine

Results showed that the water resistance of the structural aggregates of the soil layer 0-30 cm was formed the highest under the option of using radish for siderate – 44.8-47.7%. This option was slightly inferior to the options of using phacelia on siderate and applying 20t/ha of manure, which were at the same level in terms of the content of water-resistant aggregates – 43.1-47.7%. In the case of using the carcass siderate of the predecessor, the water resistance of the soils of the 0-30 cm layer was significantly lower – by 1.1-2.5%, compared to other options of siderates. The increase in water resistance on fertilizer options was accompanied by an increase in the yield of buckwheat seeds; the correlation coefficient between them was quite close $r = 0.86$. The highest yield of buckwheat seeds was determined on the option of post-harvest siderate of radish – 2.95 t/ha, it was slightly inferior in terms of yield to the option of adding 20 t/ha of manure – 2.82 t/ha and the use of post-harvest siderate of phacelia – 2.66 t/ha. The use of the predecessor carrion siderate for buckwheat and mineral fertilizers was significantly inferior to the option of the post-harvest radish siderate both in terms of the content of the water-resistant structure and in the yield of buckwheat seeds. The highest content of water-resistant aggregates in the soil layer of 0-30 cm was during no-moldboard cultivation of the sidual background of oil radish with a combined flatcut aggregate at a depth of 21-23 (45.7%) and a combined disc at 6-8 cm (44.9%). The 21-23 cm no-moldboard cultivation significantly outperformed the control version of tillage – plowing at 21-23 cm and shelf-less disc tillage at 13-15 cm. The highest yield of buckwheat seeds – 3.42 t/ha, which was significantly different from the rest of the tillages, was obtained with no-moldboard flat-cut cultivation of the sidual background of radishes to a depth of 21-23 cm. The highest correlation dependence of the yield of buckwheat seeds on the water-resistant structure was determined during no-moldboard cultivation – $r = 0.97$, than for plowing – $r = 0.95$. **Practical implications** and **Value/originality**. The introduction of intermediate crops of siderates will contribute to the full renewal of the water resistance structure due to the use of renewable resources (accumulation of organic matter in the soil due to solar energy). The combination of intermediate siderates with no-moldboard cultivation will ensure the renewal of optimal agrophysical parameters, in particular, the water resistance structure, which will make it possible to better absorb intense rainy atmospheric

precipitation in conditions of climate change and more effectively replenish the reserves of productive soil moisture with them.

1. Вступ

Дієвими чинниками відновлення потенціалу родючості агроландшафтів, є застосування проміжної сидерації. Аналіз наукових публікацій [1, с. 245; 2, с. 315; 3, с. 87; 6, с. 77] та практичного досвіду застосування проміжних культур на зелене добриво [5, с. 18; 9, с. 123; 10, с. 12–20] та висвітлює переваги його застосування у агровиробництві, що проявляються безпосередньо у збагаченні ґрунту біогенними речовинами та відновленні його оптимальної будови.

Актуальність дослідження полягає у вирішенні проблеми відтворення оптимальної водостійкості ґрунтових агрегатів, оскільки їх розпад призводить до закупорювання вертикального дренажу ґрунтів, що унеможливує формування оптимальних запасів ґрунтової вологи через сповільнення поглинання зливових опадів, які маємо в умовах змінення клімату.

Головну роль у формуванні водотривкої структури вчені відводять органічній речовині. Структурні грудочки, скріплені гуміном, ульміном і особливо гуматом кальцію гумінової і ульмінової кислот, механічно пружно-міцні і, що особливо важливо – водостійкі, а тому тривало стійкі до розмиву води [4, с. 140; 8, с. 256]. Безумовно, що водостійкість ґрунтових агрегатів тісно корелює з вмістом гумусу, однак на неї також впливають погодні умови, що спричиняють всілякі об'ємні зміни ґрунту від висушування-зволоження, набрякання-осідання, замерзання-відтавання [7, с. 152].

Певний внесок в утворення водостійкої структури вносять бактерії, міцелії і слизи грибів та дріжджів, продукти життєдіяльності і автолізу мікроорганізмів, а також комплексні сполуки з продуктів автолізу тіл бактерій і уронових кислот ґрунту [4, с. 152; 6, с. 82].

Значну роль у створенні водостійкої структури відіграють безпосередньо вегетуючі рослини, роль яких в поліпшенні фізичних властивостей ґрунту зростає за вищого ступеня розвитку кореневої системи та нагромадження більшої маси післяжнивних решток [1, с. 257; 4, с. 157].

Згідно заключень дослідників, утворення водостійких агрегатів розміром від 0,25 до 5,0 мм відбувається шляхом залучення і закрі-

плення механічних елементів спочатку в мікро-, а потім і макроагрегати під час коагуляції тонко дисперсних механічних часток за участю органічного вуглецю та полівалентних катіонів. Для крупних агрегатів (розміром > 5 мм) основне значення мають кореневі системи і спосіб обробітку ґрунту, який забезпечує певну ступінь роз'єднаності ґрунтової маси [4, с. 172; 6, с. 80; 8, с. 235].

Як бачимо, пошук шляхів оптимізації водотривкої структури ґрунту здійснюється вже тривалий час, і в умовах теперішнього агровиробництва потребує нових підходів. Саме тому новизна теми нашої роботи полягає у застосуванні в технології вирощування гречки проміжного посіву сидерату та способу його загортання для поновлення притаманної чорнозему типовому високої водотривкої структури.

Мета нашої роботи полягала у визначенні найвдалішої комбінації поєднання проміжного посіву сидерату та безполицевого способу обробітку, яка б сприяла формуванню найвищої водотривкості чорнозему типового та урожайності гречки. Науково-дослідницькі завдання роботи передбачали порівняння зелених добрив з традиційним органічним і мінеральним та полицевого обробітку з безполицевим щодо впливу на динаміку зміни водотривкої структури та рівень урожайності насіння гречки.

2. Умови вивчення ефективності відтворення водотривкості чорнозему типового

Вивчення можливості відновлення водостійкості чорнозему типового за вирощування гречки сорту Антарія після попередника пшениці озимої проводили в умовах Лівобережного Лісостепу України на дослідному полі кафедри агротехнологій та ґрунтознавства Сумського НАУ (50,881 °N, 34,769 °E). Зокрема, встановлення ефективності проміжних сидератів проводили з 2017 по 2020 рік шляхом порівняння наступних фонів удобрення:

1. Контроль (без сидерату) – утримання ґрунту в післяжнивний період без рослинного покриву.
2. Сидерат з падалиці попередника (пшениці озимої).
3. Післяжнивний сидерат редьки олійної.
4. Післяжнивний сидерат фацелії пижмолистої.
5. Внесення 20 т/га гною.
6. Внесення $N_{100}P_{50}K_{120}$.

Виявлення найоптимальнішого способу загортання проміжного сидерату здійснювали в 2020–2023 рр. закладаючи на 2-х фонах (без сидерату та проміжного сидерату редьки олійної) наступні варіанти обробітку:

1. Полицева оранка 21-23 см (контроль), плугом ПН-3-35.
2. Безполицевий плоскорізний 21-23 см, комбінованим агрегатом КЛД-2,0.

3. Безполицевий дисковий 13-15 см, комбінованим агрегатом АГ-2,4.

4. сБезполицевий дисковий 5-7 см, комбінованим агрегатом АГ-2,4.

Дослідні ділянки розміром 60-80 м² повторювали триразово та розміщували систематичним методом.

