

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця на
правах рукопису

ОВЧАРУК ВІТАЛІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК: 631.874.2/631.871/631.452

ДИСЕРТАЦІЯ

ОЦІНКА ВПЛИВУ СИДЕРАТИВ І ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА НА
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

201 – Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 В.В. Овчарук

Науковий керівник:

Ткачук Олександр Петрович доктор
сільськогосподарських наук, доцент

Вінниця – 2022

АНОТАЦІЯ

Овчарук В.В. Оцінка впливу сидератів і відходів рослинництва на агроекологічний стан ґрунту та якість продукції в умовах Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 – Агрономія. Вінницький національний аграрний університет, Вінниця. 2022.

Дисертаційна робота присвячена вивченню доцільності застосування падалишніх сидератів на показники агроекологічного стану ґрунту, урожайності, якості та екологічної безпечності продукції культур сучасної інтенсивної сівозміни; розрахунку обсягів надходження відходів рослинництва у ґрунт за умови її повного повернення та балансу поживних речовин у ґрунті.

Досліджено особливості росту і розвитку падалишніх сидератів і наступних культур у сівозміні, їх урожайності; якість та екологічну безпечність зерна кукурудзи та насіння соняшнику, як наступних культур після сидератів, показники родючості та забруднення важкими металами; розрахованого обсяги виносу поживних речовин з ґрунту на вирощування основних сільськогосподарських культур інтенсивної сівозміни та їх повернення з відходами рослинництва. Встановлено та розраховано кореляційно-регресійні залежності між досліджуваними чинниками.

У дисертаційній роботі представлено вирішення важливої наукової проблеми – підвищення врожайності, якості та екологічної безпечності продукції сільськогосподарських культур, поліпшення показників агроекологічного стану ґрунту за рахунок використання падалишніх сидератів, що істотно здешевлює одержану продукцію та вирощування таких сидератів. Обґрунтовано доцільність застосування сидератів в умовах інтенсивного землеробства Лісостепу правобережного. Проаналізовано використання

відходів рослинництва в умовах інтенсивного землеробства. Проаналізовано природні умови Лісостепу правобережного та умови проведення досліджень і агротехніку на дослідному полі.

Забезпечення сприятливих агротехнічних умов для росту падалишніх сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого може забезпечити ними впродовж 63-91 доби їх вегетації біологічної маси 23,1-33,0 т/га за висоти 22-64 см. Найдовший вегетаційний період для формування сидератів має ріпак озимий близько 91 доби. Це визначається його раннім збиранням – середина липня, найкоротшим серед інших культур терміном від збирання культури до появи сходів його близько 18 діб. Найкоротший термін вегетації падалишніх сидератів характерний для ячменю близько 60 діб. Це пояснюється його пізнім збиранням – перша декада серпня, тривалим періодом появи сходів від збирання урожаю близько 23 діб та біологічними особливостями тривалого періоду яровизації, що не дозволяє швидко пройти фазу кушення.

Встановлено, що біологічна маса падалишніх сидератів, зароблена у ґрунт сприяє підвищенню вмісту гумусу на 0,11-0,14%, азоту лужногідролізованого – на 1,7-7,1%, калію обмінного – на 27,4-32,2%. Найвищий вміст гумусу у ґрунті забезпечують сидерати горох та ріпак озимий – по 2,44%, азоту лужногідролізованого – 127 мг/кг – горох, фосфору рухомого – 520 мг/кг – пшениця озима, калію обмінного – 230 мг/кг – ріпак озимий, найбільшу суму ввібраних основ – 16,8 мг-екв./100 г – горох, найменшу гідролітичну кислотність – 1,60 мг-екв./100 г – пшениця озима, найвище значення рН 5,85 – ячмінь ярий.

Визначено, що вирощування сидератів зумовлює підвищення вмісту у ґрунті рухомих форм важких металів свинцю на 17,2-24,3%, кадмію – на 10,0-14,3%, міді – на 17,6-22,2%, цинку – на 34,7-39,9%, порівняно з варіантом без сидератів. Серед досліджуваних сидератів найменший вміст у ґрунті свинцю – 1,28 мг/кг та кадмію – 0,20 мг/кг, забезпечує ріпак озимий; міді – 0,51 мг/кг –

горох і ріпак озимий; цинку – 1,73 мг/кг – ячмінь ярий.

Доведено, що падалишні сидерати пшениця озима, ячмінь ярий, горох та ріпак озимий сприяють підвищенню урожайності соняшнику на 11,4-14,0%, кукурудзи – на 15,1-23,5%, порівняно з контрольним варіантом без сидератів. Найвищу урожайність насіння соняшнику – 3,48-3,51 т/га та зерна кукурудзи – 10,1-10,2 т/га забезпечують падалишні сидерати горох та ріпак озимий.

Визначено, що сидерати мають вплив на якісну цінність одержаної продукції. Зокрема вміст олії у насінні соняшнику зростає на 0,2-0,7%, проте збільшувалось кислотне число олії на 0,26-0,47 одиниць. Найвищий вміст олії у насінні соняшнику забезпечував падалишній сидерат ріпак озимий – 49,2%, а найменше кислотне число – пшениця озима – 1,12.

Також сидерати підвищують вміст білка у зерні кукурудзи на 0,41,4% та жиру на 0,1-0,3%, але зменшують вміст крохмалю на 0,9-2,3%. Найвищий вміст білка і жиру забезпечував сидерат горох, відповідно 10,8% та 4,8%, крохмалю – ячмінь ярий – 56,3%.

Використання падалишніх сидератів ріпаку озимого, гороху та ячменю ярого зменшувало вміст свинцю у зерні кукурудзи на 3,6-4,5%, кадмію – на 16,0-34,0%, міді – на 18,2-37,5%, цинку – на 15,1-72,5%. Найменший вміст свинцю у зерні кукурудзи – 1,05 мг/кг містилося після сидератів гороху і ріпаку озимого, кадмію – 0,066 мг/кг і цинку – 1,99 мг/кг – після пшениці озимої, міді – 2,03 мг/кг – після пшениці озимої та гороху.

У насінні соняшнику вміст свинцю після вирощування сидератів зменшувався на 20,4-44,4%, кадмію – на 30,8-46,2%, міді – на 7,3-17,9%, цинку – на 12,9-40,8%. Найнижчий вміст свинцю, міді та цинку був виявлений після вирощування сидерату гороху, відповідно 0,30; 5,15 та 18,95 мг/кг, кадмію – після ячменю ярого та гороху – 0,07 мг/кг.

Доведено, що коефіцієнт накопичення свинцю зерном кукурудзи після вирощування сидератів був на 17,3-26,9% меншим, кадмію – на 25,044,6%, міді

– на 35,1-51,4% та цинку – на 47,3-83,4% меншим, ніж на варіанті без сидератів. Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю був виявлений після сидерату ячменю ярого та гороху – 0,76; кадмію та міді – після пшениці озимої, відповідно 0,31 та 3,76; цинку – після гороху – 1,06.

У насінні соняшнику накопичувалось свинцю на 37,3-56,9%, кадмію – на 37,5-54,2%, міді – на 26,6-32,4% і цинку – на 45,9-64,4% менше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю, міді та цинку насінням соняшнику був встановлений після сидерату гороху, відповідно 0,22; 10,10 та 10,08, а кадмію – після гороху та ячменю ярого – 0,33.

Розраховано, що в умовах інтенсивного землеробства з вирощуванням пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику, ріпаку озимого та сої від цих культур може утворитися в середньому 3,2-8,5 т/га відходів рослинництва, найбільше – з кукурудзи. Із цією кількістю відходів рослинництва у ґрунт може надійти 20,24-68,60 кг/га азоту, 10,12-34,30 кг/га фосфору, 16,00-217,56 кг/га калію. Найбільше азоту, фосфору та калію надійде до ґрунту з відходами рослинництва соняшнику.

Враховуючи виніс поживних речовин азоту фосфору і калію з ґрунту на формування урожаю цих культур, баланс поживних речовин азоту при поверненні усіх рослинних решток до ґрунту буде мінусовим – 71-114 кг/га, фосфору – мінус 36-38 кг/га, калію – за пшеницею – плюс 43 кг/га за іншими культурами – мінус 37-182 кг/га. Найменший баланс азоту у ґрунті спостерігатиметься після вирощування сої, фосфору – соняшнику, а найбільший: за азотом – після вирощування кукурудзи, фосфору і калію – сої.

При поверненні до ґрунту відходів рослинництва зернобобових симбіотично фіксованих азот культур, баланс азоту у ґрунті буде позитивним після вирощування нуту – плюс 25 кг/га, сочевиці – плюс 22 кг/га, гороху – плюс 5 кг/га та квасолі – плюс 2 кг/га. Баланс фосфору буде найменш негативним після нуту – мінус 19 кг/га, а калію – після сочевиці – мінус 31

кг/га.

Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті, без сидератів – 1,86. При вирощуванні соняшнику найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах з вирощуванням сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1,21, на контрольному варіанті без використання сидератів. Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. При вирощуванні соняшнику найвищий рівень рентабельності був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим.

Ключові слова: сидерати, агроекологічний стан ґрунту, кукурудза, соняшник, урожайність, якість, екологічна безпечність, побічна продукція, поживні речовини, баланс.

ANNOTATION

Ovcharuk V.V. Assessment of the impact of green manures and crop wastes on the agro-ecological condition of the soil and product quality in the conditions of the right-bank Forest-Steppe. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy in a specialty 201 – Agronomy. Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia. 2022.

The dissertation work is devoted to the study of expediency of application of fallen green manures on indicators of agroecological condition of soil, productivity, quality and ecological safety of production of cultures of modern intensive crop rotation; calculation of the amount of by-products of crop production in the soil under the condition of its maximum return and balance of nutrients in the soil.

Peculiarities of growth and development of fallen greens and subsequent crops

in crop rotation, their yield have been studied; quality and environmental safety of corn grain and sunflower seeds as subsequent crops after green manure, indicators of fertility and heavy metals contamination; calculated amounts of removal of nutrients from the soil for the cultivation of major crops of intensive crop rotation and their return with crop by-products. Correlation-regression dependences between the studied factors are established and calculated.

The dissertation presents a solution to an important scientific problem - increasing the yield, quality and environmental safety of agricultural products, improving the agro-ecological condition of the soil by growing fallen green manure, which significantly reduces the cost of production and growing such green manure.

The expediency of the use of greens in the conditions of intensive agriculture of the Right-Bank Forest-Steppe is substantiated. The use of crop by - products in the conditions of intensive agriculture is analyzed. The natural conditions of the Right-Bank Forest-Steppe and the conditions of research and agricultural techniques in the research field are analyzed.

Providing favorable agrotechnical conditions for the growth of fallow siderates of winter wheat, spring barley, peas and winter rape can provide them with a biological mass of 23.1-33.0 t/ha at a height of 22-64 cm during the 63-91 days of their growing season. The longest growing season winter rapeseed takes about 91 days to form siderates. This is determined by its early harvesting - mid-July, the shortest time period from harvesting the crop to the emergence of its seedlings among other crops is about 18 days. The shortest vegetation period of carrion siderates is typical for barley, about 60 days. This is explained by its late harvesting - the first decade of August, the long period of sprouting from harvesting, about 23 days, and the biological features of the long period of vernalization, which does not allow a quick transition to the bushing phase. It was found that the vegetative mass of fallen green manure, earned in the soil increases the content of humus by 0.11-0.14%, alkaline nitrogen - by 1.77.1%, potassium exchange - by 27.4-32.2% . The highest

content of humus in the soil is provided by green peas and winter rape - 2.44%, alkaline nitrogen - 127 mg / kg - peas, mobile phosphorus - 520 mg / kg - winter wheat, exchangeable potassium - 230 mg / kg - winter rape, the largest amount of absorbed bases - 16.8 mg-eq./100 g - peas, the lowest hydrolytic acidity - 1.60 mg-eq./100 g - winter wheat, the highest pH value of 5.85 - spring barley.

It is determined that the cultivation of green manures causes an increase in the content in the soil of mobile forms of heavy metals of lead by 17.2-24.3%, cadmium - by 10.0-14.3%, copper - by 17.6-22.2%, zinc - by 34.7-39.9%, compared to the option without greens. Among the studied green manures, the lowest content of lead in the soil - 1.28 mg / kg and cadmium - 0.20 mg / kg, provided by winter rape; copper - 0.51 mg / kg - winter peas and rapeseed; zinc - 1.73 mg / kg - spring barley.

It is proved that winter green wheat, spring barley, peas and winter rapeseed increase the yield of sunflower by 11.4-14.0%, corn - by 15.1-23.5%, compared to the control version without green manure. The highest yields of sunflower seeds - 3.48-3.51 t / ha and corn grains - 13.1-13.2 t / ha are provided by fallen green peas and winter oilseed rape.

It is determined that greens have an impact on the quality value of the products. In particular, the oil content in sunflower seeds increased by 0.2-0.7%, but the acid number of oil increased by 0.26-0.47 units. The highest oil content in sunflower seeds was provided by winter rapeseed green manure - 49.2%, and the lowest acid number - winter wheat - 1.12.

Green manures also increase the protein content of corn grain by 0.4-1.4% and fat by 0.1-0.3%, but reduce the starch content by 0.9-2.3%. The highest content of protein and fat was provided by green peas, respectively 10.8% and 4.8%, starch - spring barley - 56.3%.

The cultivation of fallen greens of winter rape, peas and spring barley reduced the lead content in corn grain by 3.6-4.5%, cadmium - by 16.0-34.0%, copper - by 18.2-37.5%, zinc - by 15.1-72.5%. The lowest content of lead in corn grain - 1.05 mg

/ kg was contained after green peas and winter oilseed rape, cadmium - 0.066 mg / kg and zinc - 1.99 mg / kg - after winter wheat, copper - 2.03 mg / kg - after winter wheat and peas.

In sunflower seeds, the lead content after growing greens decreased by 20.4-44.4%, cadmium - by 30.8-46.2%, copper - by 7.3-17.9%, zinc - by 12.9- 40.8%. The lowest content of lead, copper and zinc was found after growing green peas, respectively 0.30; 5.15 and 18.95 mg / kg, cadmium - after spring barley and peas - 0.07 mg / kg.

It is proved that the coefficient of accumulation of lead by corn grain after growing greens was 17.3-26.9% lower, cadmium - by 25.0-44.6%, copper - by 35.1-51.4% and zinc - by 47.3-83.4% less than in the version without greens.

The lowest coefficient of lead accumulation was found after green barley and pea green manure - 0.76; cadmium and copper - after winter wheat, 0.31 and 3.76, respectively; zinc - after peas - 1.06.

Lead sunflower seeds accumulated by 37.3-56.9%, cadmium by 37.554.2%, copper by 26.6-32.4% and zinc by 45.9-64.4%. less than in the version without growing greens. The lowest coefficient of accumulation of lead, copper and zinc by sunflower seeds was set after pea green manure, respectively 0.22; 10.10 and 10.08, and cadmium - after peas and spring barley - 0.33.

It is estimated that in the conditions of intensive agriculture with the cultivation of winter wheat, corn, sunflower, winter rape and soybeans from these crops can be formed on average 3.2-8.5 t / ha of by-products, most of them from corn. With this amount of by-products, 20.24-68.60 kg / ha of nitrogen, 10.12-34.30 kg / ha of phosphorus, 16.00-217.56 kg / ha of potassium can enter the soil. Most of the nitrogen, phosphorus and potassium will go to the soil with by-products of sunflower.

Given the removal of nutrients from nitrogen, phosphorus and potassium from the soil to form a crop of these crops, the balance of nitrogen nutrients in the return of all plant residues to the soil will be negative - 71-114 kg / ha, phosphorus - minus 36-

38 kg / ha, potassium - for wheat - plus 43 kg / ha for other crops - minus 37-182 kg / ha. The lowest balance of nitrogen in the soil will be observed after growing soybeans, phosphorus - sunflower, and the largest: nitrogen - after growing corn, phosphorus and potassium - soybeans.

