

CHAPTER «AGRICULTURAL SCIENCES»

OPTIMIZATION OF THE TIMING OF PLOWING WINTER RYE FOR GREEN MANURE IN BUCKWHEAT CULTIVATION

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРМІНІВ ЗАГОРТАННЯ ПОСІВУ ЖИТА ОЗИМОГО НА СИДЕРАТ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГРЕЧКИ

Yurii Mishchenko¹
Gennadiy Davydenko²
Yevheniia Butenko³

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-531-0-8>

Abstract. It is important for modern agricultural production to find a solution to the problem of soil fertility reproduction, which occurs by replenishing organic matter and is most profitable in the realities of today when using intermediate sowings of green manure. However, under conditions of unstable moisture, it is necessary to interrupt the spring growth of winter crops for green manure in advance to avoid overdrying the root layer of the soil for the following main crops. *The purpose* of the article was to determine the best time for planting winter rye green manure to form as much green fertilizer as possible and to ensure optimal conditions for growing the main crop – buckwheat, among which the most influential in conditions of unstable moisture is the sufficiency of soil moisture reserves. *Methodology* of the research involved determining soil moisture

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

by the thermostat-weight method, soil density by the cutting ring method, soil hardness by penetrometry, and weediness by the quantitative weight method. *Results* of the research showed that the extension of the growing season of winter rye sowing for green manure before buckwheat sowing (3 decades of May) ensures the formation of the highest yield of green biomass – 40 t/ha and, accordingly, the largest accumulation of sequestered carbon from the atmosphere – 4.32 t/ha. However, at a given time of green manure incorporation in the root layer of the soil, the highest density and hardness were determined for buckwheat cultivation. The lowest density of 0-30 cm of soil layer was caused by green manure incorporation in the second decade of May both at the time of buckwheat sowing – 1.09-1.18 g/cm³ and at its flowering – 1.11-1.2 g/cm³. When green manure was planted in the second decade of May, the lowest soil hardness was also determined at the time of sowing – 9.6-17.3 kg/cm² and flowering – 10.5-20.4 kg/cm². When winter rye green manure was planted no later than 10 days before sowing buckwheat, the largest reserves of productive moisture were formed in the upper 0-10 cm layer – 12.2-12.4 mm. At the time of flowering, buckwheat had the best reserves of productive moisture in the 0-30 cm layer – 35.2 mm when green manure was planted in the second decade of May. Buckwheat crops were the least weed-infested when green manure was planted in the second decade of May. Here, at the time of flowering and harvesting buckwheat, the lowest number of weeds was found – 5.1 and 36.4 pcs./m² and their weight – 14.1 and 115.9 g/m². The best indicators of agrophysical properties of the soil and weediness of crops contributed to the formation of the highest yield of buckwheat – 2.72 t/ha when winter rye green manure was planted in the 2nd decade of May. *Practical implications and Value/originality.* The use of winter rye for green manure contributes to the renewal of soil organic matter and atmospheric carbon sequestration through the use of renewable resources. Cultivation of winter rye green manure also provides natural protection of the soil cover from water and wind erosion, while providing biological soil loosening and supporting the vital activity of soil biota through the functioning of living roots. In climatically changed to periodic extremely dry moisture conditions, it is necessary to interrupt the spring vegetation of winter rye sowing for green manure in time. Sowing green manure 10 days before sowing buckwheat will allow to form the largest possible amount of

green manure biomass without significant losses of soil moisture reserves, which are necessary for the germination of the next crop and determine the parameters of soil compaction.

1. Вступ

В теперішній час зміни клімату на планеті актуальним стає застосування відновлювального або регенеративного землеробства, основними положення якого є відновлення верхнього шару ґрунту, збільшення біорізноманіття, покращення колообігу води, підтримка біосеквестрації, підвищення стійкості до зміни клімату та зміцнення здоров'я, родючості та життєздатності ґрунту [2, с. 14; 3, с. 17]. Відновлювальне землеробство спрямоване на дотримання симбіозу рослин і біології ґрунту для природного і сталого виробництва їжі [11, с. 36; 3, с. 47].

Вперше про відновлювальне сільське господарство згадував Інститут Родаля в США у 1980-х рр., проте лише приблизно в 2010 р. він був запропонований як спосіб боротьби зі зміною клімату. Ідея полягала в тому, щоб фіксувати вуглекислий газ з повітря у ґрунтах як органічний вуглець, застосовуючи методи землеробства, спрямовані на збільшення органічної речовини ґрунту. Відтоді практика регенеративного землеробства набула більш широкого значення та впливає як на загальний стан ґрунту так і стан екосистем.

Відновлювальне землеробство за своєю суттю має бути схожим на природу, природу її, забезпечуючи постійне перебування живих коренів у ґрунті, що приносить користь ґрунтовим організмам та допомагає уникнути водної та вітрової ерозії. Утримання поверхні ґрунту під покривом посівів або рослинних решток захищає ґрунт від сонця, дощу та вітру. Проміжні покривні культури у відновлювальному землеробстві вирощують для захисту та збагачення ґрунту. Зазвичай їх висівають після збору основної культури та переривають їх вирощування восени або ж перед сівбою наступної культури.