Для оцінки водостійкості ґрунту застосовували метод Андріанова, який характеризує динаміку водостійкості найбільш цінних агрегатів (розміром 3-5 мм). За цим методом визначали інтенсивність розмокання ґрунтових часток у стоячій воді, що є певною імітацією природного процесу, який відбувається під час ранньовесняного сніготанення чи зливового дощу.

Аналіз агрокліматичних умов досліджуваного періоду 2017–2023 рр. засвідчив тенденцію потепління клімату та відповідно й подовження вегетаційного періоду за рахунок ранішого його відновлення весною, та пізнішого завершення восени. При цьому випадання опадів було строкатим. Середньорічна температура повітря визначена вищою від середньо-багаторічної на 1,9°C і становила 8,7°C; недобір опадів за період вегетації був чітко виражений у 2017–2019 рр. (табл. 1).

Подовжений період для вегетації проміжних культур до листопаду мали в 2017 та 2019–2021 рр. Температура повітря за серпень-жовтень 2017–2023 рр. була вищою багаторічної на 1,8°C. Екстремальну нестачу опадів спостерігали в 2020 р., а істотну – в 2017–2019 та 2021 рр.

Строкатість умов зволоження місцевості досліджень потребує захисту та відновлення водостійкості чорнозему типового, особливо при настанні спекотних погодних умов.

Редьку олійну та фацелію на сидерат висівали в кінці липня, відразу після збирання попередника гречки – пшениці озимої. Сидерат з падалиці попередника проростав після дискового обробітку глибиною 3-4 см втраченого при збиранні зерна пшениці озимої. Основний обробіток ґрунту здійснювали в кінці жовтня за досягнення фази цвітіння проміжного сидерату редьки олійної.

**Погодні умови періоду досліджень
за даними метеостанції м. Суми**

Період обліку	Сер. багатор.	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Сер. 2017–2023
Температура повітря, °С									
За рік	6,8	8,4	8,0	9,2	9,6	7,9	8,6	8,9	8,7
± багатор.	-	1,6	1,2	2,4	2,8	1,1	1,8	2,1	1,9
Період вегетації	17,7	17,1	19,4	19,4	18,2	19,4	17,7	17,4	18,4
± багатор.	-	-0,6	1,7	1,7	0,5	1,7	0,0	-0,3	0,7
Післяжнивний період	13,0	14,7	15,8	14,6	15,9	13,4	14,5	15,1	14,8
± багатор.	-	1,7	2,8	1,6	2,9	0,4	1,5	2,1	1,8
Кількість опадів, мм									
За рік	570	483	439	419	484	558	561	741	526
± багатор.	-	-87	-131	-151	-86	-12	-9	171	-44
Період вегетації	192	149	134	124	244	176	175	174	168
± багатор.	-	-43	-59	-68	52	-16	-17	-18	-24
Післяжнивний період	153	90	59	82	45	100	172	256	115
± багатор.	-	-65	-96	-73	-110	-55	17	101	-40

В середньому за 2017–2019 рр. в проміжному посіві редьки олійної отримали 25,9 т/га фітомаси, фацелії – 22,3 т/га, з падалиці зерна пшениці озимої – 8,9 т/га. За післяжнивний періоди 2020–2022 рр. редька олійна формувала 31,0 т/га зеленої маси.

Технологія вирощування гречки була загальноприйнятою для умов Лівобережного Лісостепу України і різнилися лише за досліджуваними фонами удобрення та способами основного обробітку ґрунту.

3. Вплив сидератів на формування водортивкої структури

Застосування післяжнивних сидератів покращувало водостійкість агрегатів чорнозему типового середньо суглинкового. В середньому за роки досліджень у варіантах використання зеленого добрива водостійкість структурних агрегатів кореневмісного шару ґрунту 0–30 см порівняно до контролю була вищою на 1,0-2,5 % (рис. 1).

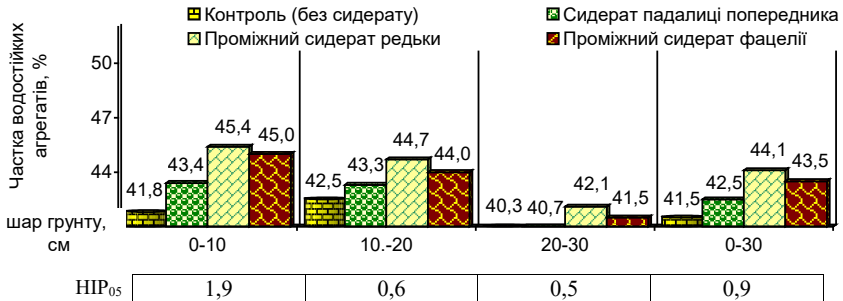


Рис. 1. Вплив посівів проміжних сидератів на вміст водотривких агрегатів ґрунту, % (сер. за 2017–2019 рр.)

З глибиною водостійкість ґрунтових агрегатів на фонах заорювання сидератів мала тенденцію до зменшення; на контролі без сидератів більш високою водостійкість була в шарі ґрунту 10-20 см.

Серед сидератів найвищу стійкість ґрунтових агрегатів до розмокання визначено під посівом редьки олійної; за водостійкістю агрегатів цей варіант істотно переважав контроль по всьому профілю орного шару – на 1,8-3,6%. Далі йшли фацелія пижмолиста і сидерат з падалиці попередника: перевищення частки водостійких агрегатів порівняно до контролю в цих варіантах становило –1,2-3,2 та 0,4-1,6% відповідно.

Під покривом сидератів більш інтенсивно посилюється мікробіологічна активність мешканців ґрунтової біоти. Зростання стійкості структурних агрегатів до розмиву у варіантах вирощування проміжних сидератів обумовлене збагаченням ґрунту корневими рештками рослин та свіжими органічними речовинами, які придатні до більш швидшого поповнення ґрунту новоутвореними гуміновими сполуками, які не піддавалися пересиханню і здатні цементувати структуру ґрунту.

Підвищення стійкості агрегатів до розмиву за варіантів проміжних сидератів пов'язано також з виділенням вугільної кислоти, що розчиняє вуглекислий кальцій, іони якого сприяють коагуляції колоїдних частинок ґрунту і підвищують міцність структури.

В цілому серед досліджуваних рослин сидератів частка впливу кореневої маси на зміну водостійкості шару ґрунту 0-30 см була найбільш

високою на варіанті фацелії – 26,0%. За даного варіанту був найвищий вплив кореневої системи рослин сидератів на водостійкість ґрунтових агрегатів у верхньому шарі ґрунту 0-10 см за – 44,0% (табл. 2).

Таблиця 2

Частка впливу кореневої маси проміжних посівів сидератів на вміст водотривких агрегатів ґрунту, % (сер. за 2017–2019 рр.)

Ґрунтовий горизонт, см	Проміжний сидерат		
	падалиця попередника	редька	фацелія
0-10	29,0	32,7	42,0
10-20	17,2	26,6	20,1
20-30	11,2	17,3	15,9
0-30	19,1	25,5	26,0

Однак, в нижніх шарах ґрунту – 10-20 та 20-30 см перевага була за варіантом редьки олійної, де частка впливу кореневої маси рослин сидерату на водостійкість була найвищою – 26,6 і 17,3%. За варіанту сидерату з падалиці попередника частка впливу кореневої маси на водотривкість агрегатів ґрунту була найнижчою і коливалася в межах 11,2-29,0%.