When by-products of leguminous symbiotically fixed nitrogen crops are returned to the soil, the nitrogen balance in the soil will be positive after growing chickpeas - plus 25 kg / ha, lentils - plus 22 kg / ha, peas - plus 5 kg / ha and beans - plus 2 kg / Ha. The balance of phosphorus will be the least negative after chickpeas - minus 19 kg / ha, and potassium - after lentils - minus 31 kg / ha.

The highest energy coefficient of maize cultivation was set on the variant with cultivation of winter rape green manure - 2.41, and the lowest - on the control variant, without green manure - 1.86. When growing sunflower, the highest energy factor - 1.38-1.39, was set on the options for growing green peas and winter oilseed rape, and the lowest - 1.21, in the control version without the use of green manure.

The highest level of profitability of maize cultivation was established on the variant with green rape green manure - 51.8%, which was 10.7% more than on the variant without green manure cultivation. When growing sunflowers, the highest level of profitability was set on the option with green rapeseed.

Key words: greens, agro-ecological condition of soil, corn, sunflower, productivity, quality, ecological safety, by-products, nutrients, balance.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті, у наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science:

1. Viktor Mazur, Ihor Didur, Oleksandr Tkachuk, Hanna Pantsyreva, **Vitaliy Ovcharuk**. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, №. P. 54-60. (Scopus). (0,63 друк. арк., особистий внесок – 0,13 друк. арк.).

2. Razanov Serhiy, **Ovcharuk Vitaliy**, Krasnyak Olena, Bakhmat Mykola, Bakhmat Oleg. Agroecological assessment of green manures grown from winter grain harvest lost in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11 (4). P 895-902. (Web of Science). (0,78 друк. арк., особистий внесок – 0,16 друк. арк.).

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. **Овчарук В. В.**, Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Кравченко В.С. Оцінювання хімічного складу бобових багаторічних трав, вирощених в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами. *Вісник Уманського Національного Університету Садівництва*. 2017. № 2. С. 40-43. (0,39 друк арк., особистий внесок – 0,10 друк. арк.).

4. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., **Овчарук В.В.** Інтенсивність накопичення важких металів зерном пшениці озимої залежно від попередників. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 165-169. (0,43 друк арк., особистий внесок – 0,14 друк. арк.).

5. Разанов С.Ф., Разанова А.М., **Овчарук В.В.** Вплив рівня забруднення ґрунтів важкими металами на інтенсивність накопичення їх у листі розторопші плямистої (*silybum marianum*). *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3 (14). С. 196-205 (0,30 друк арк., особистий внесок – 0,10 друк. арк.).

6. Ткачук О.П., **Овчарук В.В.** Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. *Сільське господарство та*

лісівництво. 2020. № 3 (18). С. 161-171. (0,43 друк арк., особистий внесок – 0,22 друк. арк.).

7. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., **Овчарук В.В.**, Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. *Збалансоване природокористування*, 2021.

№ 4. С. 144 – 152. (0,65 друк. арк., особистий внесок – 0,16 друк. арк.).

Патент на корисну модель:

8. Разанов С.Ф., **Овчарук В.В.** Спосіб вирощування сидератів. Патент UA 151011 U України, МКП 2022 A01C 21/00, A01B 79/00 № u202105548, заявл. 01.10.2021; опубл. 26.05.2022 р. Бюл. 21/2022.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

9. **Ovcharuk V.** Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. *The scientific heritage*. 2020. № 49. P. 4-7. (0,38 друк. арк.).

Інші видання (тези доповідей):

10. Ткачук О.П., **Овчарук В.В.** Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. *Scientific achievements of modern society. Abstracts of IX international scientific and practical conference*, April 28 – 30, 2020, Liverpool. P. 1069-1076. (0,30 друк. арк., особистий внесок – 0,15 друк. арк.).

11. **Овчарук В.В.** Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту. *Dynamics of the development of world science. Vancouver, Canada*. 2020. № 9. P. 781-788. (0,31 друк. арк.).

ЗМІСТ

РОЗДІЛ. 1. СИДЕРАТИ ТА ВІДХОДИ РОСЛИННИЦТВА У ЗЕМЛЕРОБСТВІ (огляд літератури)	22
1.1. Обґрунтування доцільності застосування сидератів в умовах інтенсивного землеробства	22
1.2. Використання відходів рослинництва в землеробстві	36
Висновки до розділу 1	51
Список використаних джерел до розділу 1	51
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДИКА І ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ	69
2.1. Природні умови Лісостепу Правобережного	69
2.3. Умови проведення досліджень та агротехніка на дослідному полі	79
Висновки до розділу 2	82
Список використаних джерел до розділу 2	83
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР НА ПОКАЗНИКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ	87
3.1. Ріст, розвиток та вегетативна маса сидеральних культур в умовах інтенсивного землеробства	87
3.2. Оцінка ефективності використання сидератів для поліпшення показників родючості ґрунту	94
3.3. Використання сидератів для зниження забруднення ґрунту важкими металами	100
Висновки до розділу 3	106
Список використаних джерел до розділу 3	107
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ СИДЕРАТИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР, ПОЖИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ВИРОЩЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ	109
4.1. Формування урожаю сільськогосподарських культур, вирощених після сидератів	109
4.2. Поживна цінність та екологічна безпека рослинницької продукції, вирощеної після сидератів	115
Висновки до розділу 4	131

Список використаних джерел до розділу 4	133
РОЗДІЛ 5. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ҐРУНТУ	134
5.1. Використання відходів рослинництва основних культур інтенсивної сівозміни для поліпшення агроекологічного стану ґрунту	134
5.2. Використання відходів рослинництва зернобобових культур для поліпшення агроекологічного стану ґрунту	145
РОЗДІЛ 6. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТИВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	155
6.1. Біоенергетична оцінка	155
Висновки до розділу 6	160
ВИСНОВКИ	162
РЕКОМЕНДАЦІЇ	166
ДОДАТКИ	167

ВСТУП

Актуальність теми. Ґрунт, як природний ресурс, постійно зазнає природного й антропогенного впливу. Вплив природних чинників відбувається безперервно, але мінеральні та органічні речовини знаходяться у рівновазі, завдяки чому не порушується природний хід геологічних процесів.

Антропогенний вплив на ґрунти спричинює їх деградацію, призводить до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. В Україні екологічні наслідки деградації ґрунтів і погіршення їх якості особливо загострилися у сучасний період внаслідок використання земель як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації її витрат. Висока продуктивність угідь у цьому випадку забезпечується внесенням високих норм мінеральних добрив та пестицидів.

Це призводить до нещадного виснаження природної родючості ґрунтів, що називається деградацією. Деградація ґрунту призводить до погіршення властивостей, родючості і якості ґрунту, забруднення його хімічними токсичними речовинами, що обумовлено зміною умов ґрунтоутворення внаслідок впливу природних або антропогенних чинників. Деградація ґрунтів, а нерідко і повне їх виключення із сільськогосподарського використання, відбувається внаслідок процесів водної та вітрової ерозії, дегуміфікації, декальцинації, переуцільнення сільськогосподарською технікою, нераціональної експлуатації зрошувальних систем, яка призводить до підтоплення і заболочування, вторинного засолення й осолонцювання ґрунтів; через порушення агротехніки, заростання бур'янами та чагарниками, незбалансоване застосування мінеральних добрив, забруднення токсичними речовинами, радіонуклідами, нерегульоване випасання худоби і т.д.

Внаслідок такого антропогенного втручання, ґрунти втрачають свою природну стійкість, що призводить не тільки до зниження їх продуктивності,

але й до повної втрати ґрунтів та виведення їх з обробітку. Наслідком цього може бути не тільки зниження продуктивності посівів, але й істотне погіршення якості вирощеної продукції, яка не тільки зменшує свою поживність, але й накопичує токсичні речовини: важкі метали, пестициди, радіонукліди, солі та кислоти, нафтопродукти.

Ступінь стійкості ґрунтів до хімічних забруднень характеризується такими показниками, як гумусний склад ґрунту, кислотно-основні властивості, окислювально-відновлювальні властивості, катіонно-обмінні властивості, біологічна активність, рівень ґрунтових вод, частка речовин, що знаходяться в розчиненому стані та ін.

Склалась ситуація, коли інтенсивне застосування важкої техніки при обробітку ґрунту, внесення пестицидів і мінеральних добрив, хімічних препаратів порушують природні закони еволюції. Порушилась саморегуляція в живій природі, що послабило самозахист рослин, тварин і людини.

Тривалий час чинником відновлення і стабілізації агроекологічного стану ґрунтів, а відтак і фактором поліпшення якості вирощеної на них продукції, було внесення органічних добрив у вигляді гною. В сучасних умовах унаслідок відсутності тваринницької галузі вирішити дану проблему внесенням гною нереально. Тому одним із найважливіших способів відновлення таких ґрунтів може бути максимальне повернення у ґрунт рослинної маси культур, що не використовується для господарського виробництва та їх відходів. Такими речовинами можуть бути сидерати, а також побічна продукція рослинництва у вигляді стерні, соломи, стебел, бадилля та ін. Питання впливу даних органічних речовин на продуктивність посівів наступних культур у сівозміні вивчена на достатньому рівні Артеменком В. (2003), Бердніковим О.М. (2004), Макаровою Г.А. (2008), Господаренком Г.М. (2012-2016), Разановим С.Ф. (2020) та іншими.

В той же час зміна показників агроекологічного стану ґрунту, зокрема вмісту у ньому поживних речовин, кислотності, важких металів та інших

токсикантів, а також вплив сидератів та відходів рослинництва на якість та екологічну безпечність вирощеної продукції вивчена недостатньо, що і визначає актуальність вибраної теми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану наукових досліджень Вінницького національного аграрного університету і є складовою частиною науково-дослідницької теми: «Екотоксикологічна оцінка харчових недеревних лісових рослинних ресурсів Лісостепу Правобережного» (номер державної реєстрації 0119U101696, термін виконання: березень 2019 року – червень 2022 року), «Оптимізація способів підвищення якості і безпеки продукції рослинництва в умовах забруднення сільськогосподарських угідь Вінниччини різними токсикантами зумовленого інтенсифікацією галузі» (номер державної реєстрації 0121U109037, термін виконання: квітень 2021 року – листопад 2024 року), де автором вивчено екологічну ефективність використання сидератів та побічної продукції рослинництва та поліпшення агроекологічного стану ґрунту та якості і екологічної безпечності вирощуваних культур.

Мета і завдання дослідження. *Метою* досліджень було вивчити вплив сидератів і відходів рослинництва на агроекологічний стан ґрунту та якість одержаної продукції в умовах Лісостепу правобережного.

Для вирішення озвученої мети ставилися наступні *завдання*:

- встановити можливість використання після основних культур у сівозміні різних видів падалишніх сидератів за показниками їх біопродуктивності залежно від тривалості вегетаційного періоду;
- вивчити вплив сидеральних культур на зміну показників родючості ґрунту;
- визначити вплив сидеральних культур на інтенсивність забруднення ґрунту важкими металами;
- встановити рівень прибавки урожайності зерна кукурудзи та насіння

соняшнику, як наступних культур після сидератів;

- визначити вміст та коефіцієнт накопичення важких металів свинцю, кадмію, міді та цинку у зерні кукурудзи та насінні соняшнику при використанні сидератів;

- дослідити вплив вирощування сидератів на показники якості та екологічної безпечності вирощуваних після них культур кукурудзи та соняшнику;

- розрахувати обсяги надходження до ґрунту побічної продукції рослин та поживних речовин із нею за сучасних інтенсивних сівозмін;

- встановити баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні основних культур сучасної сівозміни за умови повного повернення побічної продукції у ґрунт;

- надати економічну та біоенергетичну оцінку вирощування падалишніх сидератів у сучасній інтенсивній сівозміні.

Об'єкт досліджень: процеси та явища відновлення агроекологічного стану ґрунту і безпеки продукції рослинництва за використання сидератів та відходів рослинництва.

Предмет досліджень: показники агроекологічного стану ґрунту, екологічна безпечність та якість продукції рослинництва.

Методи досліджень: польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин, дослідження їх взаємозв'язку з біотичними та абіотичними чинниками; лабораторний – визначення агроекологічних показників ґрунту та хімічного складу і екологічної безпеки рослинницької продукції; розрахунковий – для оцінки енергетичної та економічної ефективності досліджуваних чинників; математично-статистичний – дисперсійна обробка результатів досліджень та визначення кореляційно-регресійних зв'язків між досліджуваними чинниками і урожайністю.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше для умов Лісостепу правобережного розроблені заходи використання падалишніх сидератів, що сприяють підвищенню родючості ґрунту, збільшенню урожайності наступних культур у сівозміні, поліпшенню якості одержаного урожаю із зниженим вмістом у ньому важких металів свинцю, кадмію, міді та цинку і зменшенні коефіцієнта їх накопичення зерном та насінням.

Удосконалено окремі елементи технології вирощування сидератів, що передбачають дискування площі після збирання основної культури та її залишення для росту падалиці з пізнім наступним обробітком ґрунту.

Набули подальшого розвитку питання розрахунку обсягів надходження відходів рослинницької продукції у ґрунт, поживних речовин з нею та балансу поживних речовин у ґрунті за повного повернення органічних відходів рослинництва в умовах сучасної інтенсивної сівозміни.

Практична цінність результатів дослідження та їх впровадження. Цінність отриманих наукових результатів полягає в тому, що теоретичні та практичні положення дисертації зорієнтовані на вирішення актуальних завдань – підвищення агроєкологічного стану ґрунту, урожайності, поживної цінності та екологічної безпеки рослинницької продукції за рахунок вирощування сидератів, а також повного використання побічної продукції рослинництва. Розроблені наукові положення логічно доведено до рівня конкретних пропозицій, придатних для впровадження в практику.

Результати, отримані в дисертаційній роботі, впроваджені у виробничу діяльність ФГ «Зоря Василівки» та ФГ «Про-Харвест» Вінницької області та підтверджують підвищення урожайності зерна кукурудзи на 12,5% і зниження вмісту у ньому важких металів на 3,0-9,0% за використання падалишніх сидератів (акти впровадження №11 та №12 від 11.03.2022).

Підтвердженням наукової та практичної цінності отриманих результатів є використання основних теоретичних та практичних рекомендацій у

навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні окремих частин навчальних дисциплін «Екологія» та «Екотрофологія» (акт впровадженнь № 01.1-60-1539 від 02.10.2020).

Особистий внесок здобувача. Автором разом із науковим керівником розроблені схеми польових дослідів. Дисертантом опрацьовано наукову вітчизняну і закордонну літературу за темою дисертації. Самостійно було закладено польові досліді, проведено спостереження й аналізи, оброблено одержані результати досліджень, доведено позитивний вплив сидеральних культур та відходів рослинництва на поліпшення агроекологічного стану ґрунту і екологічну безпеку вирощеної продукції, сформульовано висновки та рекомендації виробництву. Авторство у спільно опублікованих працях складає 40-60%. Основні положення дисертації розроблено й науково обґрунтовано автором.