Для захисту ґрунтових організмів від фізичних пошкоджень у відновлювальному землеробстві зменшують або мінімізують обробіток, доповнюючи механічні рихлення біологічними розпушуваннями, що допомагає краще утримувати вологу в ґрунті та забезпечує триваліше зберігання рослинних решток у ролі мульчі на поверхні [12, с. 3].

У центрі уваги регенеративної методології – ефективне використання сонячної енергії за допомогою фотосинтезу сільськогосподарських культур. Ґрунти мають бути постійно вкриті різноманітною рослинністю та корінням, а посіви, сидерати, підсиви, луки та пасовища, таким чином, безперервно забезпечувати біологію ґрунту енергією [3, с. 35]. Регенеративні фермери розпушують біологічно ущільнені ґрунту та обробляють ґрунт максимально м'яко та поверхнево.

Завдяки регенеративним заходам фермери формують багаті гумусом і біологічно високоактивні ґрунти, що мінімізує потребу в захисті вирощуваних посівів [3, с. 52; 8, с. 2]. Багаті гумусом ґрунти здатні набагато більше поглинати та накопичувати вологу за короткий проміжок часу. Що дає змогу під час сильних опадів уникнути марного поверхневого стоку води та накопичити її в ґрунтових горизонтах. Дана стратегія дозволяє покращити захист від ерозії та повеней, захистити посіви від посухи та відновити оптимальні запаси ґрунтової вологи.

Методи відновлювального землеробства передбачають постійне укорінення біологічного різноманіття ґрунту для подальшого відновлення різноманітної біології ґрунту [1, с. 25; 7, с. 6]. Цього можна досягти застосовуючи посіви змішаних культур та проміжних сидератів і підсіву [6, с. 3; 13, с. 427].

Життя ґрунту взаємодіє з вирощуваними культурами як цілісний організм. Мікроорганізми живуть у симбіозі з рослинами, які постачають ґрунт сонячною енергією у вигляді цукру, а в обмін на це рослини отримують поживні речовини з ґрунтової біології [6, с. 2; 9, с. 4]. Якщо вміст гумусу перевищує 5-6%, в ґрунті виникає власна динаміка симбіозу за якої ґрунтові організми постійно регулюють і оптимізують хімічний і фізичний склад ґрунту. За таких умов слід лише підтримувати функціонування цього симбіозу рослинно-ґрунтових організмів.

Регенеративне сільське господарство повертає вуглець у ґрунт. Живий, біологічно різноманітний і багатий вуглецем ґрунт є родючим. Родючий ґрунт є основою для продуктивного та прибуткового сільського господарства та поживної, здорової їжі. Відновлюване сільське господарство є найкращим запобіжником щодо збереження ґрунтових, водних та повітряних ресурсів для існування нинішніх та майбутніх поколінь.

На кожен одинвідсотковий приріст органічної речовини в ґрунті, один гектар землі може уловлювати додатково 12 тон атмосферного вуглецю і містити на 22,5 тон більше води, яку може використовувати сільськогосподарська культура [3, с. 78].

Ґрунт може стати найбільшим інгібітором глобального потепління; вміст вуглецю у ґрунтах вищий, ніж в атмосфері та у всій рослинності разом взятих [3, с. 42; 10, с. 16]. Однак фермери «спалюють» органічну речовину в процесі використання ґрунтів, посилюючи емісію парникових газів. Найкраще, що аграрії могли б зробити – це повернути органічну речовину до ґрунту.

Незайманий ґрунт природної екосистеми містив понад 500 т органічної речовини на гектар, що зберігало вологу опадів, забезпечуючи врожай при посушливих умовах. Але за час господарювання половина органічної речовини ґрунтів потрапила в атмосферу [4, с. 137].

До індустріальний вміст діоксиду вуглецю в атмосфері становив 280 ppm, а на сьогодні його кількість перевищила 400 ppm, що й індукує глобальне потепління [4, с. 145]. Для утримання змін клімату необхідно, щоб зростання середніх температур не перевищувало 1,5°C, порівняно з до індустріальним рівнем, а викиди повинні бути зменшені вдвічі до 2030 р. та зупинені до 2050 р. З 1970 року вміст органічного вуглецю ґрунту в степах зменшився на 165-192 т C/га [4, с. 165].

Таким чином наше поводження з ґрунтом безпосередньо впливає процеси зміни клімату через регулювання викидів CO₂ та можливість в подальшому забезпечувати себе достатніми та якісними запасами їжі [5, с. 35].

В умовах північно-східного Лісостепу України для проміжних посівів можна використати більше 100 днів осіннього вегетаційного періоду з сумою активних температур понад 1000° С. За цей період випадає достатньо опадів для формування врожаю зеленої маси сидератів, однак через нерівномірність їх випадання вибір культур для проміжного вирощування зорієнтований на швидкорослі і посухостійкі культури (гірчиця, редька олійна, ріпак ярий, перко, гречка, фацелія) або ж на озимі (жито озиме, тритікале озиме), які гарантовано зійдуть навіть за значної нестачі осінніх опадів та сформують рано навесні потужно розвинену біомасу.