Закономірність такого впливу обумовлена глибиною поширення коренів рослин сидератів; ближче до поверхні зосереджена мичкувата коренева система фацелії, а стрижева у редьки олійної – поширена рівномірно по всьому 0-30 см шарі ґрунту. Відповідно водостійкість ґрунтових часток під посівами сидерату редьки була істотно вищою в нижніх горизонтах порівняно з іншими варіантами досліджуваних сидератів.

Проведений нами кореляційний аналіз показав, що між водостійкістю ґрунтових агрегатів шару ґрунту 0-30 см та кількістю кореневої маси сидератів мали прямий зв'язок середньої сили (рис. 2).

При цьому величина коефіцієнта кореляції спостерігалася рівновеликою за всіх досліджуваних видів сидератів ($r = 0,49-0,5$). Таким чином, обліки водостійкості ґрунтових часток на час заорювання проміжних сидератів показали перевагу за даним показником у варіанту редьки олійної, де частка стійких до розмиву агрегатів була найвищою.

Для утворення водотривкої структури чорноземних ґрунтів потрібна відносно невелика кількість органічної речовини [8, с. 267].

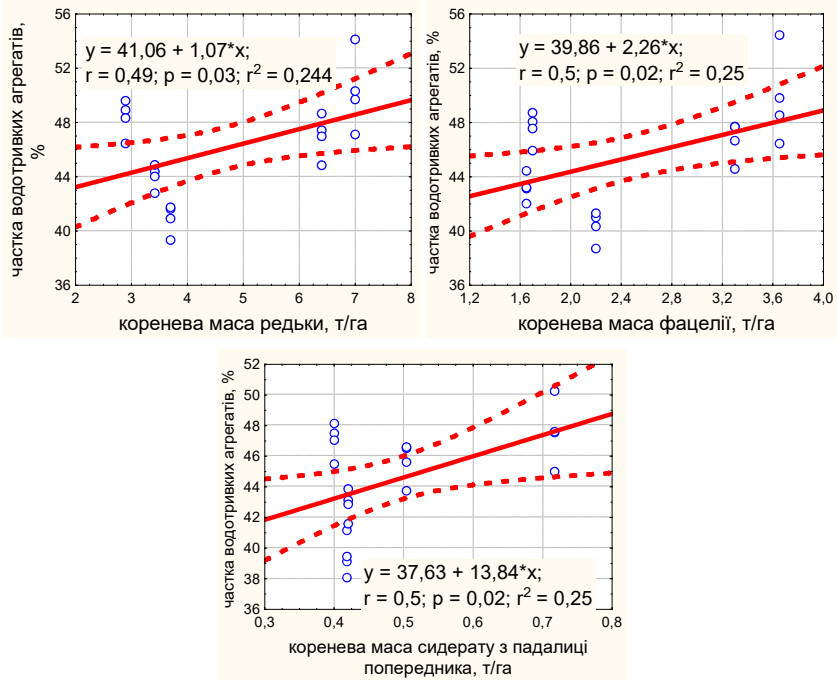


Рис. 2. Залежність вмісту водотривких агрегатів ґрунту від кореневої маси проміжних посівів сидератів (2017–2019 рр.).

Саме тому органічна речовина проміжних сидератів вирішує важливе завдання збільшення вмісту в ґрунті водотривких агрегатів.

Органічна речовина проміжних сидератів стимулює активний розвиток мікроорганізмів, бактерій, грибів, стрептоміцетів, дріжджів та водоростей, які позитивно впливають на утворення водотривких агрегатів ґрунту за рахунок адсорбції, фізичного сплетення й цементації безпосередньо мікробним слизом або продуктами їх життєдіяльності [3, с. 87; 5, с. 18].

Вивчення в динаміці водостійкості часток ґрунтових шарів під посівами гречки показало, що при застосуванні проміжних сидератів та гною досліджуваній показник суттєво зростав порівняно з контролем – на 5,4-1,3% (табл. 3).

Вплив проміжних сидератів на динаміку вмісту водотривких агрегатів ґрунтових горизонтів, % (сер. за 2018–2020 рр.)

Варіант удобрення	Ґрунтовий горизонт, см								
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
	на час сівби			цвітіння			збирання		
Контроль (без сидерату)	41,0	41,8	39,7	43,2	43,3	41,0	44,0	44,9	42,0
Сидерат падалиці попередника	43,6	44,1	41,3	45,9	45,8	42,4	46,3	46,9	43,3
Післяжнивний сидерат редьки	45,7	46,0	42,6	48,6	48,4	44,7	48,2	49,3	45,5
Післяжнивний сидерат фацелії	44,8	45,5	42,1	47,6	47,8	43,5	47,4	48,4	44,5
Гній 20 т/га	43,6	44,4	41,3	47,4	47,7	43,7	48,4	49,3	45,4
N ₁₀₀ P ₃₀ K ₁₂₀	40,3	41,4	39,7	43,8	43,6	41,3	44,4	45,7	42,3
НІР ₀₅	1,37	1,46	0,79	1,23	1,58	1,20	0,91	1,10	0,90

Серед варіантів сидеральних культур найбільша водостійкість ґрунтових агрегатів була під посівами гречки на фоні заробленої фітомаси редьки олійної – 42,6-49,3%. На початок вирощування культури цей варіант істотно переважав фон з внесенням 20 т/га гною – на 1,6-2,1%. Варіант використання редьки олійної на сидерат з утворенням високої стійкості ґрунту до розмиву і запливання після випадання дощів можна розглядати як важливий елемент технології, що запобігає утворенню ґрунтової кірки, яка уповільнює появу сходів культури.

При застосуванні фацелії на сидерат вміст водостійких агрегатів був нижчим ніж після заорювання сидерату з редьки олійної, однак різниця була несуттєвою, як і до варіанту внесення 20 т/га гною.

Найменший ефект впливу на покращення структури ґрунту спостерігався у варіанті використання сидерату падалиці попередника, оскільки тут з осені було заорано найменшу кількість фітомаси. Варіанти сидератів з редьки олійної та фацелії суттєво переважали сидеральний фон з падалиці попередника за вмістом водотривких часток – на 0,8-2,6%.

За внесення гною вміст водотривких агрегатів ґрунту при вирощуванні гречки зростав поступово; на початку вегетації він був на рівні

варіанту застосування сидерату з падалиці попередника та суттєво поступався фону сидерату з редьки – на 1,3-2,1%; в середині вегетації – зростав до рівня варіанту сидерату з фацелії і лише на час збирання культури – до рівня фону сидерату з редьки. Подібна динаміка вмісту водостійких агрегатів під час вегетації культури обумовлена більш швидкими темпами розкладанням органічної маси сидератів порівняно з гноєм.

За варіанту внесення мінеральних добрив різниця у водостійкості ґрунтових агрегатів була несуттєвою в порівнянні до контролю, та істотно меншою – на 1,0-5,4%, в порівнянні з застосуванням органічних добрив. Оскільки в цьому варіанті органічної речовини в ґрунт не надходило, то зростання відсотка водостійких агрегатів під посівами гречки пояснюється лише більш інтенсивним накопиченням кореневої системи рослин завдяки покращенню фону мінерального живлення.

Аналіз впливу добрив на усереднені показники вмісту водотривкої структури ґрунтових горизонтів під посівами гречки свідчить, що більш виражена перевага застосування сидератів та гною порівняно з контролем спостерігалась у верхніх шарах – 0-10 та 10-20 см і становила 2,3-4,8%; в шарі ґрунту 20-30 см водостійкість часток знижувалась як в цілому – на 1,7-3,9%, так і за різницею до контролю – на 1,4-3,4% (рис. 3).