Апробація результатів дисертації. Матеріали досліджень доповідалися, обговорювалися та були схвалені на засіданнях вченої ради факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Одержані результати досліджень оприлюднено та обговорено на: Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Молодіжний науковий форум», 23-24 квітня 2019 р., ЛК ВНАУ, м. Ладижин. Тема доповіді: «Вплив сумісного використання соломи та сидератів на агроекологічний стан ґрунту Лісостепу правобережного»; Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції молодих вчених та студентів «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів», 15-16 травня 2019 р., ВНАУ, Вінниця. Тема доповіді «Пріоритети вирощування сидеральних культур в умовах інтенсивного землеробства»; IX International Scientific and Practical Conference «Scientific achievements of modern society», 28-30 April 2020, Liverpool, United Kingdom. Тема доповіді «Вплив соломи пшениці озимої на хімічний стан ґрунту»; IX

International Scientific and Practical Conference «Dynamics of the development of world science», 13-15 May 2020, Vancouver, Canada. Тема доповіді «Потенціал органічних решток як аналог сидератів»; Міжнародній науково-практичній інтернет конференції молодих вчених та студентів «Сучасні тенденції розвитку агропромислового сектора економіки в умовах конвергенції», 14-15 травня 2020 р., м. Вінниця. Тема доповіді «Перспективи застосування сидератів для зменшення забруднення ґрунтів важкими металами»; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Реалізація європейського зеленого курсу в Україні: погляд молодих учених», 14-15 травня 2021 року, ВНАУ, Вінниця. Тема доповіді «Вплив зернобобових культур на агроекологічний стан ґрунту в сучасній інтенсивній сівозміні».

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи висвітлено у семи наукових працях, з них дві статті, опубліковані у міжнародних науко метричних базах Scopus та Web of Science; дві – у наукових фахових виданнях України; одна – у наукових періодичних виданнях інших держав, включених до міжнародних наукометричних баз, дві статті у інших виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 202 сторінках, з яких 166 – основного тексту, що складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, включає 38 таблиць, 31 рисунок і 11 додатків. Список використаних джерел містить 227 посилань, з них 34 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СИДЕРАТИ ТА ВІДХОДИ РОСЛИННИЦТВА У ЗЕМЛЕРОБСТВІ

(огляд літератури)

1.1. Обґрунтування доцільності застосування сидератів в умовах інтенсивного землеробства

Актуальність і значущість проблеми відтворення родючості ґрунтів у сільськогосподарському виробництві зумовлені гострою суперечністю між необхідністю забезпечувати сталий розвиток аграрного сектору економіки та інтенсивним розвитком ґрунтово-деградаційних процесів, що унеможливають стаке відтворення родючості ґрунтів. Головною причиною такої ситуації є домінування незбалансованої дефіцитної системи землеробства в Україні, через що найродючіші у світі чорноземи перетворилися на ґрунти із середнім рівнем родючості й продовжують погіршуватися, а врожаї останніх років здебільшого є результатом зниження природної родючості та збіднення її потенційної частини [1-3].

У сільському господарстві України 79% прибутку одержують за рахунок природної родючості і лише 21% є результатом запровадження технологій. Разом з цим відбувається «екологічне проїдання» прибутку, оскільки збитки від зниження родючості ґрунтів є близькими, а в окремі роки вищими за прибуток від реалізації продукції аграрними підприємствами України. Так, у 2010 р. з 18,5 млн. га ріллі, на якій вирощували основні групи культур, безповоротно втрачено 2,38 млн. т азоту, фосфору та калію на суму понад 16,3 млрд. грн. Проте це лише вартість добрив, і не враховано витрати на їх застосування. Згідно з іншими даними щорічні економічні витрати від недобору продукції через ерозію ґрунтів загалом по Україні оцінюють у 1,5 млрд. доларів США, а разом зі здійсненими витратами – близько 2 млрд. доларів [4, 5].

Для припинення зазначених негативних процесів необхідно ширше використовувати природні шляхи відновлення та поповнення запасів органічної

речовини у ґрунті, завдяки чому не лише припиняться деградаційні процеси у ґрунтах, але й підвищиться урожайність вирощуваних на них рослин та знизяться затрати на їх вирощування. В умовах нестачі органічних добрив у вигляді гною, акцент має робитися на зелені добрива – сидерати [6].

Зелені добрива (сидерати) – свіжа рослинна маса спеціально вирощуваних культур, частково або повністю зароблена в ґрунт для підвищення його родючості й поліпшення живлення наступних рослин азотом та іншими елементами. Ці культури називають сидератами, а сам захід – сидерацією, тобто під зеленим добривом розуміють заробляння у ґрунт ще не змертвілої зеленої соковитої біомаси рослин, багатой на цукри, крохмаль, білок та азот, а також їх коріння, яке ще функціонувало на час обробітку ґрунту. Це принципово відрізняє зелене добриво від зароблення у ґрунт інших органічних добрив як сухих (солома), так і частково розкладених (гній) [7-10].

«Сидерація» як і «зелене добриво» досить умовні назви; у першому з них відображається роль сонячного променя (*sidereus* – що має відношення до небесних світил), а в другому – роль хлорофілоносних зелених органів рослин та захід із приорювання зеленої маси в ґрунт, що також називається зеленим угноєнням [11].

В англomовній літературі більш поширеним є термін «покривні культури». Під ним розуміють культури, які вирощують перш за все для створення рослинного покриву незалежно від того, чи буде рослинна маса в майбутньому зароблятися у ґрунт як органічне зелене добриво, чи залишатиметься на поверхні ґрунту у вигляді рослинних решток. Значимість їхнього застосування залежатиме від правильно визначеного основного завдання, яке потрібно вирішити за рахунок вирощуваних покривних культур та обґрунтованого їх підбору для цієї мети [12-15]. Щодо термінів «зелене добриво», «сидеральне добриво», в якості яких можуть бути використані покривні культури, то вони однаково трактуються в нашій і англomовній

науковій літературі.

Також використання кормових та сидеральних культур для створення сприятливих умов розвитку однієї або групи культур у біологізованій системі землеробства називають «середовищеполіпшенням», а самі рослини, які вирощуються з цією метою – «середовищеполіпшувальними культурами», «середовищеполіпшувальними кормовими культурами» та «середовищеполіпшувальними сидеральними культурами» [16, 17].

Заробляння сидератів, як і будь-яких інших органічних добрив, збагачує ґрунт органічними речовинами, знижує його кислотність, забур'яненість полів, підвищує буферність, поліпшує структуру ґрунту, активізує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів. Їх вирощування запобігає втратам елементів живлення внаслідок ерозії та міграції по профілю ґрунту. Сидерацію застосовують на віддалених від ферм полях, куди економічно не вигідно завозити гній, а також у господарствах з малим виробництвом органічних добрив, у спеціалізованих господарствах без тваринництва. Велике значення мають зелені добрива під час рекультивації вироблених кар'єрів нерудних корисних копалин і забруднених ґрунтів. Наприклад, на забруднених моторними мастилами ділянках добре росте конюшина. Для детоксикації ґрунту висівають тилею трилисткову, буркун і конюшину солодку [18-21].

Органічну речовину зеленого добрива можна розглядати як створюваний у ґрунті резерв всіх необхідних рослинам поживних речовин, які переходять у засвоювану форму не відразу, а поступово, впродовж усього вегетаційного періоду, забезпечуючи неперервний ріст та розвиток рослин. Особливо цінним є зелене добриво з бобових культур, здатних збагачувати ґрунт азотом за рахунок фіксації його з атмосфери бульбочковими бактеріями. В цьому сенсі посів бобових зеленоудобрених рослин можна назвати живою фабрикою азотних добрив, які без складних машин, а лише завдяки роботі азотфіксуючих мікроорганізмів зв'язують велику кількість вільного азоту повітря у корисну

форму органічних речовин ґрунту. Так, при заробці 10 т зеленої маси люпину ґрунт збагачується азотом на 54-56 кг/га, конюшини – на 62, гороху та кормових бобів – на 52, лядвенцю рогатого – на 59 кг/га. Важливо й те, що удобрений ґрунт азотом, накопиченим бобовими та зернобобовими рослинами, не потребує додаткових витрат [22-25].

Сидерати мобілізують елементи живлення нижніх шарів ґрунту і переміщують їх в орний шар. Якщо внесення гною – це повернення у ґрунт елементів живлення, що були використані рослинами для створення врожаю, то застосування зеленого добрива – це мобілізація поживних речовин із сонячної енергії, атмосфери та нижніх шарів ґрунту, які мало використовуються [26, 27].

Зелені добрива сприяють відновленню нормального циклу колообігу органічних речовин і азоту в ґрунті. Результати досліджень з використанням мічених ізотопів показали, що при заробці гірчиці білої у вигляді пожнивного сидерата істотно покращилося азотне живлення рослин ячменю і озимих зернових культур, в основному за рахунок підвищення коефіцієнта використання азоту мінеральних добрив на 40-60%. Збільшення ресурсів додаткових форм азоту не тільки створює сприятливіші умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, але й зменшує забруднення ґрунту та рослинницької продукції нітратами та іншими шкідливими речовинами, що можуть надходити з мінеральними добривами [28-32].

Висівати рослини на зелене добрив слід з метою одержання як найбільшої органічної маси. Отже, вони повинні давати великі врожаї. Зелене добриво зазвичай застосовують на бідних ґрунтах, а тому рослини мають бути невибагливі до ґрунтових умов. Також важливо підібрати таку сидеральну культуру, яка мала б низький коефіцієнт транспірації (для економії ґрунтової вологи), низьку норму висіву (для зниження витрат на насіння) та поряд із формуванням високого врожаю біомаси забезпечувала б ранній термін зароблення її в ґрунт [33-36]. Суттєвим є те, що сидеральні пари доцільно

застосовувати не тільки на бідних піщаних і супіщаних ґрунтах у районах достатнього зволоження (на Поліссі України), а й на важких за гранулометричним складом ґрунтах.

Різноманітність і специфіка сидеральних культур вимагає теоретичного та технологічного обґрунтування їх вирощування та удобрення з метою зменшення антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, підвищення продуктивності сівозмін із відтворенням органічної складової ґрунтів [37, 38].

Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив і насіння, на сидерати можна висівати такі культури: бобові – люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох тощо; злакові – жито озиме, пшеницю, ячмінь, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укіс на корм худобі, а отаву – на добриво. За наявності азотних добрив перспективно для сидерації використовувати капустяні культури (ріпак озимий та ярий, суріпицю озиму та яру, редьку олійну, гірчицю білу, перко), фацелію, кормовий горох та інших швидкорослі культури та їх суміші. В якості сидеральних культур можуть знайти застосування астрагал, маш, чина, пажитниця, люцерна, еспарцет, сочевиця, боби кінські, язвенник, шабдар, берс, соя, житняк, пайза, суданська трава та багато інших [39-43].

Стрімка динаміка клімату в бік потепління суттєво змінює звичайні уявлення щодо різноманіття біологічного набору та технологічних можливостей деяких уже давно відомих культур. Добре відомі раніше культури можуть проявляти себе за цих умов з раніше не відомих сторін і демонструвати відмінну продуктивність. Доцільно випробувати нові культури, що добре переносять посушливі періоди, маловимогливі до ґрунту, пристосовані до зростання в пустелях. Це рослини з родини бобових (астрагал шерстистий; солодка гола, шоретка і уральська; горошок маловолосатий, мишачий і

тонколистий; чина бульбова і лугова; еспарцет донський і великий; пажитниця великоквіткова; верблюда колочка несправжня або звичайна), тонконогових (тростяник Кареліна, волосинець багатостебловий і гігантський, осока здуплідна і колхідська) та багато інших культур. Головне, щоб ґрунт не пустував, а був покритий зеленим покривом [44-47].

У Німеччині серед культур на зелене добриво надають перевагу бобовим (конюшина лучна, пасовищна, гібридна, інкарнатна, перська, олександрійська), зернобобовим (люпин, серадела, вика озима та яра, боби кормові, горох польовий), тонконоговим (райграси уельський, німецький, гібридний, однорічний), капустяним (ріпак ярий та озимий, редька олійна, гірчиця, суріпиця озима та яра), фацелії та ін [48].

Заслуговує на увагу використання ароматичних рослин в якості зеленого добрива: *Tagetes L.* (чорнобривці), *Calendula L.* (нагідки), *Mentha L.* (м'ята), *Geranium L* [49].

Сидерацію потрібно запроваджувати з відповідною алелопатичною узгодженістю між культурами. Ефективність її значно зростає, коли сумішки складаються з правильно підібраних культур, як-от: гірчиця + ріпак ярий; еспарцет + райграс однорічний; овес + вика + гірчиця; вика + овес; солома попередника + гірчиця; солома + редька олійна тощо [50].

Дуже популярними є суміші озимих – вики і жита, ярих – вики і вівса, гороху і вівса, пелюшки і кормових бобів, вики ярої, пелюшки й ріпаку.

Потрібно не забувати про санітарний розрив між попередниками рослин на зелене добриво та наступними культурами. Так, капустяні сидерати не можна розмішувати після інших культур цієї родини, ріпаку, буряків цукрових та льону олійного, які мають спільні шкідники і хвороби, а також після соняшнику. Не слід включати бобові в сівозміни з горохом і соєю, багаторічні трави з колосовими та просапними (враховуючи ефекти висушування ґрунту). Проте насичені зерновими сівозміни доречно розбивати посівами буркуну або

гірчиці білої для боротьби з кореневими гнилями та поліпшення біорізноманіття у структурі посівів [51-53].

Ґрунтово-кліматичні умови України дають змогу висівати на зелене добриво велику кількість культур. У регіонах з достатнім зволоженням слід висівати люпин, конюшину, вико-вівсяні суміші, райграс, капустяні культури; у більш посушливих умовах – вико-житню, вико-вівсяну та горохово-вівсяну суміші, горох, буркун, еспарцет [54].

На бідних піщаних ґрунтах добре ростуть дуже вимогливі до вологи серадела, люпин та фацелія. Карбонатні ґрунти добре витримують лише люпин білий та буркун. Для бідних ґрунтів із надмірною кислотністю підходять тонконогові – жито озиме та його різновиди (зеленоукісне, багаторічне), овес, райграс. Капустяні потребують зв'язаніших і родючіших ґрунтів (окрім відносно невибагливої редьки олійної) [55].

Вибираючи сидеральну культуру, зважають на вартість насіння, яке потрібно висіяти на 1 га посівної площі. За використання на зелене добриво тонконогових культур доцільно третину або половину норми азотних і всю норму фосфорних й калійних добрив, призначену для основної культури, внести під сидерат. Біомаса сидерату в такому разі може збільшуватися майже вдвічі, що суттєво підвищує цінність сидерату [56].

Застосовуючи на сидерацію капустяні культури, слід мати на увазі, що біомаса редьки олійної, ріпаку, суріпки та інших визначається наявністю в ґрунті азоту та рівнем ґрунтової родючості взагалі. За низьких запасів азоту і на бідних ґрунтах капустяні сидерати зазвичай не вдаються зовсім. Тому для отримання високого врожаю зеленої маси капустяних потрібно обов'язково вносити мінеральні добрива у нормах 60-90 кг/га діючої речовини. Бобові сидерати можуть мобілізувати 100-200 кг/га біологічного азоту, якого вистачає для вирощування не лише першої, а й наступних культур [57-60].

В сидеральних парах основну культуру доцільно удобрювати через

сидеральну, що підвищує ефективність добрив. Превага цього методу використання мінеральних добрив проявляється за всіх видів і норм удобрення сидеральних культур.

Розрізняють такі способи застосування зелених добрив: підпокровний, самостійний, проміжний, або вставний, укісний, отавний, укісно-отавний. За підпокровного використання сидератів – під покрив основної культури, насамперед висівають еспарцет, люпин, конюшину, буркун, або, наприклад, вику мохнату висівають як озиму культуру з осені, а навесні в посів сіють кукурудзу. У цьому разі ґрунт не обробляють, а застосовують пряму сівбу. Потім, коли вика досягне висоти 30 см, її знищують гербіцидами [61-63].

За самостійного застосування сидератів культура займає все поле впродовж вегетаційного періоду або навіть кілька років підряд (сидеральний пар, «екопар»). Це запобігає водній і вітровій ерозії, пригнічує розвиток бур'янів, сприяє іммобілізації поживних речовин ґрунту.