В той же час, використання за теперішніх кліматично змінених умов проміжних посівів сидератів потребує не лише підбору найбільш адаптованих рослин для озимої форми сидерації, а й встановлення оптимальних термінів переривання вегетації зеленого добрива для уникнення надмірного пересушення кореневмісного ґрунту під посів наступний основної культури, що є доволі вагомим чинником реалізації врожайного потенціалу в умовах нестійкого зволоження.

2. Умови вивчення ефективності застосування проміжних посівів

Вивчення глибини термінів загортання сидерату жита озимого і їх вплив на умови зростання та продуктивність гречки проводилось в умовах північно-східного Лісостепу на базі органічного поля Сумського національного аграрного університету в 2023-2024 рр.

Місце розташування дослідних ділянок входить до помірно континентального поясу, де зима зазвичай є м'якою, а літо теплим. Показник середньомісячної температури місцевості знаходиться в межах $+6,5^{\circ}$ середня багаторічна температура вдається найтеплішою у липні $+18^{\circ}$ найхолоднішою у січні -5°C . В середньому за рік на території розташування дослідних ділянок випадає 580-620 мм вологи. Найбільш чисельна інтенсивність опадів припадає на теплий період року.

Порівняно м'яка зима Лісостепу України, помірно вологе й тепле літо та родючі ґрунти створюють сприятливі умови для одержання високих і сталих урожаїв культур в основних та проміжних посівах. В той же час, при плануванні й проведенні заходів з вирощування культур слід враховувати особливості агрокліматичних умови конкретної території, що надасть змогу максимально ефективно використати природні ресурси та послабити вплив несприятливих метеорологічних явищ.

Час проведення досліджень погоди умови характеризували строканістю як за чисельністю опадів так і значеннями температури повітря. Зокрема нестача опадів спостерігалася в серпні та вересні, що призвело до перенесення сівби жита озимого на пізні строки. Однак, завдяки підвищенню середньодобової температури повітря мали подовження осіннього вегетаційного періоду, що забезпечило достатню суму активних температур для проходження осіннього кущення озимого жита.

Дослід щодо вивчення ефективності термінів загортання жита озимого під посів гречки виконували за наступною схемою:

1) Контроль (без сидерату);

Термін загортання проміжного посіву жита озимого на сидерат:

2) 3 декада квітня;

3) 1 декада травня;

4) 2 декада травня;

5) 3 декада травня.

Сидерат жита озимого сорту Синтетик висівали в проміжному посіві після збирання попередника гречки сорту Антарія. За осінньо-зимово-весняний період проміжний посів сидерату нарощував відповідну величину зеленої маси, загортання якої проводили шляхом дискування.

Технологія вирощування гречки була загальноприйнятою для зони вирощування.

На час сівби та цвітіння гречки (основні критичні терміни для появи сходів та формування насіння культури) визначали наступні показники:

- запаси вологи в 30 см шарі термостатно-ваговим способом;
- щільність ґрунту методом ріжучих кілець;
- твердість ґрунту пенетрометрично;
- забур'яненість посіву кількісно-ваговим методом.

3. Вплив строків загортання сидерату жита озимого на урожайність зеленої маси та обсяги секвестрації вуглецю

Під час досліджень було встановлено, що чим більш тривалий був термін зростання сидерату тим більшу урожайність зеленої маси він формував – від 15 до 40 т/га зеленої маси (рис. 1).

При найпізнішому терміні загортання третій декаді травня отримано найвищу урожайність зеленої маси культури 40 т/га. Найменша урожайність посіву жита озимого була при його загортанні на сидерат в третій декаді квітня і становила 15 т/га. При припиненні зростання жита озимого в першій та другій декаді травня отримали відповідно 22 та 29 т/га біомаси сидерату.

Таким чином, чим тривалішим був період весняної вегетації посіву жита озимого, тим вищий урожай зеленої маси було визначено.



Рис. 1. Урожайність сидерату жита озимого, т/га

Проміжні посіви в даний час є досить актуальними і доцільними з ціллю секвестрації вуглецю з атмосфери. В наших дослідженнях в посівах жита озимого за час їх зростання розрахунковий вміст секвестровано вуглецю коливався в межах 1,08 – 4,32 т/га (рис. 2).

Найбільше секвестровано вуглецю визначалося в зеленій масі жита озимого за найпізнішого терміну його згортання це в третій декаді травня – 4,32 т/га. За найранішого терміну загортання сидерату жито озимого в ньому формувалась найменша кількість вуглецю секвестровано з атмосфери – 1,08 т/га. При загортанні сидерату в першій та другій декаді травня параметр секвестровано вуглецю знаходились в межах 1,78 та 2,61 т/га.

Отже, при загортанні жита озимого на час сівби гречки формувалися найвища урожайність сидерату зеленої маси – 40 т/га та накопичена в ній кількість секвестровано вуглецю з атмосфери – 4,32 т/га.