Найвищий вміст водотривкої структури за горизонтами ґрунту визначено в середині орного шару, хоча у шарі ґрунту 0-10 см були більш сприятливі умови для утворення водостійких агрегатів завдяки інтенсивному протіканню мікробіологічних процесів і зосередженню переважної маси ґрунтової біоти. Нерівномірність випадання опадів призводить до перегріву й пересихання ґрунту у весняно-літній період, що негативно впливає на мікробіологічну діяльність ґрунтової біоти саме у поверхневому шарі [8]. Сповільнення процесів утворення водостійкої структури у горизонті ґрунту 0-10 см призводило до зниження вмісту стійких до розмиву агрегатів на 0,3-0,7%, порівняно з горизонтом 10-20 см.

Шар ґрунту 10-20 см менше пересихав і мав кращі умови для стабільного росту кореневої системи, розвитку ґрунтової мікрофлори й іншої біоти, що сприяло утворенню водостійкої макроструктури. Водостійкість ґрунту досліджуваних варіантів у цьому горизонті була найвищою і коливалася в межах 43,3-47,9%.

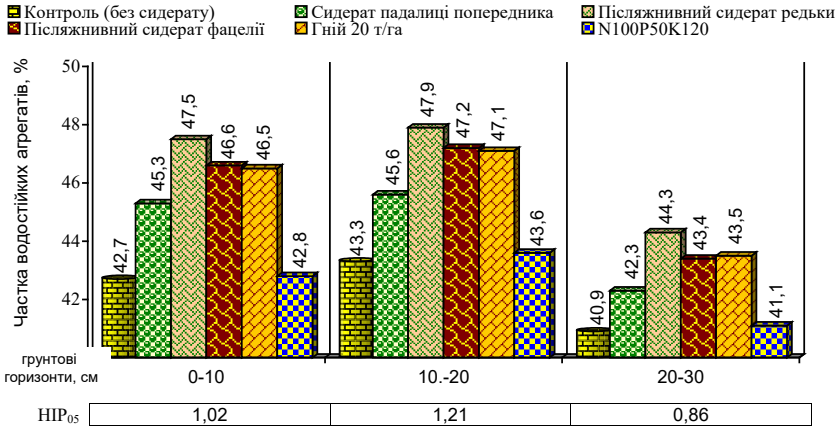


Рис. 3. Вплив проміжних сидератів на вміст водотривких агрегатів ґрунтових горизонтів, % (сер. за 2018–2020 рр.)

В шарі ґрунту 20-30 см водостійкість за варіантами була найменшою через сповільнений кругообіг органічних речовин, значно слабше проникнення кореневої системи рослин, меншу чисельність ґрунтової мікрофлори і становила 40,9-44,3%. Подібне наводить В.В. Медведєв – вглиб, донизу профілю, з віддаленням від центру ризосфери убуває вміст гумусу, зернистість поступово переходить в брили, водостійкість ґрунту знижується [8, с. 302].

За період вирощування культури в орному шарі, як і за ґрунтовими горизонтами, застосування всіх досліджуваних видів органічних добрив сприяло суттєвому зростанню вмісту водотривкої структури порівняно до контролю – на 1,9-4,7% та варіанту внесення мінеральних добрив – на 1,4-4,3%; останні варіанти між собою істотно не різнилися (рис. 4).

В усі періоди обліку і в цілому за період вегетації культури водотривкість структурних агрегатів шару ґрунту 0-30 см залишалася найвищою за варіанту застосування редьки на сидерат – 44,8-47,7%. Даному фоніві несуттєво поступалися варіанти застосування фацелії на сидерат та внесення 20 т/га гною, що за вмістом водотривких агрегатів були на однаковому рівні – 43,1-47,7%. На варіанті застосування сидерату падалиці попередника водостійкість ґрунтових часток

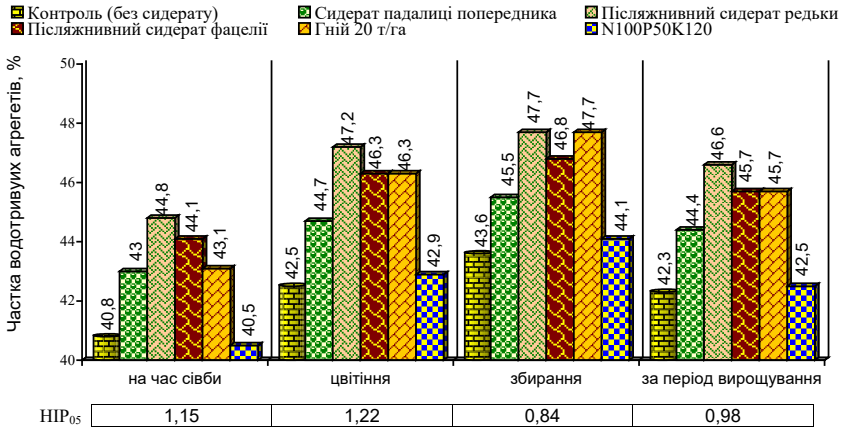


Рис. 4. Вплив проміжних сидератів на динаміку вмісту водотривких агрегатів шару ґрунту 0-30см, % (сер. за 2018–2020 рр.)

0-30 см шару була істотно нижчою – на 1,1-2,5%, порівняно до інших варіантів сидератів.

На час сівби гречки за осінньо-весняний період водотривких агрегатів в 0-30 см шарі на органічних фонах живлення підвищувався на 0,5-1,6%, а на контрольному та варіанті внесення мінеральних добрив – навпаки зменшувався на 0,7-1,1%. Зменшення водостійкості ґрунту на варіантах без внесення органічних добрив відбувається внаслідок нестачі структуроутворюючої органічної речовини і негативного впливу зимово-весняних циклів заморожування й відтавання. Збагачення ґрунту органічними добривами пом'якшувало негативну дію природного фактору руйнування водостійкості ґрунтових агрегатів.

За період вирощування гречки в орному шарі ґрунту 0-30 см на всіх варіантах відслідковується тенденція зростання водостійкості агрегатів, що обумовлено сезонним впливом біологічних чинників оструктурування ґрунтових часток.

За результатами кореляційного аналізу нами було визначено вплив фітомаси сидеральних культур на водостійкість ґрунтових агрегатів (рис. 5).

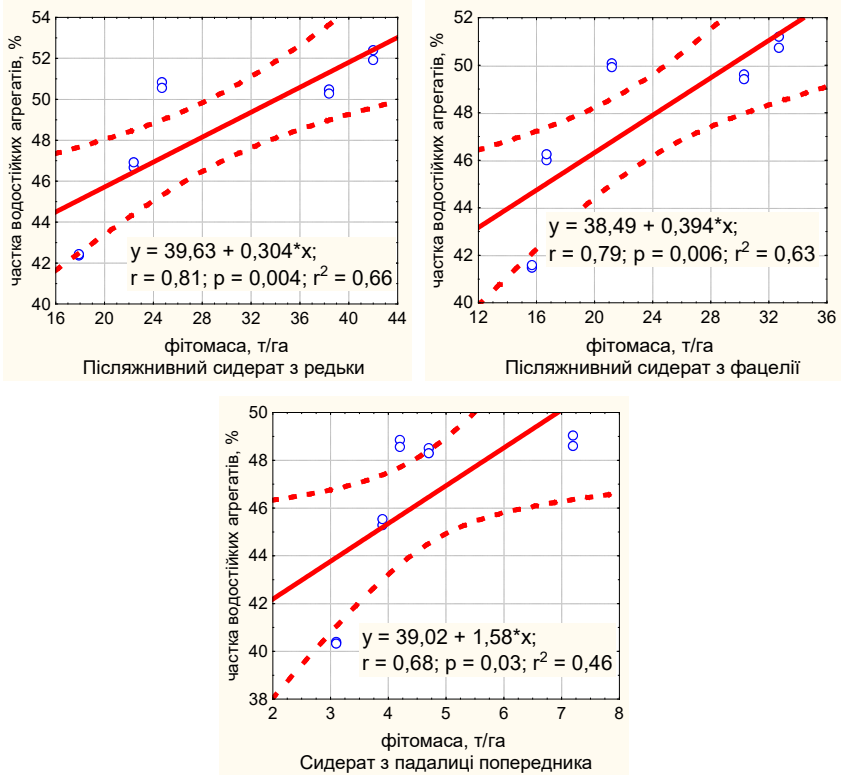


Рис. 5. Кореляційна залежність між вмістом водотривких агрегатів ґрунту і фітомасою прміжних сидератів (2018–2020 рр.)