За проміжного або вставного способу, сидеральна культура займає поле у період між збиранням однієї і сівбою іншої культури. Залежно від строків сівби сидерату, він може бути підсівним (наприклад, люпин навесні підсівають під жито озиме на зелений корм, а після скошування жита сидерат відростає, після чого його приорють) і пожнивним (люпин сіють після збирання ярих або озимих культур). Це найпоширеніший спосіб застосування сидератів. Критерієм можливого використання культур на сидерат у поукісних посівах є температура, за якої припиняється вегетація. Найчастіше сидератом слугують горох, вика, гірчиця біла, райграс, фацелія, ріпак, суріпиця [64-68].

Пожнивні сидеральні культури висівають відразу після збирання основної. До зниження температури до 5 °С зазвичай накопичується достатня кількість зеленої маси (10-20 т/га), яку заорюють [69].

Одним з основних стримуючих чинників широкого впровадження покривних культур є проблема у вологозабезпеченості ґрунтів. Негативна роль

зелених добрив може проявлятися через те, що за надлишкового використання вологи проміжними культурами її може не вистачити для основної культури, що негативно впливає на урожайність останньої. Тому післяжнивні сидеральні культури рекомендується застосовувати у регіонах з кількістю опадів не менше 600 мм за рік [70].

Найскладніші умови для сидератів складаються за їх вирощування у післяжнивний період (липень-серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи в Україні. Її запаси в шарі 0-10 см на чорноземах Центрального Лісостепу становлять 3-8 мм. Аби не допустити повного випаровування вологи з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням озимини, і, як виняток – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з дискування на 5-6 см, боронування та прикотковування поверхні котками [71-73].

Такий обробіток, особливо проведений уночі, руйнує капіляри між верхнім обробленим і нижніми необробленими, більш зволженими шарами (з яких вода піднімається по капілярах вгору). Це припиняє її випаровування та сприяє поступовому зволоженню верхнього шару. Особливо велике значення для молодих сидеральних рослин у разі недостатнього зволоження ґрунту надає роса, бо лише вона рятує рослини від загибелі в суху жарку погоду, а спадаючи з рослин вона добре поліпшує зволоження поверхні ґрунту та приґрунтового повітря [74-76].

Дослідження, проведені на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції дали можливість розробити спосіб зниження впливу погодних умов на продуктивність культур п'ятипільної зернової сівозміни за рахунок післяжнивних посівів гірчиця білої на зелене добриво. В екстремально посушливі періоди вирощування зернових у цій сівозміні під впливом зароблених у ґрунт сидератів запаси продуктивної вологи у верхньому шарі (0-40 см) ґрунту були на 15-25 % вищими [77].

Азот у зеленій масі заораних у ґрунт рослин міститься переважно у формі білкових сполук. У процесі її мінералізації спочатку відбувається амоніфікація, потім нітрифікація, й азот зелених добрив переходить у сполуки, доступні для живлення рослин [78].

Швидкість розкладання заробленої сидеральної маси залежить від низки умов. Мають значення вид і вік сидерату, гранулометричний склад і вологість ґрунту, глибина зароблення. Чим старша рослина, важчий гранулометричний склад і більша глибина зароблення добрива, тим повільніше воно розкладається [79].

Отже, для пришвидшення розкладання й отримання елементів живлення в доступній для рослин формі глибина зароблення сидерату в ґрунт має бути меншою. І навпаки, якщо ставиться мета підвищити вміст гумусу в ґрунті, заробляти його потрібно глибше, оскільки при повільному розкладанні підвищується коефіцієнт гуміфікації. Глибоке заорювання особливо важливе на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Уповільнює розкладання сидератів зароблення разом з бобовими відносно інертних матеріалів, які розкладаються повільно (торф, солома). Такий самий ефект отримують при змішуванні в посіві для сидерації бобових і злакових культур. За добавлення гною або гноївки, навпаки, розкладання зеленого добрива пришвидшується [80-82].

У перший рік дії коефіцієнт використання азоту зеленого добрива зазвичай вищий, ніж гною. Крім того, бобові сидерати мають добре розвинену кореневу систему, що глибоко проникає у ґрунт, тому вони засвоюють поживні речовини з нижніх шарів ґрунту, а також фосфор та інші елементи живлення із важкорозчинних сполук. У зв'язку з цим під час розкладання заробленої рослинної маси верхній шар ґрунту збагачується не лише органічними речовинами та рухомими сполуками азоту, а й фосфором, калієм, кальцієм та іншими елементами [83].

Особливо велике значення має фаза росту й розвитку заорюваних рослин.

Заробляння сидеральних культур у фазі до цвітіння бобових або колосіння злакових активізує мікробіологічні процеси в ґрунті, підвищує врожайність наступних культур, але не впливає на кількість і якість гумусу. Це пояснюють тим, що ніжна зелена маса сидерату бідна на лігнін, швидко мінералізується і в гумусних сполуках не закріплюється [84].

За врожаю біомаси сидеральної культури до 150 ц/га її заробляють у ґрунт оранкою, а за врожайності більше 150 ц/га – спершу прикочують котками чи подрібнюють дисковими боронами або мульчувальниками, а вже потім заорють. Також для припинення росту сидеральних культур можна застосовувати гербіциди суцільної дії [85].

Додаткове подрібнення біомаси рослин на зелене добриво збільшує витрати на їх застосування, проте повздовжнє подрібнення сидеральної маси прискорює біохімічні процеси завдяки збільшенню площі поверхні цих матеріалів і поліпшенню контакту мікроорганізмів із субстратом. Крім того, подрібнена сидеральна маса рівномірніше зволожується, забезпечується киснем, а отже, швидше розкладаються. Вона добре затримує вологу внаслідок порушення капілярної системи і запобігає втратам тепла органічною масою. В результаті прискорення процесів деструкції органічних речовин за рахунок подрібнення збільшується їх витрата на життєдіяльність целюлозоруйнівних мікроорганізмів [86, 87].

Слід зазначити, що заробляння сидератів у ранні строки може спровокувати мінералізацію органічних речовин ґрунту та висушувати його орний шар. Тому сидеральну культуру подрібнюють і загортають перед замерзанням ґрунту восени. Крім того, можна проводити кулісну сидерацію для снігозатримання у зимовий період із загортанням маси рослин навесні дисковими боронами з наступним заорюванням, висота снігового покриву взимку дорівнюватиме висоті сидеральних рослин [88].

В одиниці рослинної маси бобових сидератів міститься така сама

кількість азоту, як і в одиниці гною, але фосфору і калію менше, тому останні додатково вносять з мінеральними добривами. В ґрунті зелені добрива розкладаються значно швидше, ніж інші органічні.

Узагальнені багаторічні дослідження вчених Німеччини показали, що для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, залежно від вирощуваних у сівозміні культур, необхідно заробити таку кількість зеленого добрива: за вирощування зернових культур – не менше 38 т/га зеленої маси, а просапних – 75-100 т/га [89].

За ступенем впливу на врожайність культур сидерати наближаються до підстилкового гною у нормі 20-30 т/га, причому витрати на їх виробництво та застосування в 2-4 рази нижчі [90].

Кожна сидеральна культура має свої особливості використання на удобрення. Так, зелену масу капустияних під озимі зернові культури доцільно подрібнити, задискувати і через 14 діб заробити, бобових культур – подрібнити та заробити без попередньої експозиції у верхньому шарі ґрунту. Ці особливості пов'язані з хімічним складом сидеральних культур і насамперед співвідношення C:N в масі, яке визначає швидкість її мінералізації та доступність елементів живлення для культур [91-93].

Сидерати також використовують для контролю над нематодами. Так, перед основною культурою, якій може загрожувати нематодне зараження, висівають рослини-пастки. Наприклад, в Англії, щоб позбутися золотистої картопляної нематоди, висівають паслін, який здатний за 8-10 тижнів росту скоротити кількість нематод на 50%. У північній Європі деякі різновиди редису й гірчиці білої використовують для зменшення популяції бурякової нематоди. Їх сіють наприкінці літа і збирають наприкінці жовтня, щоб не допустити обнасінення [94].

Також дослідженнями щодо впливу зеленого добрива (редьки олійної та гірчиці) на зміну популяції бурякової нематоди встановлено, що кореневі

виділення цих культур стимулювали вихід личинок із цист у більш ранній весняний період і при недостатній сумі активних температур вони не могли досягнути статевозрілої стадії та дати нове покоління, за рахунок чого щільність їх популяції знижувалась на 30-60 % [95].

Отже, сидерація, крім поповнення вмісту органічних речовин і азоту в ґрунті, має такий різнобічний позитивний вплив на ґрунт: дещо знижується кислотність ґрунту, зменшується рухомість алюмінію, підвищується буферність і ємність поглинання катіонів; усувається ерозія і деградація ґрунту; регулюються ґрунтово-мікробіологічні процеси внаслідок стимуляції розмноження мікроорганізмів; поліпшується структура, зменшуються об'ємна маса і щільність ґрунту; значно збільшується водопроникність і вологоємність ґрунту; знижується ураженість рослин хворобами; мобілізуються елементи живлення ґрунту; зменшується забур'яненість полів; підвищується ефективність добрив і вапнування.

У технологічному процесі вирощування будь-якої культури, а якщо точніше – під час збирання урожаю, за комбайном спостерігаються насінневі втрати. Втрачене насіння класифікується як падалиця. Цю падалицю можна використати в якості сидератів. При цьому можна значно зменшити економічні витрати на висівання сидеральних культур і тим самим покращити фітосанітарний стан ґрунту [96].

Це є так-звані вимушені сидеральні культури – падалиця основних культур. Наприклад, під час збирання озимих зернових чи озимого ріпаку зазвичай відбуваються втрати врожаю. Але їх можна використати як сидерат. Проте слід також враховувати й особливості ґрунтовокліматичних умов [97].

Ефективність використання сидеральних культур, що вирощуються у проміжних посівах у сучасних інтенсивних сівозмінах з обмеженим набором культур є незаперечною, оскільки вони сприяють істотному підвищенню урожайності наступних культур у сівозміні. У той же час вплив сучасного

різноманіття сидеральних культур на агроекологічний стан ґрунту, досліджений не достатньо.

У більшості літературних джерел зазначається про позитивний вплив вирощування сидератів на стан ґрунту переважно узагальненими фразами, без чітких даних щодо поліпшення тих чи інших показників.

Зокрема відомо, що сидерати поповнюють запаси гумусу в поверхневому шарі ґрунту, підвищуючи, таким чином, родючість орного горизонту, збагачуючи його азотом, фосфором, калієм та іншими корисними для культурних рослин макро- і мікроелементами. Також встановлено, що зелені добрива знижують кислотність ґрунту.

В той же час актуальним залишається питання зниження забруднення ґрунтів токсичними елементами: важкими металами, залишками пестицидів, радіонуклідами, солями та кислотами, які особливо на сьогоднішній день збільшили свою небезпеку не лише по відношенню до ґрунтів, але й до накопичення у рослинницькій продукції.

Агросфера України характеризується інтенсивним землеробством із-за сприятливих умов виробництва рослинницької продукції одними із яких є велика порівняно з іншими країнами світу кількість чорноземів. Інтенсивне землеробство на даних ґрунтах призводить до винесення з урожаєм біогенних елементів, що знижує кількість гумусу та їх родючість. За таких умов виникає потреба у постійному їх поновленні, що збільшує обсяги використання мінеральних добрив. В умовах інтенсивного землеробства щорічно використовується близько 130 млн. т. добрив серед яких 70 млн. т. азотних, 39 млн. т. фосфорних та 26 млн. т. калійних добрив [98].

Використання високих доз мінеральних добрив поряд з поновленням ґрунтів азотом, калієм, фосфором та іншими поживними елементами збільшує в них різні токсиканти зокрема важкі метали. Відомо, що з кожним кг аміачної селітри в ґрунти потрапляє 0,5 мг – свинцю і 0,05 мг – кадмію, з суперфосфатом

подвійним 4,4 мг – свинцю і 0,05 мг – кадмію та з калієм хлористим 3,0 мг – свинцю та 3,0 мг кадмію [99].

Аналізуючи безпеку продуктів харчування в останні роки в Україні виявлено перевищення в них гігієнічних норм щодо вмісту плюмбуму, кадмію та ртуті. Встановлено, що біля 10% проб харчових продуктів солі важких металів з яких половинно перевищує ГДК. [100].

1.2. Використання відходів рослинництва в землеробстві

Відповідно до Державного класифікатора України, класифікатор відходів ДК 005-96 зазначає, що відходи виробництва зернових культур належать до відходів рослинництва та включають солому, стерню, полову та інші непродуктивні відходи вирощування зернових, технічних, овочевих та інших культур [101]. Тому при розгляді поняття соломи, полови, стерні, які залишилися після збирання зерна та використані для поповнення запасів поживних речовин у ґрунті, нами використовується термін «відходи рослинництва».

Одним із визначальних чинників, що впливає не лише на родючість ґрунту, а й на рівень урожайності сільськогосподарських культур та якість одержаної продукції, є вміст у ґрунтах органічної речовини – гумусу. Його вміст у ґрунті залежить від кількості надходження органічної маси у вигляді гною, сидератів, рослинних кореневих, стерньових і стеблових решток [102].

Основними джерелами надходження органіки в ґрунт впродовж тривалого часу були органічні добрива. Але різке скорочення тваринництва в Україні у 21 столітті зумовило стійку нестачу органічних добрив навіть для простого відтворення втрат гумусу, що був мінералізований для потреб рослин [102].

Через нестачу органіки почалась дегуміфікація ґрунтів та погіршення їх агрономічних властивостей. Так, за даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та

агрохімії імені О.Н. Соколовського», частка площ, оброблених органічними добривами, сьогодні становить 1,1 %. Тому за останні 20 років вміст гумусу в ґрунтах в середньому по Україні зменшився на 0,22 % [103].

Крім різкого зменшення вмісту гумусу у ґрунтах України спостерігається їх збіднення на основні мінеральні макроелементи: азот, фосфор, калій. За останні 15 років вміст рухомого фосфору і обмінного калію зменшився відповідно на 1,2 та 1,4 мг/100 г ґрунту [104].

Тому, в умовах дефіциту органічних добрив на перший план мають виходити альтернативні джерела поповнення органічної речовини ґрунту, такі як сидерати і відходи рослинництва.

Перспективним напрямом відновлення балансу органічної речовини у ґрунті є сидеральні культури. Але часто отримати їх велику біомасу є досить проблематично, адже вони вимагають спеціальної підготовки ґрунту після збору попередника, наявності достатньої кількості вологи і тепла для росту і розвитку, часу до сівби наступної культури у сівозміні. Основним чинником за таких умов є нестача вологи у ґрунті для формування достатньої біомаси сидеральних культур, тому часто сидеральні культури не дають бажаного ефекту, якщо вони вирощуються у якості післяжнивних посівів [105].

Іншим способом поповнення запасів органічної речовини у ґрунті може бути максимально повне використання відходів основних вирощуваних культур у вигляді соломи, стебел, стерні та коренів рослин. Найбільшу кількість кореневих і пожнивних решток, за такого способу, накопичують багаторічні трави, дещо менше – культури суцільної сівби і ще менше – просапні, особливо цукрові буряки, овочі, кукурудза на силос [106].

При заорюванні пшеничної соломи в ґрунті з кожної тонни утворюється 200 кг гумусу за рахунок використання ґрунтового азоту для розкладання целюлози мікроорганізмами ґрунту. Тому доцільно пріорювати побічну продукцію зернових культур з додаванням 7-10 кг мінерального азоту на кожен

тонну соломи. Внесення 4 т/га соломи не тільки сприятиме росту врожайності першої, а й наступних культур у сівозміні та накопиченню в ґрунті близько 800 кг/га гумусу [107].