4. Вплив сидерату жита озимого на умови вирощування гречки

Застосування сидератів забезпечує поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту за рахунок інтенсифікації біологічних процесів рихлення ґрунту та його оструктурення. Внаслідок цього чорноземи

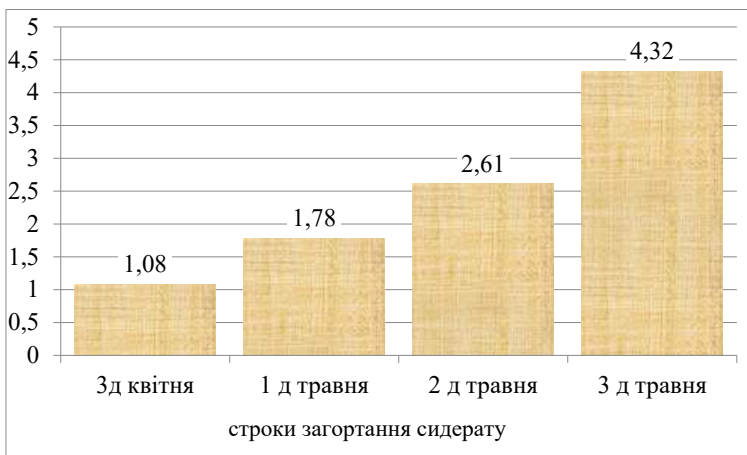


Рис. 2. Секвестровано вуглецю посівом жита озимого на сидерат, т/га

типові стають менш ущільненими та повертають собі оптимальні параметри щільності та твердості.

Визначені параметри щільності зложення ґрунту вказують, що найвищу щільність зложення 30 см шару ґрунту як на час сівби – $1,15 \text{ г/см}^3$, так і на час цвітіння – $1,17 \text{ г/см}^3$ визначено при загоранні сидерату перед сівбою гречки – 3 д. травня (табл. 1).

Найбільш оптимальні параметри щільності на час сівби та на час цвітіння формувалися при загоранні сидерату в другій декаді травня і коливалися в межах $1,09\text{-}1,2 \text{ г/см}^3$.

При загоранні сидератів у першій декаді травня та третій декаді квітня, маючи меншу кількість загорнутої зеленої маси, отримали відповідно дещо вищі показники щільності зложення 30 см шару ґрунту – $1,1\text{-}1,21$ та $1,11\text{-}1,22 \text{ г/см}^3$. Однак дані параметри все-таки були нижчими ніж на контролі без сидерату, де їх визначено в межах $1,12\text{-}1,24 \text{ г/см}^3$.

Визначення твердості під посівами гречки показало, що найменші її параметри були за загорання сидерату у другій декаді травня. Зокрема твердість ґрунту на цьому варіанті на час сівби коливалась в межах $9,6\text{-}17,3 \text{ кг/см}^2$, а на час цвітіння $10,5\text{-}20,4 \text{ г/см}^2$ (табл. 2).

Таблиця 1

**Вплив строків загортання сидерату
на щільність зложення ґрунту, г/см³**

Шар ґрунту, см	Контроль	Строки загортання сидерату			
		3д квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
		на час сівби			
0-10	1,12	1,11	1,10	1,09	1,10
10-20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,16
20-30	1,22	1,20	1,19	1,18	1,19
0-30	1,17	1,16	1,15	1,14	1,15
		цвітіння			
0-10	1,14	1,13	1,12	1,11	1,12
10-20	1,21	1,19	1,18	1,17	1,18
20-30	1,24	1,22	1,21	1,20	1,21
0-30	1,20	1,18	1,17	1,16	1,17

Таблиця 2

Вплив строків загортання сидерату на твердість ґрунту, кг/см²

Шар ґрунту, см	Контроль	Строки загортання сидерату			
		3д квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
		на час сівби			
0-10	12,3	11,2	10,2	9,6	11,6
10-20	16,4	15,4	14,9	14,5	15,4
20-30	18,4	18,2	17,7	17,3	18,2
0-30	15,7	14,9	14,3	13,8	15,1
		цвітіння			
0-10	13,4	12,2	11,1	10,5	12,6
10-20	19,4	18,2	17,6	17,2	18,2
20-30	21,7	21,5	20,9	20,4	21,5
0-30	18,2	17,3	16,6	16,0	17,4

При загортанні сидерату у першій декаді травня та третій декаді квітня твердість ґрунту була дещо вищою і визначалась на час сівби в межах 10,2-17,7 та 11,2-18,2 кг/см², а на час цвітіння – 11,1-20,9 та 12,2-21,5 кг/см².

Через меншу зволоженість ґрунту на ділянках із загортанням сидерату безпосередньо перед сівбою гречки мали найвищу серед сидеральних фонів твердість ґрунту на час сівби – 11,6-18,2 кг/см² та на час цвітіння гречки – 12,6-21,5 кг/см².