Між водотривкістю часток орного шару і сидеральною масою редьки олійної та фацелії виявлено прямі залежності сильного зв'язку – $r = 0,81, 0,79$. На варіанті сидерату з падалиці попередника також виявлено пряму залежність, але середньої сили ($r = 0,68$). При цьому частка впливу фітомаси на вміст водостійкої структури на варіанті сидеральної редьки була найбільшою – 66%.

Зростання водотривкості на варіантах удобрення супроводжувалося підвищенням урожайності насіння гречки; коефіцієнт кореляції між ними був доволі тісний $r = 0,86$ (рис. 6).

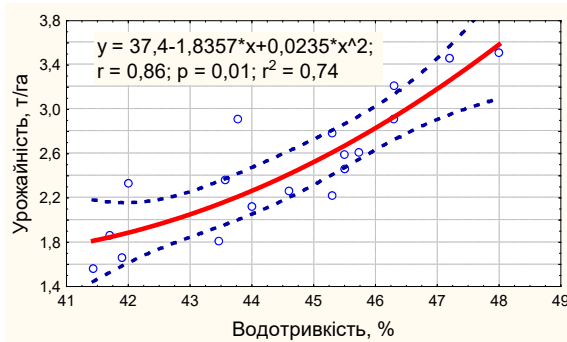


Рис. 6. Залежність урожайності гречки від водотривкості ґрунтових агрегатів при різних варіантах удобрення (2018–2020 рр.).

Рівень врожайності насіння гречки визначено найвищим на варіанті післяжнивного сидерату редьки – 2,95 т/га. Несуттєво йому поступає за врожайністю варіант внесення 20 т/га гною – 2,82 т/га та застосування післяжнивного сидерату фацелії – 2,66 т/га (табл. 4).

Таблиця 4

Урожайність гречки за різних фонів удобрення (сер. 2018–2020 рр.), т/га

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га
Контроль (без сидерату)	1,85	-
Сидерат падалиці попередника	2,17	0,32
Післяжнивний сидерат редьки	2,95	1,10
Післяжнивний сидерат фацелії	2,66	0,81
Гній 20 т/га	2,82	0,97
$N_{100}P_{50}K_{120}$	2,36	0,51
$НП_{05}$		0,32

Застосування під гречку сидерату падалиці попередника та мінеральних добрив суттєво поступалися варіанту післяжнивного сидерату редьки, однак суттєво переважає контрольний варіант – на 0,32 та 0,51 т/га.

Отже, післяжнивний сидерат редьки олійної сприяв формуванню як найліпшої водотривкої структури чорнозему типового, так і рівня врожайності насіння гречки.

4. Вплив способів загортання сидератів на водотривкість ґрунту.

Погіршення агрофізичних властивостей ріллі не є безповоротним процесом і може бути відновлено технологічними заходами [8, с. 244].

Ґрунт здатний самовідновлювати структуру, якщо його не рихлити або змінити інтенсивний обробіток на менш інтенсивний – мінімальний або *no till*. Відомо, що механічний обробіток є потужним чинником дестабілізації структури ґрунту. Постійні механічні розпушування, які є основою сучасної системи землеробства, посилюють аеробіоз, а разом з ним активують діяльність відповідної мікрофлори і прискорюють мінералізацію органічних речовин. Тривале розорювання чорноземів і їх використання без внесення органічних добрив призводить до значної втрати гумусу, є причиною погіршення його структури, фізичних властивостей та режимів; збільшення вмісту в ґрунті рухомого гумусу погіршує водостійкість агрегатів [1, с. 65; 2, с. 72].

Виходячи з цього ми порівнювали ефективність полицевого обробітку з безполицевим та та визначали можливість зменшення глибини останнього для виявлення найліпшого способу загортання проміжного сидерату редьки олійної з метою підвищення водостійкої структури ґрунту при вирощуванні гречки.

В середньому за 2020–2022 роки досліджень до проведення основного обробітку ґрунту перед загортанням фітомаси сидерату редьки спостерігали істотне збільшення вмісту водотривких агрегатів – на 1,9-4,4% (рис. 7).

Найвищий вміст водостійких агрегатів – 41,5%, був у шарі ґрунту 0-10см при вирощуванні на сидерат післяжнивної редьки олійної; різниця до контролю тут була найбільшою – 4,4%. Завдяки добре розвинутій кореневій системі редьки олійної в шарі ґрунту 10-20 см вміст водостійких агрегатів був також високий – 41%. В ґрунтовому горизонті 20-30 см вміст водотривких агрегатів був найбільш близьким з варіантом контролю, однак різниця між ними залишалась істотною – 1,9%. Даний розподіл водотривкої структури обумовлений створенням сприятливих умов для її формування під покривом густого стеблостою редьки олійної.

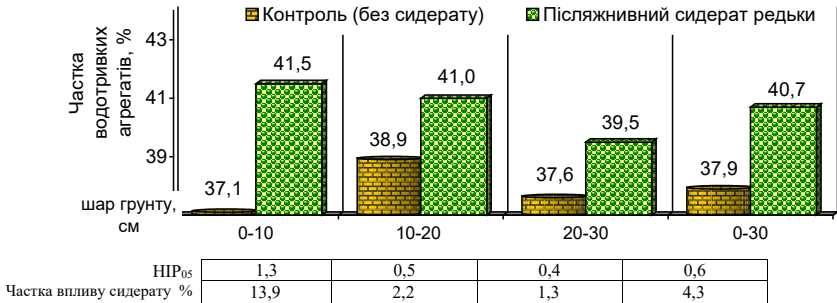


Рис. 7. Вміст водотривких агрегатів ґрунтових горизонтів на час проведення основного обробітку, % (сер. за 2020–2022 рр.)

Вплив посіву редьки олійної на вміст водотривких агрегатів був найбільший у верхньому 0-10 см шарі ґрунту – 13,9%, а найменший – в шарі 20-30 см – 1,3%.

За період вирощування основної культури гречки (2021–2023 рр.) на сидеральному фоні прослідковувалась чітка тенденція суттєвого зростання вмісту водотривкої структури при всіх обробітках; різниця до без сидерального фону у верхньому горизонті 0-10 см була найвищою 6,1-8,7%, і з глибиною спадала до 5,5-5,6% та 3,9-4,3% – в шарах 10-20 і 20-30 см (рис. 8).