Поряд із позитивними властивостями, використання пожнивних решток має і деякі особливості, пов'язані із вирощуванням наступних у сівозміні сільськогосподарських культур.

Останніми десятиріччями у технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур широко застосовують збирання попередників із подрібненням і розкиданням листостеблової маси рослин. Цей спосіб комбайнування простий у застосуванні й економічно доцільний за скорочення витрат на роботи, які пов'язані із транспортуванням соломи чи листостеблової маси, складуванням і перетворенням її на органічні добрива. До того ж ці процеси відіграють велику роль у біологізації землеробства, підвищенні родючості ґрунту, збереженні довкілля [108].

За наявності великої кількості рослинних решток (проекційне покриття поверхні ґрунту – понад 50%) прогрівання верхнього шару ґрунту у весняний період може затримуватися на 0,5-1 °С, порівняно із чистими від решток полями. Від способу розподілення рослинних решток залежить і вологість ґрунту. Інтенсивніше випаровування вологи спостерігається на площах, де проводили загортання пожнивних решток на глибину розпушування гумусового горизонту, а за розподілення поверхнею поля за безполицевого обробітку ґрунту – втрати вологи значно менші [109-112].

Побічна продукція, подрібнена комбайнами та рівномірно розкидана полем, прискорює інфільтрацію вологи у ґрунті, зменшує поверхневий стік, пригальмовує швидкість вітру біля поверхні поля, знижує температуру ґрунту і цим зменшує втрати вологи на випаровування, бере на себе кінетичну енергію дощових краплин, запобігає запливанню ґрунту й утворенню поверхневої кірки, послаблює ерозію і, що не менш важливо, поглинає залишковий, не

використаний для формування врожаю, азот, запобігаючи його втратам і забрудненню ґрунтових вод [113-116].

Систематичне використання соломи, як органічного добрива, пожвавляє життєдіяльність мікрофлори ґрунту та інтенсивність її дихання. Це, у свою чергу, сприяє поліпшенню поживного режиму ґрунту. Внесення соломи – матеріалу, що багатий на вуглець та бідний на азот (із широким відношенням С : N, що дорівнює 80-100), зумовлює закріплення легкодоступного азоту в ґрунті, завдяки посиленню мікробіологічної діяльності, та зниження врожайності наступної культури [117, 118].

До складу соломи входять усі необхідні рослинам поживні речовини, які після мінералізації стають легкодоступними для рослин. Вміст поживних елементів у соломі більший, ніж у зерні. У середньому в соломі пшениці та ячменю міститься 0,5% азоту, 0,2 – фосфору, 0,9-1,0 – калію та 30-40% вуглецю, а в листостебловій масі соняшнику – 1,56% азоту, 0,76% фосфору, 4,52% калію, а також сірка, кальцій, магній та різні мікроелементи (бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт та ін.). Отже, листостеблова маса соняшнику є значно багатшою на макро- та мікроелементи [119-122].

За даними В.С. Чумака та І.Ф. Сокрути, частка повернення поживних речовин із рослинними рештками щодо винесення їх з урожаєм становить: в озимої пшениці – N – 35%; P₂O₅ – 34,6%; K₂O – 28,8%; у кукурудзи, відповідно – 33,0%; 29,3%; 42,2%; у цукрових буряків – 20,6%; 18,1%; 11,8%, відповідно. Найбільшу частку повернення елементів живлення із поживно-кореновими рештками відмічали після збирання соняшнику та багаторічних трав [123-126].

В агрономії традиційною є думка, що інтенсивне вирощування соняшнику та розширення його посівних площ у структурі посівів виснажує ґрунт, знижує його родючість, призводить до погіршення структурованості ґрунту, а також до зменшення кількості агрономічно-цінних агрегатів. Але багато товаровиробників, керуючись своїм досвідом та спостереженнями,

ставлять такі твердження під сумнів, оскільки вони повністю заорюють рослинні рештки соняшнику у ґрунт [127].

Основним джерелом нагромадження органіки в орних ґрунтах є культурні рослини – їхні кореневі та післязбиральні рештки. Нагромадження органічної речовини у ґрунті відбувається уже під час вегетації рослин за рахунок регенерації кореневої системи, корневих виділень і посиленої діяльності мікроорганізмів [128].

Нагромадження рослинних решток у ґрунтах зумовлюється видовим складом, розміщенням і співвідношенням культур у сівозміні. Змінюючи співвідношення площі під різними рослинами, можна певною мірою збільшувати надходження свіжої органічної речовини у ґрунт із рослинними рештками [129].

Слід зазначити, що рослинні рештки містять значну кількість елементів живлення, які можуть використовувати наступні культури сівозміни. За даними дослідників, з рештками різних культур у ґрунт повертається (від загальної кількості їх в урожаї) від 27 до 60,5% азоту, 18,5-51,7% фосфору, 16,7-48,1% калію, 27,6-54% кальцію [130-133].

Проте лише частково органічна речовина ґрунту поновлюється за рахунок пожнивних решток основної вирощуваної культури. При сучасному рівні господарювання повертається до ґрунту від виносу сільськогосподарськими культурами лише 25% поживних речовин. В сучасних умовах економічної нестабільності такий природний компонент як нетоварна частина врожаю сільськогосподарських культур, а саме солома та поживні рештки заслуговують особливої уваги, так як вони можуть стати певною альтернативою органічним добривам [134].

Використанням пожнивних решток є одним із джерел поповнення ґрунту органічною речовиною, потужним чинником підвищення їх біологічної активності та поліпшення агрофізичних параметрів. В сучасних умовах

землеробства втрати енергії, яка міститься в органічній речовині ґрунту, в п'ять разів перевищують її відновлення за рахунок внесення органічних добрив, тому використання побічної продукції є одним із ефективних резервів поліпшення балансу органічних речовин та основних макроелементів ґрунту [135].

Проте серед частини землекористувачів поширена думка про доцільність спалювання соломи, як ефективного засобу боротьби з хворобами і шкідниками. Існує навіть погляд, що мінеральними сполуками, які отримані після спалювання, можна збагатити ґрунт на поживні елементи, але при цьому не враховується, що саме при залишенні соломи на поверхні чи її заорюванні формуються агрономічно цінні агрофізичні властивості ґрунту: структура, водопроникність, вологоємність, підвищується вміст гумусу [136, 137].

Солома згоряє на одному квадратному метрі за 30-40 секунд і температура на поверхні ґрунту може досягати 360 °С, а на глибині 5 см – близько 50 °С. Вигорання гумусу відбувається в шарі ґрунту 0-5 см, а втрати води – в шарі 0-10 см. Дослідження показали, що при спалюванні соломи погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту, зменшується його біологічна активність, збільшується брилистість, знижується частка агрономічно цінних агрегатів та водостійкість [138-140].

В частині господарств солома з полів вивозиться, що також недопустимо. Навіть у тих господарствах, де розвинуте тваринництво, частина соломи залишається невикористаною. В той же час 1 тонна соломи, в середньому, містить 5,0 кг азоту, 2,5 кг фосфору, 8,0 кг калію. Крім основних мінеральних компонентів, у соломі озимої пшениці міститься багато мікроелементів: сірка, бор, мідь, марганець, молібден, цинк та 42% целюлози і 25% лігніну. Такий вміст у соломі лігніну обумовлює подовжений термін її розкладання, протягом якого вона позитивно впливає на агрофізичні властивості, мікробіологічну діяльність, поживний режим ґрунту [141-143].

При розкладанні кореневих та післяжнивних решток зернових культур, у

зв'язку з відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотисті гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються. Встановлено, що для корневих решток озимої пшениці коефіцієнт гуміфікації знаходиться в межах 0,15-0,18 (C:N = 35-40:1), для соломи – близько 0,10 (C:N=80:1). За рахунок широкого співвідношенням у соломі C:N під час її розкладання, мікроорганізми споживають мінеральний азот з ґрунту. За даними Конової коефіцієнт гуміфікації органічних добрив становить 0,2-0,3 (C:N = 25-35:1) [144]. При розкладанні соломи до ґрунту надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, але й багато вуглекислого газу (від 25% від загальної маси соломи). Сполучаючись з водою, він утворює вугільну кислоту, яка сприяє переводу у розчинну форму певної кількості поживних елементів ґрунту. Солома поліпшує повітряний і поживний режими рослин [145].

При розкладанні внесеної в ґрунт соломи переважають два основних процеси трансформації органічної речовини до кінцевих продуктів: вуглекислоти, води і мінеральних елементів (мінералізація) і до утворення стабільних гумусових речовин (гуміфікація) [146].

Розклад рослинних решток у ґрунті проходить повільно і залежить від якості їхнього загортання і погодних умов. Встановлено, що за 2,5-4 місяці розкладається до 46% соломи, за півтора-два роки – до 80%, решта – пізніше. При розкладанні 1 кг соломи в ґрунті, вже через 3 місяці, утворюється близько 50 г гумусу, а через 2 роки новоутворення закінчується, досягаючи максимального значення – близько 90-100 г. Новоутворені гумусові речовини належать до складу так званого «поживного гумусу», а через 4 роки відзначається їх зменшення до 70 г [147].

Для більш ефективного використання поживних решток, зокрема соломи, на даний час є можливість використовувати новітні технології та

препарати, які за своєю природою є своєрідними біологічними каталізаторами. Так, наприклад, комплексний біопрепарат Біодеструктор стерні за рахунок наявності комплексу життєздатних мікроорганізмів (бактерії-азотофіксатори, фосфатмобілізувачі та молочнокислі бактерії, продуценти целюлози та інші), покращує функціонування взаємодію хімічних, фізичних, біологічних факторів ґрунту, які обумовлюють покращення його родючості. Всі корисні мікроорганізми біодеструктора стерні та місцевої мікрофлори, розмножуючись, за рік утворюють до 5 т/га власної біомаси, яка після відмирання є цінним джерелом живлення для мікроорганізмів і рослин. Подібною дією відзначаються також препарати Екстерн, Органік-баланс та інші [148].

Враховуючи видове обмеження культур, що вирощуються у сучасних сівозмінах, яке представлене пшеницею озимою, кукурудзою, соєю, соняшником, ріпаком озимим, саме з цих культур необхідно максимально використати побічну продукцію для поповнення запасів гумусу [149].

Сучасні сівозміни характеризуються вирощуванням обмеженої кількості культур у польовому кліні, інтенсивним застосуванням мінеральних добрив і пестицидів, частим поверненням на одне і те ж поле культури, неоптимальним чергуванням їх у сівозміні [150]. За таких умов складаються несприятливі умови для росту і розвитку рослин, що вимагає зростання обсягів застосування засобів хімізації. Враховуючи нестачу органічних добрив у сучасній сівозміні, які б могли частково стабілізувати стійкість таких агроecosystem, постає суттєва проблема пошуку альтернативних способів поповнення запасу органічної речовини у ґрунті, що сприятиме не тільки покращенню агроecological стану ґрунтів, але й зумовить підвищення стійкості таких одноманітних агроecosystem до впливу шкочинних організмів [151].

В сучасних умовах ведення інтенсивного землеробства альтернативним каналом поповнення запасу поживних речовин і органічної речовини у ґрунті є заорювання побічної продукції найпоширеніших культур: соломи, стебел і

стерні пшениці озимої, ріпаку озимого, кукурудзи, соняшнику та інших [152].

Більш вагомим чинником збільшення накопичення поживних речовин у ґрунті є заорювання побічної продукції зернобобових культур, проте їх агроекологічне значення у сучасній інтенсивній сівозміні недооцінене [153].

Традиційною зернобобовою культурою впродовж другої половини двадцятого століття був горох посівний, який займав у структурі посівних площ кожного господарства не менше 10% [154]. У ті часи його солома використовувалася на корм тваринництву, тому не розсівалася по полях. Винос поживних речовин з ґрунту вирощуваними культурами компенсувався значними обсягами внесення органічних добрив. Агроекологічне значення гороху у ті часи визначалося його азотфіксацією та оптимальними характеристиками цієї культури, як попередника пшениці озимої [155].

У 21 столітті посівні площі гороху в Україні різко скоротилися, а його агроекологічне значення суттєво зросло. Зменшення посівних площ гороху зумовлено економічно-бізнесовими чинниками та не дуже високою інтенсифікацією технології його вирощування. В той же час почали зростати посівні площі інших, часто малопоширених зернобобових культур, зокрема сої, нуту [156].

Зростання агроекологічного значення зернобобових культур у сівозміні визначається не лише їх накопиченням органічної речовини з побічною продукцією, але й симбіотичною азотфіксацією, стрижневою кореневою системою, що добре розрихлює ґрунт, різноманітністю культур у сівозміні та покращенням їх чергування, через короткий вегетаційний період зернобобових культур – додатковим накопиченням вологи у ґрунті, очищенням агроєкосистеми від шкідників, хвороб і бур'янів [157].

В той же час основний агроекологічний акцент на сьогоднішній день робиться на сої, але у господарствах починають зростати посівні площі інших зернобобових культур, зокрема нуту, сочевиці, квасолі, бобів [158]. Про їх

агроекологічне значення у сівозміні відомо надзвичайно мало.

Біологічний вихід нетоварної частини врожаю зернових культур (солома і полова) значно варіює залежно від виду, сорту та урожайності культури. Вихід соломи в середньому розраховується за показником добутку врожаю зерна на відповідний коефіцієнт, що для озимої пшениці дорівнює 1,5-1,7, озимого жита – 1,7-2,0, ярої пшениці та вівса – 1,3-1,5, ярого ячменю – 1,2 і т.д [159].

У середньому в сухій речовині соломи злакових культур міститься 0,5% азоту, 0,25% – фосфору, 0,8% – калію та 35-40% вуглецю. Є також деяка кількість кальцію, магнію, сірки та мікроелементів (бор, мідь, молібден, цинк, кобальт та ін.) У соломі 90% маси становить клітковина, пронизана лігніном, що не розчинний навіть у міцних кислотах. Солома важко розкладається. Це обумовлено також будовою клітковини – багаточленного полімеру глюкози, скрученого у фібрилу (мотузку), що покрита воском і пектином. Останні знижують швидкість розкладання соломи в сотні разів. Гальмує деструкцію соломи мікроорганізмами також широке співвідношення в соломі C:N, що досягає 100. Оптимальне співвідношення для активного розмноження целюлозолітичної мікрофлори C:N - 10-20. Тому на першому етапі після внесення соломи спостерігається зниження в ґрунті доступного для рослин азотного живлення в результаті іммобілізації – біологічного закріплення мінерального азоту в плазмі мікроорганізмів, що розмножуються [160].

У соломі зернобобових культур азоту міститься в 2-3 рази більше, ніж у злакових. Тому співвідношення вуглецю і азоту більш сприятливе для живлення мікроорганізмів [161].

Солома більше, ніж інші органічні добрива, містить органічної речовини, причому дуже цінного для підвищення родючості ґрунту: целюлоза, пентозами, геміцелюлоза і лігнін, які є вуглеводними енергетичними субстратами для ґрунтових мікроорганізмів. Це і є основний будівельний матеріал для гумусу ґрунту [162].

З однієї тонною соломи в ґрунт повертається 4,2 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 8,3 кг калію, 4,2 кг кальцію, 0,7 кг магнію і ряд мікроелементів, які більше накопичуються в соломі, ніж у зерні (табл. 1.1.).

Удобрення соломою підвищує доступність фосфору і калію ґрунту, за рахунок розчинюючої дії речовин кислої природи, що утворюються при її розкладанні. Це особливо важливо при дефіциті мінеральних добрив, що має місце в багатьох господарствах країни. Заробка однієї тонни соломи в сполученні з рідким гноєм або мінеральним азотом по своїй дії рівноцінна 3,5-4,0 т/га соломистого гною. В дослідженнях Інституту сільського господарства Північного Сходу НААНУ було встановлення, що застосування соломи як добрива за ротацію 4-пільної сівозміни сприяло підвищення вмісту гумусу на 0,13-0,17%. А введення в сівозміну багаторічних трав, які були використані як сидерат, за даної системи удобрення сприяло збільшенню запасів гумусу на 0,5-0,54% [163].