На контролі без сидерату твердість ґрунту визначено найвищою серед усіх дослідних варіантів як на час сівби гречки – 12,3-18,4 кг/см², так і на час її цвітіння – 13,4-21,7 кг/см².

Таким чином, загортання сидерату жита озимого у другій декаді травня обумовило найнижчу щільність зложення 30 см шару ґрунту як на час сівби гречки – 1,09-1,18 г/см³, так і її цвітінні – 1,11-1,2 г/см³ та його твердість на час сівби – 9,6-17,3 кг/см² і цвітіння – 10,5-20,4 кг/см².

В теперішніх кліматично змінених умовах лімітуючим фактором визначається волого забезпечення ґрунту. При пізньому перериванні зростання сидерату жита озимого є ризик пересушення рослинами сидератів верхніх шарів ґрунту, що саме ми і спостерігали при загортанні сидерату в третій декаді травня. Тут на час сівби гречки вміст вологи у шарах ґрунту 0-10 та 10-20 см були найнижчими – 15,6 та 18,2% (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив строків загортання сидерату на вологість ґрунту, %

Шар ґрунту, см	Контроль	Строки загортання сидерату			
		Зд квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
		на час сівби			
0-10	19,5	20,5	20,3	20,6	15,6
10-20	22,3	22,1	21,5	19,5	18,2
20-30	23,5	23,2	23,1	22,9	21,9
0-30	21,8	21,9	21,6	21,0	18,6
		цвітіння			
0-10	15,7	16,9	17,2	17,9	15,2
10-20	17,7	18,2	18,5	18,9	16,9
20-30	20,1	20,8	21,2	21,9	19,2
0-30	12,8	13,6	14,0	14,6	12,4

Це призвело до найменшої вологості всього 30 см шару за даного варіанту на час сівби – 18,6%, що відповідно стало причиною повільної появи сходів та подальшої зрідженості посівів гречки.

Загортання жита озимого на сидерат за 10 днів до сівби гречки забезпечувало помітно вищу вологість верхнього 0-10 см шару ґрунту до 20,3-20,6%, що було вище контрольного варіанту, де мали вологість 19,5%.

Це пояснюється тим що збагачені та замульчовані зеленою масою жита краще оструктурюють ґрунт, знижуючи його щільність що відповідно забезпечує ліпше поглинання інтенсивних атмосферних опадів, які трапляються доволі часто в теперішній час.

За термінів загортання сидерату жита озимого не пізніше 10 днів до сівби гречки запаси вологи у верхньому 0-10 см шарі перевищували її вміст на контролі та коливалися в межах 12,2-12,4 мм (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив строків загортання сидерату
на вміст продуктивної вологи, %**

Шар ґрунту, см	Контроль	Строки загортання сидерату			
		3 д квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
	на час сівби				
0-10	11,2	12,2	12,3	12,4	6,7
10-20	15,2	14,7	13,9	11,5	10,1
20-30	17,0	16,4	16,1	15,8	14,7
0-30	43,4	43,3	42,3	39,6	31,5
	цвітіння				
0-10	7,1	8,4	8,6	9,3	6,4
10-20	9,9	10,4	10,6	11,0	8,7
20-30	13,1	13,8	14,2	14,9	11,7
0-30	30,2	32,5	33,4	35,2	26,9

Це обумовлено поповненням вологи від опадів, що випадають, та захистом її від випаровування з верхнього шару під мульчою сидератів.

На час цвітіння найліпші запаси продуктивної вологи було визначено в 0-30 см шарі – 35,2 мм при загортанні сидерату у другій декаді

травня, що й обумовило найліпші умови для формування врожаю насіння гречки.

При загортанні жита озимого на сидерат безпосередньо перед сівбою гречки запаси вологи на час цвітіння гречки не поновлялися в достатній мірі і були зниженими до рівня 6,4 мм у верхньому 0-10 см шарі та 26,9 мм у 30 см.

Отже, при загортанні сидерату жита озимого не пізніше 10 днів до сівби гречки формувалися найбільші запаси продуктивної вологи у верхньому 0-10 см шарі – 12,2-12,4 мм.

На час цвітіння гречки найліпші запаси продуктивної вологи в 0-30 см шарі мали при загортанні сидерату у другій декаді травня – 35,2 мм. Це обумовлено оптимізацією двох чинників. По перше за даного терміну загортання рослини жита озимого не завдавали надмірного пересушення кореневмісного горизонту, а сформована ними потужна фітомаса при надходженні в ґрунт забезпечувала кращу водопроникність та захист поверхні поля рослинними рештками від надмірного нагрівання та відповідно випаровування вологи.

Процеси біологічної деструкції органічної речовини та фітоценозного впливу сприяють появі меншої чисельності та маси бур'янів у посівах культур, що вирощують після сидератів, завдячуючи втраті життєздатності насіння бур'янів та алелопатичному пригніченню їх сходів.