Найвищий вміст водотривких агрегатів був у верхньому шарі 0-10 см після проведених безполицевих обробітків глибиною 21-23 та 5-7 см на фоні сидерату редьки олійної – 48,4-48,6%. Проведення тут безполицевих обробітків сприяло істотному зростанню порівняно з оранкою вмісту водотривких агрегатів в шарі ґрунту 0-10 см – на 2,1-4,4%, що пов'язано із зосередженням у верхньому горизонті більшої кількості фітомаси сидерату та післяжнивних решток попередника, які активізують формування водотривкої структури.

На варіанті оранки і глибокого безполицевого обробітку найвищий вміст водотривких агрегатів під посівами гречки спостерігали в ґрунтовому горизонті 10-20 см, як без сидерату – 40,3 і 40,6%, так на його фоні – 45,9 і 46,2%.

За варіантів проведення безполицевих обробітків на 13-15 та 5-7 см визначено вищим вміст водотривких агрегатів в верхньому шарі

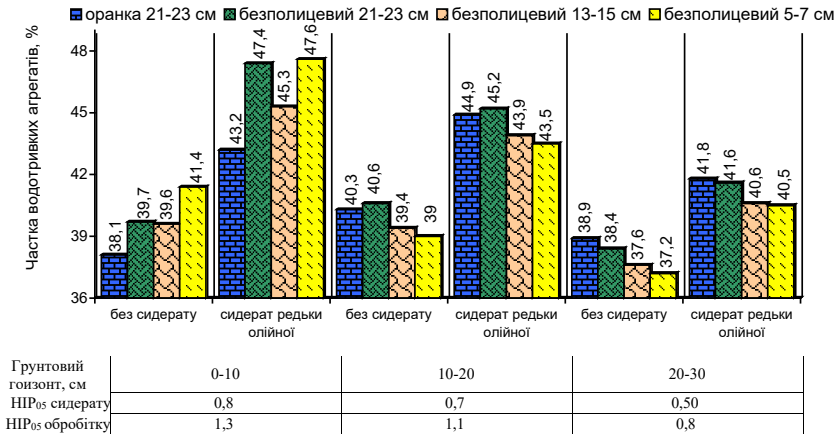


Рис. 8. Вплив післяжнивного сидерату та основного обробітку на вміст водотривких агрегатів в ґрунтових горизонтах, % (сер. за 2021–2023 рр.)

0-10 см з обох фонів удобрення, що пов'язано з насиченням органічною рослинною масою та рихленням ґрунту на меншу глибину, і відповідно гіршою його аерацією та менш активною діяльністю ґрунтової біоти нижніх горизонтів.

В цілому за неглибоких безполіцевих обробітків відбувалося зменшення частки водотривких агрегатів в шарах ґрунту 10-20 і 20-30 см; порівняно до оранки, суттєве зниження вмісту водотривких агрегатів спостерігалось в шарі 10-20 см за поверхневого обробітку – на 1,3-1,4%, а в шарі 20-30 см – як за поверхневого, так і мілкого безполіцевого обробітків – на 1,2-1,7%. На варіанті глибокого безполіцевого обробітку ґрунту на глибину 21-23 см різниця у вмісті водотривкої структури до варіанту оранки була несуттєвою.

Розгляд в динаміці вмісту водотривкої структури шару ґрунту 0-30 см показав її зростання від 37,0-42,4% – на початку вирощування, до 40,5-48,2% – на час збирання (рис. 9).

За період вирощування культури гречки найвищий вміст стійких до розмиву агрегатів в шарі ґрунту 0-30 см був за безполіцевих рихлень на глибину 21-23 і 6-8 см – відповідно 39,6-45,7 і 39,2-44,9%. Між собою ці

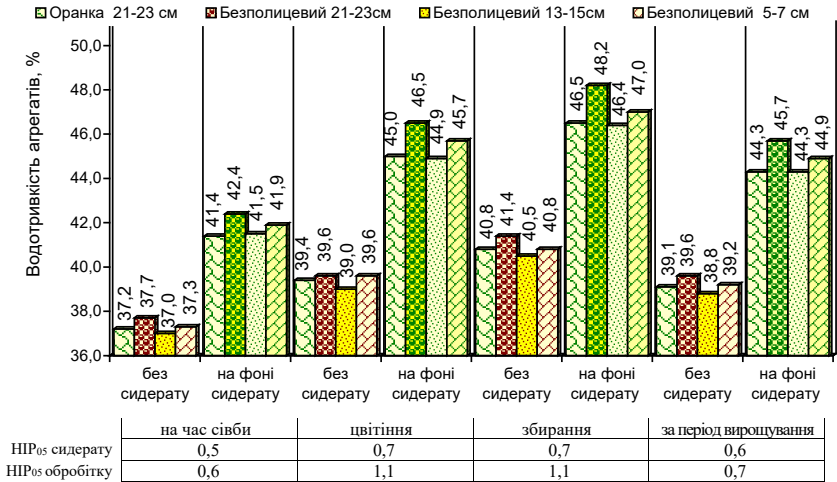


Рис. 9. Вплив сидерату та основного обробітку на динаміку вмісту водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0-30 см, % (сер. за 2021–2023 рр.)

варіанти за вмістом водотривких агрегатів ґрунту істотно не різнилися та переважали контрольний варіант обробітку – оранка на 21-23 см.

Найнижчий вміст водостійких агрегатів в 0-30 см шарі ґрунту був при вирощуванні культури на без сидерального фоні і проведенні безполицевого дискового обробітку на глибину 13-15 см – 37,0-38,8%.

Застосування редьки олійної на сидерат під культуру гречки сприяло суттєвому підвищенню вмісту водотривкої структури в шарі ґрунту 0-30 см на 4,2-6,9% за всіма обробітками. На фоні сидерату суттєво зростав вміст водотривких агрегатів за варіанту безполицевого обробітку глибиною 21-23 см, порівняно до оранки – на 1,0-1,7%, та нівелювалась перевага оранки до безполицевого дискового обробітку на глибину 13-15 см.

В цілому за період вирощування гречки при проведенні безполицевого обробітку ґрунту глибиною 21-23 см на фоні сидерату редьки олійної отримали суттєво вищий вміст водотривких агрегатів порівняно до оранки – на 1,4%; решта варіантів безполицевого обробітку ґрунту з варіантом оранки суттєво не різнилися.

Вміст водотривкої структури ґрунту при вирощуванні гречки в більшій мірі залежав від сидерального фону – на 12,9-27,0%, ніж від основного обробітку – на 2,2-5,9% (рис. 10).

Післяжнивний сидерат та обробіток, здійснювали найбільший вплив на зміну водотривкої структури шару ґрунту 0-10 см – на 27,0 і 5,9%. В глибших ґрунтових горизонтах частка впливу сидерату та обробітку слабшала – в шарі 10-20 см – на 2,7 і 3,7%, та в 20-30 см – на 12,1 і 3,6% відповідно.

Серед безполицевих способів загортання сидеральної редьки найбільш ефективним щодо підвищення вмісту водостійкої структури ґрунту при вирощуванні культури гречки виявився глибокий обробіток на 21-23 см. За даного обробітку між загорненою фітомасою сидеральної редьки та часткою водотривких агрегатів 0-30 см шару ґрунту спостерігали найвищу пряму залежність ($r = 0,96$), що була на рівні варіанту оранки (рис. 11).

За інших варіанті проведення безполицевого обробітку між фітомасою сидерату та часткою водотривких агрегатів 0-30 см шару ґрунту мали дещо меншу пряму залежність високої сили зв'язку ($r = 0,95$).