Таблиця 1.1.

Середній хімічний склад соломи сільськогосподарських культур

Культури	Вологість, %	Уміст, кг/т					
		Органічна речовина	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Зернові	16	800	4,0	1,5	10,0	2,0	1,0
Зернобобові	16	780	10,0	2,0	11,0	9,0	2,0
Хрестоцвіті	16	780	5,0	1,5	9,0	8,0	2,0
Круп'яні	16	800	7,0	3,0	12,5	5,0	2,0
Кукурудза	16	850	4,5	2,0	12,0	3,0	2,0
Підстилковий гній	75	220	5,0	2,5	6,0	3,5	1,2

Ізогумусовий коефіцієнт соломи дорівнює 0,1-0,25. Це значить, що при залишенні 20-40 ц/га соломи в ґрунті утвориться 0,3-2,6 т/га гумусу [164].

Широке співвідношення C:N у соломі (70-80:1) дуже впливає на

розкладання її в ґрунті. Целюлозорозкладаючі мікроорганізми відчують потребу в азоті. При дефіциті його в соломі мікроорганізми споживають мінеральний азот із ґрунту, тобто йде процес іммобілізації азоту. Установлено, що для нормального протікання процесів розкладання соломи співвідношення С:N повинне бути 20-30:1. Тому ефективність удобрення соломою помітно зростає при поєднанні її з додатковими джерелами азоту. В залежності від культури, що виступала попередником, доза мінерального азоту може коливатися від 3 до 11 кг д. р./т (табл. 1.2.) [165].

При врожаю соломи в 5 т/га в ґрунт щорічно повертається до 40 кг/га K_2O і до 66 кг/га азоту, як найбільш істотних складових мінерального живлення. Виходячи з вмісту поживних речовин у пропонованих хімічною промисловістю добрив, це дорівнює внесенню 80 кг/га калійних і до 190 кг/га азотних добрив у фізичній вазі туків. Крім того, у соломі міститься багато мікроелементів. Звичайно, поживні елементи, зв'язані в органічній речовині, будуть доступні для рослин тільки через 3-5 років – після розкладання соломи. Але при систематичному внесенні соломи ця проблема відпаде сама собою [166].

Таблиця 1.2.

Дози, що компенсують азот залежно від складу соломи

Солома	Склад соломи, %			C:N	Добавка азоту на 1 т соломи, кг, д. р.
	суха речовина	вуглець (C) у сухій речовині	азот (N) у сухій речовині		
Озимої пшениці	86	40	0,50	80	11
Озимого жита	86	38	0,45	85	11
Ячменю	86	40	0,50	80	11
Вівса	86	39	0,65	60	9
Ярої пшениці	86	39	0,60	65	10

Кукурудзи	86	39	0,75	50	8
Ріпаку	85	38	0,70	55	8
Редьки олійної	84	39	0,92	39	6
Суріпиці	84	40	0,86	46	7
Гречки	86	40	0,80	50	8
Гороху	86	42	1,40	30	3
Люпину	86	40	1,10	39	5
Сої	86	37	1,20	30	3
Вики	86	42	1,40	30	3

Як джерело поживних речовин солома поступається іншим органічним добривам. Але на цьому вплив соломи на родючість ґрунту не обмежується. Велика ґрунтозахисна роль соломи при мульчуванні ґрунту і перемішуванні з верхнім шаром ґрунту. Запаси продуктивної вологи з мульчею значно більші, ніж на ділянках без соломи. З підвищенням маси соломи, що залишається, об'єм промочування ґрунту збільшується. При цьому знижуються розміри випаровування вологи з поверхні поля [167].

Щорічне внесення соломи на 3-4 рік підвищує кількість найцінніших водостійких агрегатів розміром більше 0,25 мм і збільшує водопроникність ґрунту. При гарній водопроникності опади і поливна вода проникають у ґрунт, при поганій – вода стікає по поверхні поля, викликаючи ерозію [168].

Солома позитивно впливає на мікробіологічну активність ґрунту. Внесення соломи збільшує приблизно в 2 рази кількість целюлозолітичної мікрофлори у порівнянні з контролем, а також призводить до збільшення активності азотфіксації в ґрунті. І внесення мінеральних добрив із соломою ще більше активізує цей процес. Це наслідок посилення целюлозолітичних процесів, у результаті яких у ґрунті накопичуються продукти деструкції целюлози – низькомолекулярні вуглеводи. А останні є найбільш вигідним в енергетичному плані субстратом для бактерій роду *Azotobacter* [169].

Солома являється суттєвою перешкодою проведенню якісного обробітку ґрунту. З цією метою в ході збирання, або ж одразу після нього її необхідно подрібнювати. Для цих цілей необхідно використовувати зернозбиральні комбайни, обладнані подрібнювачами, а також як альтернатива, кормозбиральні машини – подрібнювачі типу Полісся, Ягуар та ін [170].

При підготовці ґрунту на зяб, після подрібнення соломи необхідно виконати луцення стерні. Основне завдання цього заходу – заробка рослинних решток у верхній шар ґрунту та провокування проростання насіння бур'янів і падалиці зерна. Гарні результати отримують при комплектуванні агрегатів кільчасто-шпоровими котками. Через два-три тижні після проростання бур'янів і падалиці попередньої культури, для компенсації втрат ґрунтового азоту необхідно внести азотні добрива та провести полицеву оранку. Додатковий азот у цьому випадку необхідний для того, щоб забезпечити інтенсивне розкладання соломи. Як добавка краще використовувати амонійну форму азоту, тому що вона краще прискорює розкладання соломи й сильніше зв'язується мікроорганізмами [171].

Додаткового внесення азоту в більшій мірі потребує солома озимих і ярих зернових, менше – кукурудзи, гречки і хрестоцвітих культур. При використанні на добриво соломи бобових культур, що відрізняється високим умістом азоту, компенсаційного добрива можна не вносити. Їх можна також не застосовувати, якщо солома використовується для удобрення зернобобових культур [172].

Найкраще на удобрення соломою реагують просапні, зернобобові, однорічні трави, ярі зернові. Якщо солома зароблена в ґрунт перед сівбою озимих, то спостерігається зниження врожаю через дефіцит азоту та негативний вплив на рослини токсичних фенольних речовин, що нагромаджуються в ґрунті при розкладанні соломи. Гальмуючий ефект свіжої соломи на рослини проявляється при температурі 20 °С протягом 1,0-1,5 місяця. При більш низьких температурах він спостерігається триваліший час. У той же час

необхідно відзначити, що на озимих зернових часто має місце позитивна післядія соломи, використаної на добриво в минулі роки. Тому цінність соломи як органічного добрива проявляється, головним чином, у її післядії [173].

У дослідженнях, проведених в стаціонарному досліді Інституті сільського господарства Північного Сходу на чорноземі типовому середньосуглинковому було встановлено, що використання соломи, як добрива, в середньому за 2011-2013 роки забезпечило прибавку врожаю озимої пшениці після еспарцету 0,39 т/га, озимої пшениці після сої – 0,65, ярого ячменю після соняшнику – 0,59, ярого ячменю після кукурудзи на зерно – 0,69, сої – 0,27, соняшнику – 0,5, кукурудзи на зерно – 0,63 т/га [174].

Максимальний ефект від використання соломи на добриво може бути отриманий лише в тому випадку, якщо повністю дотримуватися технології проведення цього агрозаходу. Чим дрібніше подрібнення соломи, тим швидше проходить її розкладання. Солому треба подрібнювати на різки довжиною до 5-7 см. Домогтися цього можна в результаті правильного регулювання подрібнювачів соломи, встановлених на комбайнах у процесі збирання зернових культур і на інших агрегатах, що використовуються для подрібнення соломи, що перебуває у валках, у післязбиральний період. Неякісно подрібнена солома погано зароблюється в ґрунт, при цьому відбувається забивання робочих органів ґрунтообробних культиваторів і посівних агрегатів [175].

Таким чином, застосування соломи на добриво є ефективним способом її використання. Особливо важливе значення цей агрозахід має для полів, віддалених від ферм, куди транспортування органічних добрив пов'язане із значними витратами та в господарствах із слаборозвиненим тваринництвом чи його відсутністю. При цьому варто мати на увазі, що соломі ріпаку, зернобобових і гречки необхідно подрібнювати і заорювати в ґрунт незалежно від віддаленості полів від місця заготівлі органічних добрив. Застосування соломи на добриво дозволяє домогтися істотної економії матеріальних засобів,

які можна використовувати на інші цілі.

Висновки до розділу 1

1. Таким чином, встановлено, що в умовах інтенсифікації рослинництва та землеробства, коли вирощується обмежений набір культур у сівозмінах, спостерігається деградація ґрунтів, що потребує постійного підвищення обсягів внесення мінеральних добрив та пестицидів.

2. Вирішити зазначену проблему можливо за рахунок повернення у ґрунт вилученої органічної речовини. Для цього необхідно застосовувати органічні добрива. В умовах занепаду тваринництва та нестачі гною, єдиною дієвою альтернативою є вирощування сидератів, а також повне повернення до ґрунту відходів рослинних решток вирощуваних культур.

3. З метою здешевлення затрат на вирощування сидератів, ефективного використання наявної у ґрунті вологи та пришвидшення їх проростання, новим напрямом у землеробстві є використання сидератів із втраченого насіння під час збирання основної культури – так званих «вимушених» або падалишних сидератів. Вивчення агроекологічної доцільності їх вирощування є новим напрямом агрономічної та агроекологічної науки, який практично не розвивався.

4. Поряд з тим, в умовах зміни клімату та інтенсифікації виробництва важливим напрямом досліджень є вивчення балансу поживних речовин у ґрунті за повного повернення усіх рослинних решток та відходів рослинництва. Ці питання є актуальними та лягли в основу наших досліджень.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Стецишин П.О., Пиндус В.В., Текуценко В.В. Основи органічного землеробства: навчальний посібник для студ. агр. вищ. навч. закл. Вінниця: Нова Книга, 2011. 552 с.

2. Басанець О. «Задобрюємо» землю: органічні добрива для відтворення ґрунтів і підвищення родючості. *Суперагроном*. URL: <https://superagronom.com/articles/40-zadobryuyemo-zemlyu-organichni><https://superagronom.com/articles/40-zadobryuyemo-zemlyu-organichni-dobryva-dlya-vidtvorennya-gruntiv-i-pidvischennya-rodyuchostidobryva-dlya-vidtvorennya-gruntiv-i-pidvischennya-rodyuchosti> (дата звернення 29.12.2021.).

3. Мащенко Ю., Гайденко О. Рациональне удобрення зберігає ґрунт. URL: <https://www.growhow.in.ua/ratsionalne-udobrennya-zberigaye-grunt/> (дата звернення 29.12.2021.).

4. Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: <https://khoda.gov.ua/alternativn%D1%96zahodiv%D1%96dtvorennja-rodjuchost%D1%96-grunt%D1%96v--vsuchasnih-umovah-gospodarjuvannja> (дата звернення 29.12.2021.).

6. Цилюрик О., Десятник Л. Система динамічної сівозміни. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia><http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10145-systema-dynamichnoi-sivozminy.html> (дата звернення 11.08.2020).

7. Демчук Н. Технологія вирощування гороху. Від вибору сорту до збирання. *Суперагроном*. URL: <https://superagronom.com/articles/364><https://superagronom.com/articles/364-tehnologiya-viroschuvannya-gorohu-vid-viboru-sortu-do-zbirannya> (дата звернення 11.08.2020).

8. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. Кірчук І.С., Пішта Д.С. та ін. Особливості вирощування гороху і озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2019. № 1 (83). С. 45-49.

9. Соя: посівні площі в Україні 2010-2019 рр. *Суперагроном*. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/59-soya-posivni-ploschi-v-ukrayini-20102019-rr> (дата звернення 11.08.2020).

10. Камінський І.В. Ефективність використання зернобобових культур у

польових сівозмінах як попередника. *Економіка АПК*. 2013. № 4 С. 24 – 27.

11. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2001. Вип. 61. С. 193-197.

12. Разанов С.Ф., Дідур І.М., Первачук М.В. Ефективність зниження забруднення ґрунтів свинцем і кадмієм за бджолозапилення сільськогосподарських культур в умовах їх мінерального підживлення. *Сільське господарство та лісництво*. 2015. № 2. С. 94-101.

13. Артеменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель. *Пропозиція*. 2003. № 6. С. 36-38.

14. Бабич Н.Н., Попов Д.Ю. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами. *Аграрная наука*. 2007. № 10. С. 22-23.

15. Серединський С.М., Бростовська А.Л. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівозмінах на волого забезпечених ґрунтах Західного Лісостепу. *Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: мат. міжн. наук.-практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави»*. 2014. Вип. 1. С. 290-292.

16. Бердников А.М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Чернигов: Черниговское НПО «Элита», 1992. 191 с.

17. Антоненць С.С. Сидеральні культури: практичні рекомендації. Полтава: Сімон, 2011. 52 с.

18. Бердников А., Волкогон В. Сидераты против бесхозяйственности. *Зерно*. 2013. № 4. С. 128-130.

19. Шувар І. Сидерація – невід’ємна складова біологічного землеробства. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 1-2. С. 21-23.

20. Бердніков О.М., Никитюк Ю.А. Роль сидерації в сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 12-15.

21. Бульо В.С., Сорочинський В.В., Оліфір Ю.М. Роль нетрадиційних органічних добрив у регулюванні родючості сірих лісових

ґрунтів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50. С. 12-20.

22. Шувар І. Сидерати знову «в моді». *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 23 (270). С. 25-27.

23. Бульо В. С., Сорочинський В. В., Оліфір Ю. М. Родючість сірого лісового ґрунту під впливом нетрадиційних систем удобрення сільськогосподарських культур у короткотривалих сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2007. Вип. 49. С. 21-28.

24. Arlauskiene A., Maiksteniene S., Slepeliene A. The effect of catch crops and straw on spring barley nitrogen nutrition and soil humus composition *Zemdirbyst–Agriculture*. 2009. V. 96. № 2. P. 53-70.

25. Возняковская Ю.М., Попова Ж.П., Новиков М.Н., Тужилин В.М. Сидераты как фактор биологизации земледелия. *Земледелие*. 1999. № 1. С. 44-49.

26. Гладка А.Б. Зелені добрива – основа підвищення родючості ґрунтів. Тези наук. конфер. Редкол.: П. Г. Копитко (від. ред.) та ін. Умань, 2008. Ч. 1. С. 24-26.

27. Стрельцова І.Б., Колісник В.І. Урожай зерна сортів пшениці озимої вирощуваної на сидеральних парах. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2010. Спеціальний випуск. Книга 3. С. 284-286.

28. Глушков В.Б. Поживные сидеральные культуры и продуктивность ярового ячменя. *Плодородие*. 2013. № 4. С. 39-40.

29. Серединський С.М. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 4. С. 52-56.

30. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Вплив сидеральних парів на врожай пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (м. Херсон, 24 квітня 2015 р.). Херсон: ІЗЗ, 2015. С. 29-31.

31. Лисянський О.Л. Культури на зелене добриво в польовій

агроекосистемі. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції» / Редкол.: О.О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. (м. Умань, 23-24 квітня 2013 р.). Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2013. С. 53.

32. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати – резерв відтворення родючості ґрунту. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 24 (319). С. 31-37.

33. Перспективи застосування зеленого добрива (сидератів) на Хмельниччині (методичні рекомендації). Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН. 2013. 24 с.