Одержані результати забур'яненості гречки залежно від термінів загортання сидерату наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

**Вплив строків загортання сидерату
на забур'яненість посіву гречки**

Термін обліку	Контроль	Строки загортання сидерату			
		3 д квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
		кількість бур'янів			
На час цвітіння	12,1	10,1	7,1	5,1	24,2
Збирання	24,2	20,2	18,2	14,1	45,5
		маса бур'янів			
На час цвітіння	86,1	70,7	50,2	36,4	174,5
Збирання	191,5	167,7	152,7	115,9	350,0

Наведені дані свідчать, що зріджені від нестачі вологи посіви гречки при загортанні сидерату в третій декаді травня мали найвищу забур'яненість чисельну – 24,2 шт./м² і вагову – 45 г/м² як на час цвітіння, так і на час збирання – 174,5 шт./м² і 350 г/м².

Найнижчу чисельність бур'янів та їх масу в посівах гречки визначено при загортанні сидерату у другій декаді, що становила на час цвітіння – 5,1 шт./м² та 14,1 г/м², а на час збирання – 36,4 шт./м² та 115,9 г/м².

При загортанні сидерату в перші декаді травня та третій декаді квітня чисельність бур'янів підвищувалась до 7,1 та 10,1 шт./м² на час цвітіння і до 18,2 та 20,2 шт./м² – на час збирання гречки. Маса бур'янів тут становила відповідно 50,2 та 70,7 г/м² під час цвітіння і 152,7 та 167,7 г/м² – на час збирання.

За контрольного варіанту чисельність бур'янів визначалася в межах 21 шт./м² на час цвітіння та 24,2 шт./м² на час збирання гречки. Маса ж бур'янів становила відповідно 86,1 г/м² – на час цвітіння та 191,5 г/м² на час збирання гречки.

Отже, посіви гречки були найменш засмічені бур'янами при загортанні сидерату жита озимого в 2 декаді травня, де встановлено на час цвітіння та збирання гречки найменшу чисельність бур'янів – 5,1 та 36,4 шт./м² і їх масу – 14,1 та 115,9 г/м². Загортання сидерату в 3 декаді травня обумовило найнижчу конкурентну здатність рослин гречки до бур'янів через сповільнення появи сходів та подальшого росту й розвитку, що стало наслідком висушення кореневмісного шару ґрунту рослинами сидерату.

Чинники запасів вологи та забур'яненості за нестійкого зволоження обумовили відповідні врожаї насіння гречки (рис. 3).

Зокрема, краще забезпечення вологою та менша забур'яненість посіву обумовили формування найвищого рівню насіння гречки – 2,72 т/га при загортанні під неї сидерату жита озимого у другій декаді травня.

При загортанні сидерату жита озимого в першій декаді травня та третій декаді квітня мали дещо нижчі, порівняно з найліпшим варіантом, параметри врожайності. Однак, їх рівень – 2,53 та 2,13 т/га суттєво переважав отриману величину урожайності насіння гречки на контролі – 1,75 т/га.

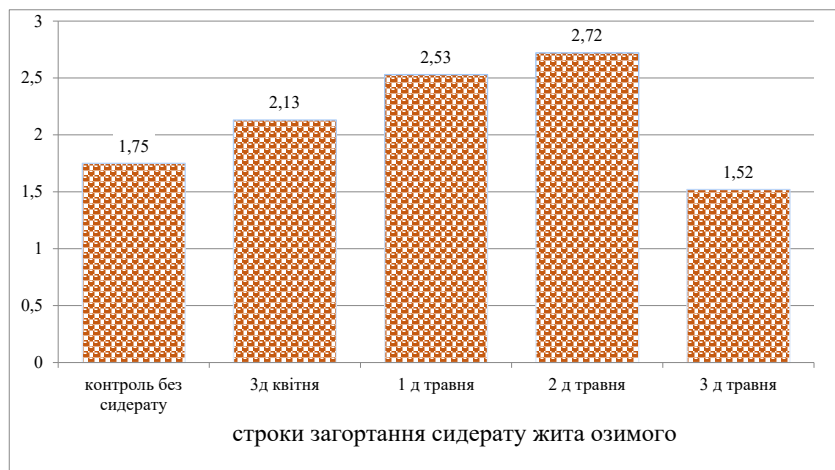


Рис. 3. Урожайність насіння гречки, т/га

При загортанні сидерату жита озимого на час сівби гречки – 3 декада травня, врожайність останньої визначено як найнижчу – на рівні 1,52 т/га, що було суттєво нижче навіть контрольного варіанту.

Таким чином, найліпші показники агрофізичних властивостей ґрунту та забур'яненості посівів сприяли формуванню найвищої урожайності гречки – 2,72 т/га при загортанні сидерату жита озимого в 2 декаді травня.

Застосування сидерату жита озимого під гречку є доволі прибутковим окрім його загортання безпосередньо перед сівбою гречки в третій декаді травня (табл. 6).

Найбільшу вартість від реалізованої продукції було отримано на варіанті із загортанням сидерату жита озимого у другій декаді травня – 32912 грн/га. Найнижчий цей показник було отримано при загортанні сидерату жита озимого безпосередньо на час сівби гречки – 18692 грн/га.