Агрозаходи що сприяли зростанню водотривкої структури чорнозему типового забезпечили підвищення врожайності насіння гречки. Найвищу урожайність культури – 3,42 т/га, яка суттєво різнилася до решти варіантів, отримали за безполицевого обробітку сидерального фону редьки на глибину 21-23 см (рис. 12).

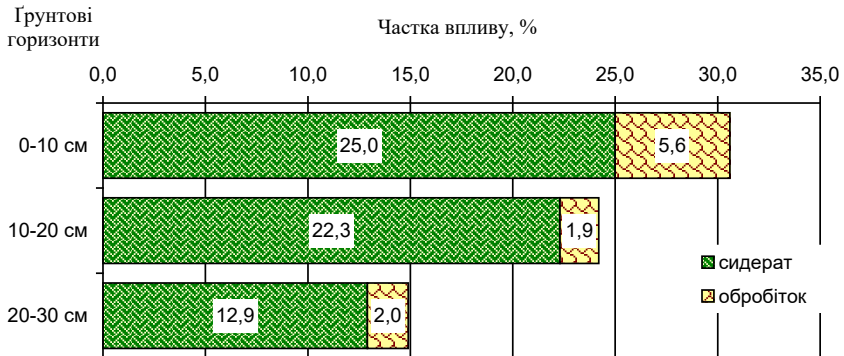


Рис. 10. Частка впливу післяжнивного сидерату та основного обробітку на вміст водотривких агрегатів, % (2021–2023 рр.).

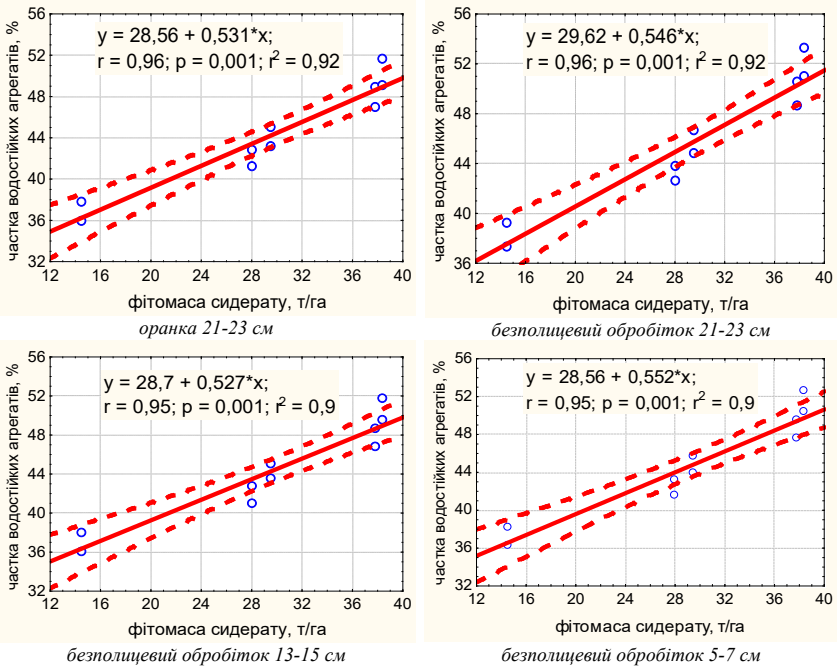


Рис. 11. Залежність вмісту водотривких агрегатів шару 0-30 см від фітомаси сидеральної редьки за різних обробітків, % (2021–2023 рр.).

Цьому обробітку сидерального фону найменше поступався варіант – на 0,09 т/га. За дискових безполицевих обробітків глибиною 13-15 та 5-7 см мали суттєвий недобір насіння гречки порівняно з варіантом оранки – на 0,18 та 0,36 т/га. Проведення цих безполицевих обробітків на безсидеральному фоні також суттєво поступалось варіанту оранки – на 0,1 та 0,21 т/га. За відсутності сидерату безполицевий обробіток глибиною 21-23 см забезпечував рівновелику врожайності насіння гречки – 1,82 т/га, порівняно з оранкою – 1,83 т/га.

Застосування проміжного сидерату редьки олійної, порівняно з безсидеральним фоном, сприяло формуванню суттєво вищих врожаїв насіння гречки за всіх варіантів обробітку ґрунту – на 1,35-1,6 т/га.

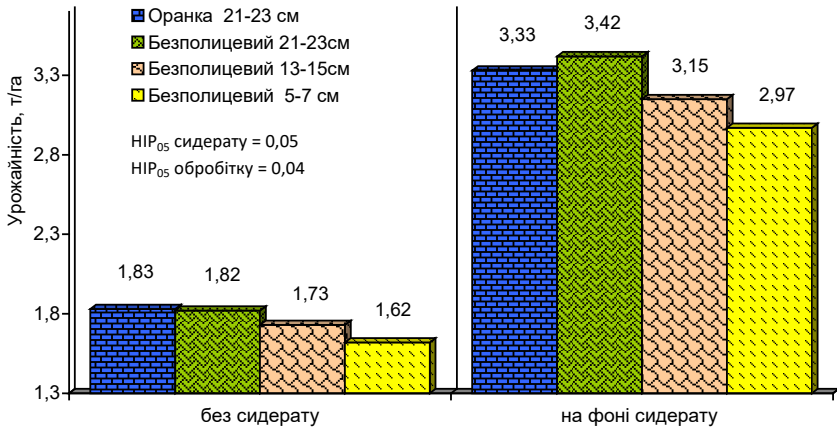


Рис. 12. Вплив сидерату та обробітку ґрунту на урожайність гречки (сер. за 2021–2023 рр.), т/га

Зростання водотривкої структури чорнозему типового напрямку корелювало зі збільшенням урожайності насіння гречки, проте коефіцієнт регресії, який визначає ріст урожайності від поліпшення водотривкості, був вищим за всіх обробіток на фоні сидерату редьки олійної – $b_{xy} = 0,106$ (рис. 13).

Кореляційний аналіз залежності урожайності від водотривкості ґрунтових агрегатів засвідчив вищу залежність при безполицевих обробітках ґрунту – $r = 0,97$, ніж за оранки – $r = 0,95$ (рис. 14).

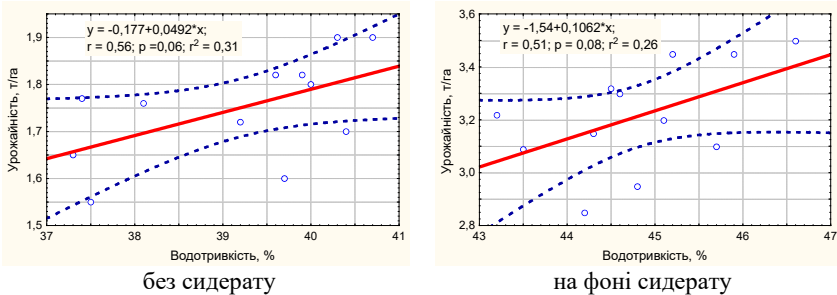


Рис. 13. Залежність урожайності гречки від водотривкої структури при різних агрофонах