34. Господаренко Г.М. Еколого-агрономічне значення сидеральних парів. “Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства”: збірник тез III Міжвузівської наукової конференції з міжнародною участю. Умань, 2012. С. 23-26.

35. Салтановська О.П. Зміна родючості сірого лісового ґрунту Правобережного Лісостепу за різної інтенсивності його використання та сидерації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.03. Київ, 2011. 22 с.

36. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Вміст поживних речовин у ґрунті після удобрених сидеральних парів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 65-71.

37. Перспектива впровадження технологій з використанням сидеральних культур. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 204-207.

38. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Алелопатичний вплив сидеральних культур на пшеницю озиму. *Вісник Житомирського агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 190-198.

39. Макарова Г.А., Глущенко М.К., Вакуленко Ю.В. Сидерація як фактор підвищення родючості ґрунтів. *Науково-методичний журнал*. 2008. Т. 81. Вип. 68. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили. С. 51-54.

40. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Вплив видів і доз мінеральних

добрив на врожай сидеральних культур у Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 86. Ч. 1: Агрономія. С. 13-17.

41. Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 12. С. 24-27.

42. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Рециркуляція біогенних елементів у ґрунті за різних сидератів та їх удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. 88. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 7-16.

43. Науменко М.Д., Михалевич О.Ф. Вплив сидерації на забур'яненість полів у Західному Поліссі. *Аграрна наука – виробництво*. 2013. № 1. С. 8.

44. Kogut B.M., Sysuev S.A., Kholodov V.A. Water stability and labile humic substances of typical chernozems under different land uses. *Eurasian Soil Science*. 2012. V. 45. No 5. P. 496-502.

45. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Формування органічної речовини сидератами залежно від удобрення та їх вплив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58. Ч. II. С. 48-55.

46. Reddy K.S., Mohanty M., Rao D.L.N. Nitrogen mineralization in a vertisol from organic manures, green manures and crop residues in relation to their quality. *Agrochimica*. 2008. № 11. V. 52. P. 377-388.

47. Друз'як В.Г., Робу В.Т., Кириленко В.М. Перспективи застосування сидеральних культур в сівоzmінах Південного Степу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2008. Вип. 46. С. 77-84.

48. Еколого-економічна ефективність використання сидератів / Писаренко В.В. та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 122-126.

49. Зінченко О.І., Алексєєва О.С., Приходько П.М. Біологічне рослинництво: навч. посібник. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.

50. Іваніна В.В. Агрохімічні основи біологізації системи удобрення культур в сівозмінах Правобережного Лісостепу України автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2014. 44 с.

51. Качмар О., Бульо В., Сорочинський В., Оліфір Ю. Дешеві зелені добрива. *Farmer*. 2009. № 3/4. С. 26-28.

52. Науменко М.Д. Вплив сидеральних культур на стабільність землеробства в Західному Поліссі. *Зб. наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. К.: 2010. Вип. 3. С. 121-126.

53. Ковальчук О.П. Вплив сидератів на поживний режим ґрунту і врожайність культур у короткоротаційній сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 75-76.

54. Прасол В.І., Міщенко Ю.Г., Давиденко Г.А. Розробка сидеральної системи удобрення для умов Північно-Східного Лісостепу України. *Зб. наук.пр. Уманського державного аграрного університету (спеціальний випуск): Біологічні науки і проблеми рослинництва*. Умань, 2003. С. 808-813.

55. Кривда Ю.І., Буджерак А.І. Реакція буряку цукрового та соняшнику на нові екологічно безпечні біораціональні добрива. *Наукові праці: Науково-методичний журнал*. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. Т. 82. Вип. 69. С. 41-46.

56. Tripolskaja L., Romanovskaja D., Razukas A. Effect of the chemical composition of green manure crops on humus formation in a Soddy- Podzolic soil. *Eurasian Soil Science*. 2014. V. 47. № 4. P. 310-318.

57. Кризская М.А. Агрохимическая и агроэкологическая оценки различных видов сидератов в органическом и альтернативном земледелии. *Аграрний вісник Півдня. Сільськогосподарські культури*. Одеса: Інститут сільськогосподарства Причорномор'я НААН України, 2014. Вип. 1. С. 18-22.

58. Лисянський О.Л. Доцільність впровадження сидеральних парів у Правобережному Лісостепу України. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Редкол.: О.О. Непочатенко (відп. ред.) та (м. Умань, 14–15 березня 2013 р.). Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ,

2013. Ч. 1.: Сільськогосподарські, біологічні та технічні науки. С. 67-69.

59. Спосіб ресурсощадного удобрення культур у ланці сидеральний пар–пшениця озима: пат. 105281 Україна, МПК А01С 21/00 G01N 33/24. № u2015 09149; заявл. 23.09.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.

60. Бондаренко М.П., Єфіменко Д.Я., Страхоліс І.М. Вирощування гречки та поліпшення стану ґрунтів. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2009. № 10. С. 10-11.

61. Лихочвор В.В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 62-72.

62. Поспелов С., Самородов В. Сидерація: восстанавлюємо ґрунт, удосконалюємо майбутній урожай. *Зерно*. 2011. № 1. С. 16-22.

63. Носенко Ю. Сидерати. *Агробізнес сьогодні*, 2011. № 12. С. 24-27.

64. Принцип органічного землеробства – використання сидератів.

URL: http://agro.agroblogs.com/2600-printsip_organ_chnogo_zemlerobstva_vikoristannya_siderat_v (дата звернення 11.08.2020).

65. Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 12 (211). URL: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html>. (дата звернення 11.08.2020).

66. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ Нілан ЛТД, 2015. 624 с.

67. Іваніна В.В., Шиманська Н.К., Мазур Г.М. Заходи біологізації у формуванні фосфатного режиму чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 12. С. 21-24.

68. Лупенко Ю.О. Формування попиту та пропозиції на ринку органічної продукції. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир, 2013. С. 39.

69. Лупенко Ю.О. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.

70. Білоткач І.А. Інституціональне забезпечення розвитку інфраструктури ринку органічної сільськогосподарської продукції. *Інвестиції: практика та досвід*. 2019. № 3. С. 12-20.

71. Organic Market Development in Ukraine. Available at. URL:

<https://ukraine.fibl.org/en/ua-about-project.html>. (дата звернення 11.08.2020).

72. Сайт Федерації органічного руху України. URL: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-42-29>. (дата звернення 11.08.2020).

73. Кіріченко В.В., Костромін В.М. Перспективи застосування сидеральних парів в Лісостепу України. Харків, 2007. 132 с.

74. Греков В.О., Дацько Л.В., Жилкін В. А. Грунт – основа життя. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість, 2010. 178 с.

75. Присяжнюк М.В., Мельник С.І., Жилкін В.А. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААН, ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», НУБіП, 2010. 113 с.

76. Швидь С.Ф. Стан ґрунтів Полтавської області та шляхи збереження і поліпшення їх родючості. Матеріали обласної науковопрактичної конференції з питань ефективного ведення землеробства, 16-17 січня 2003 р. Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2003. С. 79-82.

77. Греков В.О., Панасенко В.М. Стан родючості ґрунтів України за даними VIII туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість, 2009. 48 с.

78. Дацько Л.В. Сила поля в гумусі. *Вісник Львів. держ. аграрного ун-ту*. 2006. № 10. С. 387-391.

79. Дацько Л., Щербатенко О. Підбір сидератів у сівозмінах для різних ґрунтово-кліматичних зон України. Екологія: Проблеми адаптивноландшафтного землеробства. Доповіді учасників II міжнародної науковопрактичної конференції 20-22 червня 2006 року. Івано-Франківськ, 2006. С. 84.

80. Winkle M.E, Leavitt J.R.C., Burnside O.C. Effects of weed density on herbicide absorption and bioactivity. *Weed Science*. 1981. v. 29. P. 405-409.

81. Wicks G.A., Crutchfield D.A., Burnside O.C. – Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolachlor on corn (*Zea mays*) growth and

yield. *Weed Science*. 1994. v. 42. P. 141-147.

82. Wall P.C. Facilitating the widespread adoption of conservation agriculture and other resource conserving technologies (RCT's): Some difficult issues. Science week Extended Abstracts. CIMMYT Headquarters, El Batan, Mexico. 23-27 January 2006. P. 61-64.

83. Huggins D.R, Reganold J.P. No-Till: the Quiet Revolution. *Scientific American*, Inc. July 2008. P. 70-77.

84. Тараріко О.Г. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. Посібник українського хлібороба, 2011. С. 7-10.

85. Hobbs P.R. Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production? *Journal of Agricultural Science*. 2007. Vol. 145. P. 127-138.

86. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li, H.W. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. Journal Agric. Biol. Eng.* 2010. Vol. 3. P.1-25.

87. Doran J.W., Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 2000. Vol. 15. P. 3-11.

88. Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philos. Trans. R. Soc. B*. 2008. Vol. 363. P. 543-555.

89. Лихочвор В.В., Бомба М.І., Дубковецький С.В., Онишук Д.М., Ільницький М.В. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.

90. Пономаренко С.П. Шляхами до екологічної сировини для вирощування продуктів дитячого харчування. *Захист рослин*. 2005. С. 15-17.

91. Мацебера А. Замість пестицидів і важких металів – клітковина та білок: прості й доступні питання підвищення якості зерна та збільшення його врожайності. *Зерно і хліб*. 2005. № 1. С. 44.

92. Управління якістю продукції рослинництва /за ред. М.М. Городнього. К.: НАУ, 2001. 243 с.

93. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М.,

Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник. Вінниця, 2010. 680 с.

94. Лісова А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система використання добрив. К.: Вид-во АПК, 2002. 350 с.

95. Маринін С., Шустік Л., Мариніна Л. Огляд нових розробок для сівби сидеральних культур. *Пропозиція*. 2013. № 7. С. 146-148.

96. Демиденко О.В., Шаповал І.С. Рекомендації по застосуванню посівів на сидерати та самосидерація в сучасних сівозмінах. Черкаси: Черкаська ДСДС, 2012. 19 с.

97. Іваненко С. Післязбиральні сидерати: за і проти. *AgroOne*. URL: <https://www.agroone.info/publication/pisljazbiralni-siderati-za-i-proti/> (дата звернення 29.12.2021.).

98. Іваненко С. Вимушені сидерати. *AgroOne*. URL: <https://www.agroone.info/publication/vimusheni-siderati/> (дата звернення 29.12.2021.).

100. Андрієнко О., Андрієнко А. Рослинні рештки: зекономити на добривах та поліпшити стан поля. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/rastitelnye-ostatki-sekonomit-na-udobreniyah-ihhttps://propozitsiya.com/ua/rastitelnye-ostatki-sekonomit-na-udobreniyah-i-uluchshit-sostoyanie-polya-0uluchshit-sostoyanie-polya-0> (дата звернення 29.12.2021.).

101. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. URL: <http://plast.vn.ua/DK005-96.html> (дата звернення 29.12.2021.).

102. Фролов С., Кохан А. Використання соломи ранніх зернових як органічного добрива. URL: <http://apk.adm-pl.gov.ua/storinka/vikoristannyahttp://apk.adm-pl.gov.ua/storinka/vikoristannya-solomi-rannih-zernovih-yak-organichnogo-dobrivasolomi-rannih-zernovih-yak-organichnogo-dobriva> (дата звернення 29.12.2021.).

103. Пришвидшення мінералізації соломи та пожнивних решток. URL: https://zeolit.com.ua/attach/ceovit_259.pdf (дата звернення

29.12.2021.).

104. Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть солому! *Agroexpert*. URL: [https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp\(6\)14.pdf](https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp(6)14.pdf) (дата звернення 29.12.2021.).

105. Іванчук М.Д. Способи обробітку рослинних решток. *Агроном*. 2018. URL: <https://www.agronom.com.ua/sposoby-obrobitku-roslynyyh><https://www.agronom.com.ua/sposoby-obrobitku-roslynyh-reshtok/reshtok/> (дата звернення 29.12.2021.).

106. Рослинні рештки на покращення ґрунту. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18107><http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18107-roslynni-reshtky-na-pokrashchennia-gruntu.html> (дата звернення 11.08.2020).

107. Данилюк В., Вислободська М. Ефективність використання сидератів і соломи у вирощуванні цукрових буряків. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2011. № 15 (2). С. 51-56.

108. Дедов А.В., Придворев Н.И., Верзилин В.В. Трансформація послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном. *Агрохимия*. 2004. № 2. С. 13–22.

109. Кротінов О.П., Танчик С.П., Карпенко О.Ю., Самкова О.П. Резерви органічних добрив під цукрові буряки. *Зб. наук. пр. Уманського державного аграрного університету (спеціальний випуск): Біологічні науки і проблеми рослинництва*. Умань. 2003. С. 802-805.

110. Лихочвор В.В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 62-72.

111. Польовий В.М. Ефективність біологізації системи удобрення в умовах Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 4. С. 26-28.

112. Спосіб визначення компенсувальної дози азоту при застосуванні на добриво рослинних решток: пат. 104798 Україна, МПК А01С 21/00. № у 2015 05461; заявл. 03.06.2015; опубл. 25.02.2016, Бюл. № 4.

113. Cerbari V. Phyto-technology for Remediation of Chernozem in the South

of Moldova *Soil as World Heritage*. Ed. D. Dent, Springer Dordrecht Heidelberg. New York / London, 2013. P. 381-389.

114. Cheng W., Kuzyakov Y. Root effect on soil organic matter decomposition. *Roots and soil management: interactions between roots and the soil: agronomy monograph no 48*. USA: American Society of Agronomy, 2005. P. 119-143.

115. Gilbert N. The disappearing nutrient. *Nature*. 2009. V. 461. P. 716-718.

116. Hospodarenko G.M., Lysianskyi O L. Changes in organic part of the soil and acid-base balance depending on green manure fertilization in podzolized chernozem. *Agricultural Science and Practice*. 2016. № 2. P. 11-18.

117. Talgre L., Lauringson E., Makke A., Lauk L. Biomassproduction and nutrient binding of catch crops. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2011. V. 98. № 3. P. 251-258.

118. Tulina A.S., Semenov V.M., Rozanova L.N. Influence of moisture on the stability of soil organic matter and plant residues. *Eurasian Soil Science*. 2009. V. 42. № 11. P. 1241-1248.

119. Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Панфілова А.В., Болоховський В.В. Вплив біодеструктора стерні на мікробіологічні показники ґрунту після ячменю ярого залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер.: Сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 7 (47). С. 7-10.

120. Шкуратов О.І., Чудовська В.А., Вдовиченко А.В. Органічне сільське господарство: еколого-економічні імперативи розвитку: монографія. Київ : ТОВ «ДІА», 2015. 248 с.

121. Берзіна С.В. Екологічні аспекти виробництва та екологічна сертифікація продуктів харчування. *Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги*. 2015. № 9. С. 6-10.

122. Вдовенко Н.О. Перспективи виробництва екологічно чистої продукції на Україні: погляд на проблему. *Культура безпеки, екології та здоров'я*. 2016. № 10. С. 12-13.