Серед варіантів термінів загортання сидерату найбільший прибуток – 17450 грн/га та рівень рентабельності – 112,9% за найнижчої собівартості насіння – 568 грн/т отримано при загортанні сидерату жита озимого у другій декаді травня.

Економічна ефективність вирощування гречки

Показник	Контроль	Строки загортання сидерату			
		3 д квітня	1 д травня	2 д травня	3 д травня
Урожайність, т/га	1,75	2,13	2,53	2,72	1,52
Ціна реалізації, грн/т	12100	12100	12100	12100	12100
Вартість продукції, грн/га	21175	25773	30613	32912	18392
Виробничі витрати, грн/га	13562	15462	15462	15462	15462
Собівартість 1 т, грн	7750	726	611	568	1017
Прибуток грн/га	7613	10311	15151	17450	2930
Рівень рентабельності, %	56,1	66,7	98,0	112,9	18,9

Виробничі витрати були найнижчими на контрольному варіанті без застосування сидерату – 13562 грн/га. Застосування проміжного посіву жита озимого на сидерат підвищувала виробничі витрати до 15462 грн/га.

За отриманих рівнів урожайності та розрахованих виробничих витрат визначено найвищу собівартість однієї тони насіння гречки – 10172 грн при її вирощуванні на фоні сидерату загорнутого безпосередньо перед сівбою культури – в третій декаді травня.

Порівняно з цим варіантом, на контролі мали нижчу собівартість, яка визначена в межах 7750 грн/т. За решти термінів загортання сидерату жита озимого в 3 декаді квітня та 1 декаді травня мали собівартість насіння гречки нижчою, яка визначалася в межах 7259 та 6111 грн/т. Найнижчу собівартість насіння гречки отримано при загортанні сидерату жита озимого у другій декаді травня – 5685 грн/т.

Щодо прибутку та рівня рентабельності їх найвищими визначено за вирощування гречки після сидерату загорнутого в другій декаді травня – 17450 грн/га та 112,9%.

Найнижчі величини прибутку – 2930 грн./га та рівня рентабельності – 18,9% мали при вирощуванні гречки після сидерату жита озимого, який загортали в третій декаді травня. Це обумовлено низькою урожайності на цьому варіанті і відповідно найнижчою вартістю вирощеної продукції.

При загортанні сидерату в третій декаді квітня та першій декаді травня прибуток коливалися в межах 10311 та 15151 грн/га, а рівень рентабельності – 66,7 та 98%. Дані варіанти переважали контроль без сидерату, за рівнем прибутку на 2698 та 7538 грн/т а за рентабельністю – на 10,5 та 41,8%.

Таким чином, найбільш економічно доцільним вирощування гречки було при загортанні сидерату жита озимого в 2 декаді травня, що забезпечило отримання найвищого прибутку – 17450 грн/га і рівня рентабельності – 112,9% за найменшої собівартості вирощеної продукції – 5685 грн/т.

4. Висновки

Вирощування жита озимого в проміжному посіві на сидерат забезпечує збагачення ґрунту органічною речовиною, поліпшує його агрофізичні властивості та фіто санітарний стан наступної культури – гречки. За найтривалішого часу вегетації посіву жита озимого на сидерат – безпосередньо до сівби гречки, формується найбільше зеленої біомаси – 40 т/га та відповідно найбільше секвеструється в ній вуглецю з атмосфери – 4,32 т/га. Однак, в умовах нестійкого зволоження північно-східного лісостепу України слід не допускати пересушення рослинами сидерату жита озимого кореневмісного шару ґрунту. Переривання розвитку сидерату слід проводити орієнтуючись не лише на накопичення ним максимальної кількості фітомаси, а й на забезпечення необхідної для проростання наступної культури ґрунтової вологи, нестача якої може нівелювати позитивний ефект сидерації.

В умовах північно-східного Лісостепу України найоптимальніше часом загортати посіви жита озимого на сидерат за 10 днів до сівби гречки, що сприяє отриманню найвищої урожайності насіння гречки – 2,72 т/га завдяки формуванню найліпших показників агрофізичних властивостей ґрунту та забезпеченню найвищої конкурентоздатності рослин гречки до бур'янів.

Список літератури:

1. Bunch, R.; Berkelaar, D.; Motis, T.; Bunch, J.; Swartz, S. Restoring the Soil: How to Use Green Manure/Cover Crops to Fertilize the Soil and Overcome Droughts; ECHO Incorporated, 2019. 351 p. ISBN 978-1-946263-30-8.