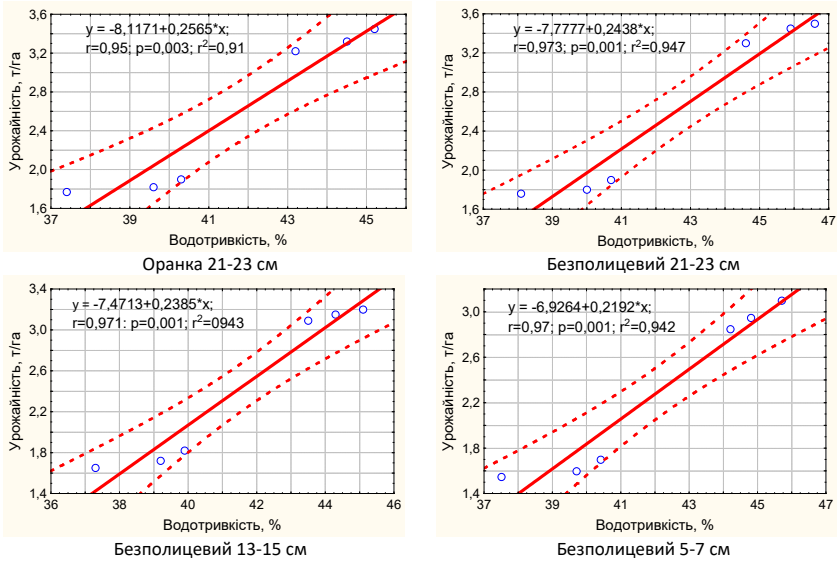


Рис. 14. Залежність урожайності гречки від водотривкості структури при різних обробітках ґрунту (2021–2023 рр.)

Отже, як показав аналіз отриманих експериментальних даних, для досягнення найбільш дієвого ефекту у відновленні водотривкості структури чорнозему типового сидерат редьки олійної найдоцільно загортати шляхом проведення безпліщєвого обробітку ґрунту глибиною 21-23 см.

5. Висновки

Вище викладені матеріали, вказують на значну перспективу застосування у сучасному землеробстві проміжних посівів зелених добрив, які відіграють значну роль у збереженні та відновленні водотривкості структури чорнозему типового та сприяють найбільшому зростанню врожайності насіння гречки.

В цілому, редька олійна забезпечувала найвищий вміст водотривкості структури ґрунту серед досліджуваних варіантів удобрення, та здійснювала на її формування найбільший вплив, порівняно з іншими сидератами та фонами удобрення.

Суттєве зростання водотривкості ґрунтових часток всіх горизонтів чорнозему типового відбувається на сидеральному фоні після безполіцевого плоскорізного обробітку. Це свідчить про перевагу проведення безполіцевого рихлення ґрунту на глибину 21-23 см для загортання фітомаси сидерату редьки олійної з метою підвищення вмісту водотривкої структури як на поверхні чорнозему типового так і по всьому профілю 0-30 см шару.

Масове впровадження проміжних посівів сидератів сприятиме поновленню поновленню водотривкої структури за рахунок використання відновлювальних ресурсів (накопиченню органічної речовини в ґрунті за рахунок сонячної енергії). Поєднання проміжних сидератів з безполіцевим обробітком забезпечить поновлення оптимальних агрофізичних параметрів, зокрема водотривкої структури, що надасть змогу в умовах змін клімату краще поглинати інтенсивні зливи атмосферні опади та більш ефективно поповнювати ними запаси продуктивної вологи ґрунту.

Такий спосіб забезпечення ґрунтів країни органічною речовиною доволі стратегічно важливий і економічно вигідний та доступний практично кожному господарству.

Список літератури:

1. Гудзь В. П. та ін. Адаптивні системи землеробства : підручник / за ред. В. П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 336 с.
2. Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві / за ред. М. К. Шикули. Київ : Оранта, 1998. 680 с.
3. Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Прасол В. І. Вплив післяжнивних сидератів на біологічну активність чорнозему типового мало гумусного. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 140. С. 84–89.
4. Цицюра Я. Г., Полішук М. І., Броннікова Л. Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2020. 676 с.
5. Ерматраут Е. Р., Міщенко Ю. Г. Післяжнивні сидерати і мікробіологічна активність ґрунту. *Зб. наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2007. Вип. 15. С. 16–19.
6. Канівець В. І. Життя ґрунту. Київ : Урожай, 1990. 160 с.
7. Недвига М. В., Хомчак М. Ю., Осадчий О. С., Бойко Л. Д. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства. Київ : Агрпромвидав. України, 1999. 240 с.
8. Медведєв В. В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков : Изд. «13 типография», 2008. 406 с.

9. Міщенко Ю. Г. Вплив післяжнивного сидерату редьки олійної та обробітку на водопроникність ґрунту. *Вісник СНАУ. Серія «Агрономія та біологія»*. 2015. Вип. 9. С. 119–128.

10. Міщенко Ю. Г., Захарченко Е. А., Масик І. М. Вплив післяжнивного сидерату редьки олійної та обробітку на поживний режим чорнозему типового за вирощування просапних культур. *Вісник СНАУ. Серія «Агрономія та біологія»*. 2020. Вип. 7. С. 8–22.

References:

1. Hudz V. P. ta in. (2014). *Adaptyvni systemy zemlerobstva: pidruchnyk / za red. V. P. Hudzia*. Kyiv: Tsentri uchbovoi literatury, 336 p. (in Ukrainian)

2. Vidtvorennia rodiuchosti gruntiv v gruntozakhysnomu zemlerobstvi (1998) / za red. M. K. Shykuly. Kyiv: Oranta, 680 p. (in Ukrainian)

3. Hudz V. P., Mishchenko Yu. H., Prasol B. I. (2009). Vplyv pisliazhnyvnykh syderativ na biolohichnu aktyvnist chornozemu typovoho malo humusnogo. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, vol. 140, pp. 84–89. (in Ukrainian)

4. Tsytsiura Ya. H., Polishchuk M. I., Bronnikova L. F. (2020). Gruntoznavstvo z osnovamy heolohii. Chastyna II. Henezys, klasyfikatsiia ta vlastyvoli gruntiv: navchalnyi posibnyk. Vinnytsia: TOV "Druk plus", 676 p. (in Ukrainian)

5. Ermatraut E. R., Mishchenko Yu. H. (2007). Pisliazhnyvni syderaty i mikrobiolohichna aktyvnist ґрунту. *Zb. naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*, vol. 15, pp. 16–19. (in Ukrainian)

6. Kanivets V. I. (1990). *Zhyttia ґрунту*. Kyiv: Urozhai, 160 p. (in Ukrainian)

7. Nedvyha M. V., Khomchak M. Yu., Osadchyi O. S., Boiko L. D. (1999). *Laboratornyi i polovyi praktykum z gruntoznavstva*. Kyiv: Ahropromvydav. Ukrainy, 240 p. (in Ukrainian)

8. Medvedev V. V. (2008). *Struktura pochvy (metody, henezys, klasyfykatsiia, evoliutsiia, heohrafiia, monitorynh, okhrana)*. Kharkov: Yzd. "13 typohrafiia", 406 p. (in Ukrainian)

9. Mishchenko Yu. H. (2015). Vplyv pisliazhnyvnoho syderatu redky oliinoi ta obrobittu na vodopronyknist hruntu. *Visnyk SNAU. Seriiia "Ahronomiia ta biolohiia"*, vol. 9, pp. 119–128. (in Ukrainian)

10. Mishchenko Yu. H., Zakharchenko E. A., Masyk I. M. (2020). Vplyv pisliazhnyvnoho syderatu redky oliinoi ta obrobittu na pozhyvnyi rezhym chornozemu typovoho za vyroshchuvannia prosapnykh kultur. *Visnyk SNAU. Seriiia "Ahronomiia ta biolohiia"*, vol. 7, pp. 8–22. (in Ukrainian)