2. Camarotto, C.; Piccoli, I.; Ferro, N.D.; Polese, R.; Chiarini, F.; Furlan, L.; Morari, F. Have we reached the turning point? Looking for evidence of SOC increase under conservation agriculture and cover crop practices. *European Journal of Soil Science* 2020, 71 p., doi:10.1111/ejss.12953.
3. Dietmar Näser. Regenerative Landwirtschaft. Dietmar Näser. 2., erweiterte Auflage 2021. 200 p. ISBN 978-3-8186-1366-2.
4. IPCC Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2020. 874 p.
5. Kassam, A.; Friedrich, T.; Derpsch, R. Global spread of Conservation Agriculture. *International Journal of Environmental Studies* 2019, 76, P. 29–51, doi:10.1080/00207233.2018.1494927.
6. Lange, M.; Eisenhauer, N.; Sierra, C.A.; Bessler, H.; Engels, C.; Griffiths, R.I.; Mellado-Vázquez, P.G.; Malik, A.A.; Roy, J.; Scheu, S.; et al. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communications* 2015, 6, 6707, 8 p., doi:10.1038/ncomms7707.
7. Lemaire, G.; Franzluebbers, A.; Carvalho, P.C. de F.; Dedieu, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2014, 190, P. 4–8, doi:10.1016/j.agee.2013.08.009.
8. Machmuller, M.B.; Kramer, M.G.; Cyle, T.K.; Hill, N.; Hancock, D.; Thompson, A. Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nat Commun* 2015, 6, P. 1–5, doi:10.1038/ncomms7995.
9. Mycorrhizal Mediation of Soil: Fertility, Structure, and Carbon Storage; Johnson, N.C., Gehring, C., Jansa, J., Eds.; Elsevier, 2016, 16 p. ISBN 978-0-12-804383-7.
10. Oldfield, E.E.; Bradford, M.A.; Wood, S.A. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields SOIL 2019, 5, P. 15–32, doi:https://doi.org/10.5194/soil-5-15-2019.
11. Poelplau, C.; Don, A. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2015, 200, P. 33–41, doi:10.1016/j.agee.2014.10.024.
12. UNEP Emissions Gap Report 2019; 2019; 5 Lal, R. Managing soils for negative feedback to climate change and positive impact on food and nutritional security. *Soil Science and Plant Nutrition* 2020, 66, P. 1-9, doi:10.1080/00380768.2020.1718548
13. Wang, Q.; Li, Y.; Alva, A. Cover Crops in Mono- and Biculture for Accumulation of Biomass and Soil Organic Carbon. *Journal of Sustainable Agriculture* 2012, 36, P. 423–439, doi:10.1080/10440046.2011.627991.

References:

1. Bunch, R.; Berkelaar, D.; Motis, T.; Bunch, J.; Swartz, S. Restoring the Soil: How to Use Green Manure/Cover Crops to Fertilize the Soil and Overcome Droughts; ECHO Incorporated, 2019. 351 p. ISBN 978-1-946263-30-8.

2. Camarotto, C.; Piccoli, I.; Ferro, N.D.; Polese, R.; Chiarini, F.; Furlan, L.; Morari, F. Have we reached the turning point? Looking for evidence of SOC increase under conservation agriculture and cover crop practices. *European Journal of Soil Science* 2020, 71 p., doi:10.1111/ejss.12953.
3. Dietmar Näser. Regenerative Landwirtschaft. Dietmar Näser. 2., erweiterte Auflage 2021. 200 p. ISBN 978-3-8186-1366-2.
4. IPCC Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2020. 874 p.
5. Kassam, A.; Friedrich, T.; Derpsch, R. Global spread of Conservation Agriculture. *International Journal of Environmental Studies* 2019, 76, P. 29–51, doi:10.1080/00207233.2018.1494927.
6. Lange, M.; Eisenhauer, N.; Sierra, C.A.; Bessler, H.; Engels, C.; Griffiths, R.I.; Mellado-Vázquez, P.G.; Malik, A.A.; Roy, J.; Scheu, S.; et al. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communications* 2015, 6, 6707, 8 p., doi:10.1038/ncomms7707.
7. Lemaire, G.; Franzluebbers, A.; Carvalho, P.C. de F.; Dedieu, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2014, 190, P. 4–8, doi:10.1016/j.agee.2013.08.009.
8. Machmuller, M.B.; Kramer, M.G.; Cyle, T.K.; Hill, N.; Hancock, D.; Thompson, A. Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nat Commun* 2015, 6, P. 1–5, doi:10.1038/ncomms7995.
9. Mycorrhizal Mediation of Soil: Fertility, Structure, and Carbon Storage; Johnson, N.C., Gehring, C., Jansa, J., Eds.; Elsevier, 2016, 16 p. ISBN 978-0-12-804383-7.
10. Oldfield, E.E.; Bradford, M.A.; Wood, S.A. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields SOIL 2019, 5, P. 15–32, doi:https://doi.org/10.5194/soil-5-15-2019.
11. Poeplau, C.; Don, A. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2015, 200, P. 33–41, doi:10.1016/j.agee.2014.10.024.
12. UNEP Emissions Gap Report 2019; 2019; 5 Lal, R. Managing soils for negative feedback to climate change and positive impact on food and nutritional security. *Soil Science and Plant Nutrition* 2020, 66, P. 1-9, doi:10.1080/00380768.2020.1718548
13. Wang, Q.; Li, Y.; Alva, A. Cover Crops in Mono- and Biculture for Accumulation of Biomass and Soil Organic Carbon. *Journal of Sustainable Agriculture* 2012, 36, P. 423–439, doi:10.1080/10440046.2011.627991.