123. Камінський В. Органічне землеробство – шлях до продовольчої безпеки. *Віче*. 2014. № 9. С. 58-61.
124. Буга Н., Яненко І. Перспективи розвитку органічного виробництва в Україні. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. № 2 (164). С. 117-125.
125. Скальський В.В. Органічне землеробство: проблеми та перспектив. *Економіка АПК*. 2010. № 4. С. 131-133.
126. Іваненко Л.І., Савчук О.І. Родючість ґрунту за органічної системи удобрення. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: Вид-во «Полісся», 2014. С. 110-118.
127. Капшик М.В., Демиденко О.В. Ґрунтозахисні технології як передумова органічного землеробства. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 2. С. 52-57.
129. Мазур В.А., Вергеліс В.І. Оцінка придатності ґрунтів НДГ «Агрономічне» для вирощування органічної продукції за вмістом важких металів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 165-177.
130. Єщенко В.О. Солома злакових культур як джерело поповнення ґрунту органічною речовиною. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/90/Agro/Ukr/10.pdf> (дата звернення 29.12.2021.).
131. Буденный В.А. Солома на удобрение. *Земледелие*. 1996. № 12. С. 52-53.
132. Гамаюнова В.В. Влияние запахивания и сжигания соломы на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур. *Орошаемое земледелие*. 1986. Т. 31. С. 11-16.
133. Головач А.А. Использование соломы для сохранения и повышения плодородия почв. *Белорусское сельское хозяйство*. URL: <http://agriculture.by/?p=1411>. (дата звернення 29.12.2021.).
134. Кузнецова А. Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. К.: Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2010. 24 с.

135. Лазарев А.П. Влияние соломы в качестве удобрения на свойства, биологическую активность и эффективное плодородие чернозема. *Почвоведение*. 2000. № 10. С. 1266-1271.
136. Рекомендації з охорони і збереження родючості ґрунтів. [В.О. Греков, В.М. Панасенко, Н.М. Осередько та ін. К.: Центрдержродючість. К.: 2009. 44 с.
136. Гриник І.В. Продуктивність сівозмін Полісся залежно від способів використання соломи на добриво. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН* (спецвипуск). К.: Фітосоціоцентр, 2003. С. 42-48.
137. Анисимова Т.Ю. Эффективность соломы и баланс питательных элементов в звене севооборота с люпином. *Агрехимия*. 2002. № 5. С. 63-67.
138. Еремина Р.Ф. Использование соломы озимой пшеницы как органического удобрения. *Сахарная свекла*. 2003. № 6. С. 22-23.
139. Зезюков Н.И. Роль растительных остатков соломы и сидератов в воспроизводстве плодородия черноземов. *Мелиорация и водное хозяйство*. М.: Колос, 1991. № 12. С. 44-46.
140. Пшебельский, В.В. Солома озимых культур как органическое удобрение в свекловичном севообороте. Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 186-192.
141. Брошак І. Солома – цінне органічне добриво. *Всеукраїнська незалежна громадсько-політична газета «Вільне життя плюс»*, № 64 (15176) від 20. 08. 2010 р.
142. Бульо В.С., Сорочинський В.В. Сидерати і солома як фактори збереження родючості ґрунту. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення: Матеріали міжвід. наук.-практ. конф. (Київ, Чабани, 810 черв.1999 р.). К.,1999. С. 36-37.
143. Корчинська О.А. Організаційно-економічне регулювання розширеного відтворення родючості ґрунтів: моногр. К.: ННЦ ІАЕ, 2015. 360 с.
144. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. За наук. ред. В.Ф. Сайка. К.: Аграрна наука, 2008. 306 с.

145. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства; за ред. акад. УААН В.В. Медведєва, М.В.Лісового. Х.: Штрих, 2001. 100 с.

146. Породзинський Д. Все про поживні решти. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/vse-pro-pozhnyvni-reshtky/> (дата звернення 29.12.2021.).

147. Як раціонально розкласти рослинні рештки? URL: <https://agrotimes.ua/article/yak-racjonalno-rozkladaty-roslynni-reshtky/> (дата звернення 29.12.2021.).

148. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науковометодичні та науково-практичні рекомендації / Е.Г. Дегодюк, М.М. Проненко, Ю.О. Ігнатенко, Н.М. Пипчук, А.О. Мулярчук / за редакцією С.Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020 . 84 с.

149. Яцук І.П. Наукові основи відновлення природного потенціалу агроєкосистем України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. сільгосп. наук: спец. 03.00.16 «Екологія». Київ, 2018. 53 с.

150. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення. За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофмана, М. Городнього. К.: Арістей, 2004. 488 с.

151. Третяк А.М., Третяк Р.А., Шквир М.І. Методичні рекомендації з оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування. К.: Ін-т землеустрою УААН, 2011. 15 с.

153. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН України»*. К.: ННЦ «Інститут землеробства НААН України», 2010. Вип. 3. С. 3-17.

154. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / [С.А. Балюка, В.В. Медведєва, О.Г. Тараріко та ін.]. Київ, 2010. 112 с.

155. Савченко Г.І. Вплив різних видів органічних добрив на продуктивність сівозміни. *Зб. наук. пр. ІЗ УААН*. К., 2002. Вип. 2. С. 24-26.

156. Голоха В.В., Вишнякова К.М., Нагорний В.І. Ефективність нетрадиційних органічних добрив при вирощуванні цукрових буряків. *Вісник*

СНАУ. Суми, 2001. № 5. С. 22-25.

157. Голоха В.В., Рибкін А.В. Поживний режим ґрунту за сидеральної системи удобрення сівозміни. Спецвипуск до VI з'їзду УТГА (1–5 липня 2002 р., м. Умань). Харків, 2002. Кн. III. С. 196-197.

158. Голоха В.В., Вишнякова К.М., Мартиненко В.М. Поживний режим ґрунту і продуктивність цукрових буряків при застосуванні сидератів і соломи. *Вісник СНАУ*. Суми, 2006. Вип. 11-12. С. 162-166.

159. Мартиненко В.М., Голоха В.В., Іванов В.П. Органічні добрива в землеробстві Сумщини. *Вісник СНАУ*. Суми, 2006. Вип.13-14. С.134-137.

160. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В. Розрахунок балансу гумусу, поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Х.: КП «Міська друкарня». 2011. 30 с.

161. Центило Л.В., Цюк О.А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив. *Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія*. 2018. № 5 (75).

162. Коваленко С.А., Матухно Ю.Д., Мукосій М.П. Зміни показників балансу гумусу і поживних речовин у ґрунтах сільськогосподарських угідь Чернігівської області. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 3. С. 52-56.

163. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.

164. Іванчук М.Д. Способи обробітку рослинних решток. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/sposoby-obrobitku-roslynyh-reshtok> (дата звернення 11.08.2020).

165. Гаврилюк А. Заорювання бобових сидератів із соломою злаків забезпечує оптимальне розкладання органіки. *Agrotimes*. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/zaoryuvannya-bobovyhsyderativ-z-solomoyu-zlakiv-zabezpechuye-optymalne-rozkladannya-organiky/> (дата звернення 11.08.2020).

166. Aufhammer W., Pederolf K. Saatgutbehandlungen mit Wirkstoffen zur Verbesserung der Kalttoleranz von Hartweizen (T. durum) Bodenkulturn. 1992.

Vol. 43. № 1. P. 29-38.

167. Middleton A.B., Bremer E., McKenzie R. H Winter wheat response to nitrogen fertilizer form and placement in southern Alberta. *Canad. J. Soil Sc.* 2004. Vol. 84. № 1. P.125-131.

168. Sarandon S.J., Caldiz D.O. Effects of varying nitrogen supply at different growth stages on nitrogen uptake and nitrogen partitioning efficiency in two wheat cultivars *Fertil. Res.* 1990. V. 20. № 1. P.21-27.

169. Schilling G. *Pflanzenernährung und Düngung.* Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2000. 464 s.

170. Qin R., Stamp P., Richner W. Impact of Tillage on Root Systems of Winter Wheat. *Agronomy Journal.* Madison. 2004. Vol. 96. № 6. P. 1523-1530.

171. Gilland B. Cereal yields in theory and practice. *Outlook on Agronomy.* 1985. vol. 14. № 2. P. 56-60.

172. Daniel C., Triboi E. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperatures and water stress. *European Journal of Agronomy.* 2002. № 16. P. 1-12.

173. Graybosch R.A., Peterson C.J., Shelton D.R., Baenziger P.S. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end – use quality. *Crop Science.* 1996. № 36. P. 296-300.

174. Baier J., Baierova V. Ziviny rostlin, hnojiv a pud. *Agrochmia.* 1985. V. 25. № 6.

175. Baker J.L., Laflen J.M. Runoff Losses of Nutrients and Soil from Ground Fall–Fertilized after soybean Harvest. *Trans ASAE, St. Joseph Mich.* 1983, V. 26. № 4 P. 1122-1127.

176. Anderson R.L. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. *Advances in Agronomy.* 2003. v. 80. P. 33-62.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА І ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні умови Лісостепу Правобережного

Ефективність сидеральних культур для підвищення урожайності, якості та екологічної безпеки вирощуваних культур після них залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Вивчивши ґрунтово-кліматичні умови тієї території, де вирощується сидерат та наступна культура, можна пояснити ряд особливостей не тільки росту і розвитку, але й потенційні можливості її в даному регіоні, а також показники якості та екологічної безпеки одержаної продукції.

Зона Лісостепу простягається із заходу на схід, займає центральну частину України і становить 34,6% її території. У складі земельного фонду Лісостепу 80% займають сільськогосподарські угіддя, у тому числі 66% становить рілля [1]. Лісостеп займає одну третю частину України і має великий відсоток орної землі, на якій вирощується широкий діапазон сільськогосподарських культур, серед яких переважають пшениця озима, кукурудза, соняшник, ріпак озимий, соя та інші. Родючі ґрунти, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови зони Лісостепу з тривалим вегетаційним періодом дозволяють після збирання основної культури вирощувати сидерати та отримати від них достатню вегетативну масу.

Згідно сучасної структури природно-сільськогосподарського та агроґрунтового районування України зона Лісостепу поділяється на три провінції: Лісостеп західний, Лісостеп правобережний та Лісостеп лівобережний [2].

Лісостеп правобережний займає центральну частину Лісостепу та включає всю Вінницьку область, східну половину Хмельницької, південну – Житомирської та Київської, північну – Одеської, північно-західну – Кіровоградської та майже всю Черкаську область за винятком прибережної

смуги Дніпра.

Рельєф провінції Лісостепу правобережного переважно рівнинний, проте трапляються хвилясті території. У західній частині Лісостепу правобережного простягається Волино-Подільська височина, що на схід поступово переходить у Дніпровські тераси. Внаслідок таких особливостей рельєфу, орні землі у правобережному Лісостепу суттєво зазнають водної ерозії [1]. Грунтотвірними породами Лісостепу правобережного виступають лес і лесовидні суглинки. Грунтові води на більшій частині провінції залягають на глибині 10-15 м, а на терасах річок – 5-10 м, у пониженнях – 2,5-3 м [3].

Ступінь родючості ґрунтів у значній мірі залежить від його механічного складу. В Лісостепу правобережному переважають суглинкові ґрунти: на півночі – легко- і середньо-, а на півдні – важкосуглинкові. Ґрунтовий покрив Лісостепу правобережного переважно однорідний. Найбільш поширеними є сірі опідзолені ґрунти та чорноземи.

Сірі опідзолені ґрунти належать до малородючих. Вміст гумусу в цих ґрунтах невисокий – 2,0-2,5%. Гумусовий горизонт неглибокий, тому запаси його невисокі – 150-200 т/га. Реакція ґрунтового розчину кисла $pH_{\text{сол}} 4,5-5,5$, гідролітична кислотність висока – 2,5-4,0 мг-екв./100г ґрунту, ступінь насиченості основами – 70-80%. Сума ввібраних основ – 12-14 мгекв./100г ґрунту [4]. Сірі опідзолені ґрунти бідні на легкодоступний азот – 3,4-4,5 мг/100 г, рухомий фосфор – 10-15 мг/100 г, та обмінний калій – 10-15 мг/100 г [3]. Вони безструктурні, запливають і утворюють кірку.

Чорноземи належать до високо родючих ґрунтів. Вміст гумусу в них становить 3-6%, реакція ґрунтового розчину нейтральна та близька до нейтральної – $pH 5,8-7$, гідролітична кислотність сприятлива – 1-3 мгекв./100 г ґрунту, ступінь насичення основами висока. Чорноземи мають вищий, ніж в сірих опідзолених ґрунтах, вміст легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію [4]. Воднофізичні властивості чорноземів більш

сприятливі, тому вони забезпечують добру водопроникливість і вологоємкість.

Клімат Лісостепу правобережного помірно-континентальний з тривалим і теплим літом та короткою помірно-холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить 7,0 °С, найнижча середньомісячна температура зимою складає мінус 6,0 °С, а найвища – літом – 18,0 °С. Найнижча температура становить мінус 38 °С, зимою спостерігаються тривалі інтенсивні відлиги. Літо характеризується високими сталими температурами. Найвища температура сягає 38 °С (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Кліматичні показники Лісостепу правобережного (за Півошенко І.М., 1997)

Показник	Величина
Середньорічна температура повітря, °С	7,0
Абсолютний мінімум температури повітря, °С	– 38
Абсолютний максимум температури повітря, °С	38
Середньорічна температура ґрунту, °С	8,4
Середня глибина промерзання ґрунту, м	0,4
Середньорічна кількість опадів, мм	580 – 630
Сума опадів за вегетаційний період, мм	432
Середня висота снігового покриву, см	16
Тривалість сонячного сьйва за рік, год.	889 – 1975
Переважаючі вітри	Зх., Пд., Пн.-Зх.
Середня швидкість вітру, м/с	1,7 – 3,3

За багаторічними метеорологічними спостереженнями перехід середньодобової температури через +5°С весною у Лісостепу правобережному відбувається на початку квітня, а восени – у кінці жовтня – на початку листопада. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду становить близько 200-205 діб [5]. Перші приморозки на поверхні ґрунту спостерігаються в кінці вересня, останні заморозки на ґрунті – в середині травня. Середньорічна температура ґрунту становить 8,4°С.

Середньорічна сума опадів складає 580-630 мм, за вегетаційний період випадає близько 432 мм опадів. Найбільше вологи випадає літом – 80-90 м/міс,

найменше – зимою – 30-35 мм/міс.

У Лісостепу правобережному часто трапляються посушливі періоди. У середньому за рік спостерігається 4 бездощові та з неефективними опадами періоди тривалістю до 10 діб, 2 періоди тривалістю до 15 діб, 1 – до 20 діб та кожні 2 роки тривалістю понад 25 діб. Кожен третій – четвертий дощ у червні – липні має зливовий характер, тому значна частина вологи стікає в низини, розвиваються ерозійні процеси, а на поверхні ґрунту утворюється кірка [5].

Сніговий покрив неглибокий і нестійкий. Він з'являється в грудні, а у березні зникає. Запас продуктивної вологи на період проростання сидератів становить 130-140 мм [5].

За умовами зволоження провінція Лісостеп правобережний ділиться на три підзони: достатнього, нестійкого та недостатнього зволоження. Північно-західна частина провінції належить до підзони достатнього зволоження з річною кількістю опадів понад 600 мм. Тут водний режим ґрунту здебільшого сприятливий. Центральна частина – до нестійкого зволоження з опадами до 600 мм за рік і південна – до недостатнього, де 30-37% років бувають з опадами менше 400 мм за рік.

Найвища середньомісячна вологість повітря спостерігається зимою – 85-90%, найменша – у травні – 66% [6]. Волога з поверхні ґрунту випаровується у помірній кількості – 5-40 м³/га за добу, але часто бувають посушливі періоди, які негативно впливають на ріст рослин.

У цілому Лісостеп правобережний характеризується помірно-теплим і вологим кліматом, що є сприятливим для росту і розвитку сидератів та формування ними достатньої вегетативної маси.

2.2. Програма і методика проведення досліджень

Дослідженнями передбачалось вивчити вплив падалишніх сидератів, що самовільно проросли після втрати урожаю сільськогосподарських культур та дискування поля, на показники урожайності, якості продукції та її екологічної

безпеки кукурудзи та соняшнику, як наступних культур у сівозміні, а також на показники родючості і агроекологічного стану ґрунтів та баланс поживних речовин у ґрунті при повному поверненні побічної продукції основних сільськогосподарських культур інтенсивного землеробства. Схема досліджень представлена на рис. 2.1.

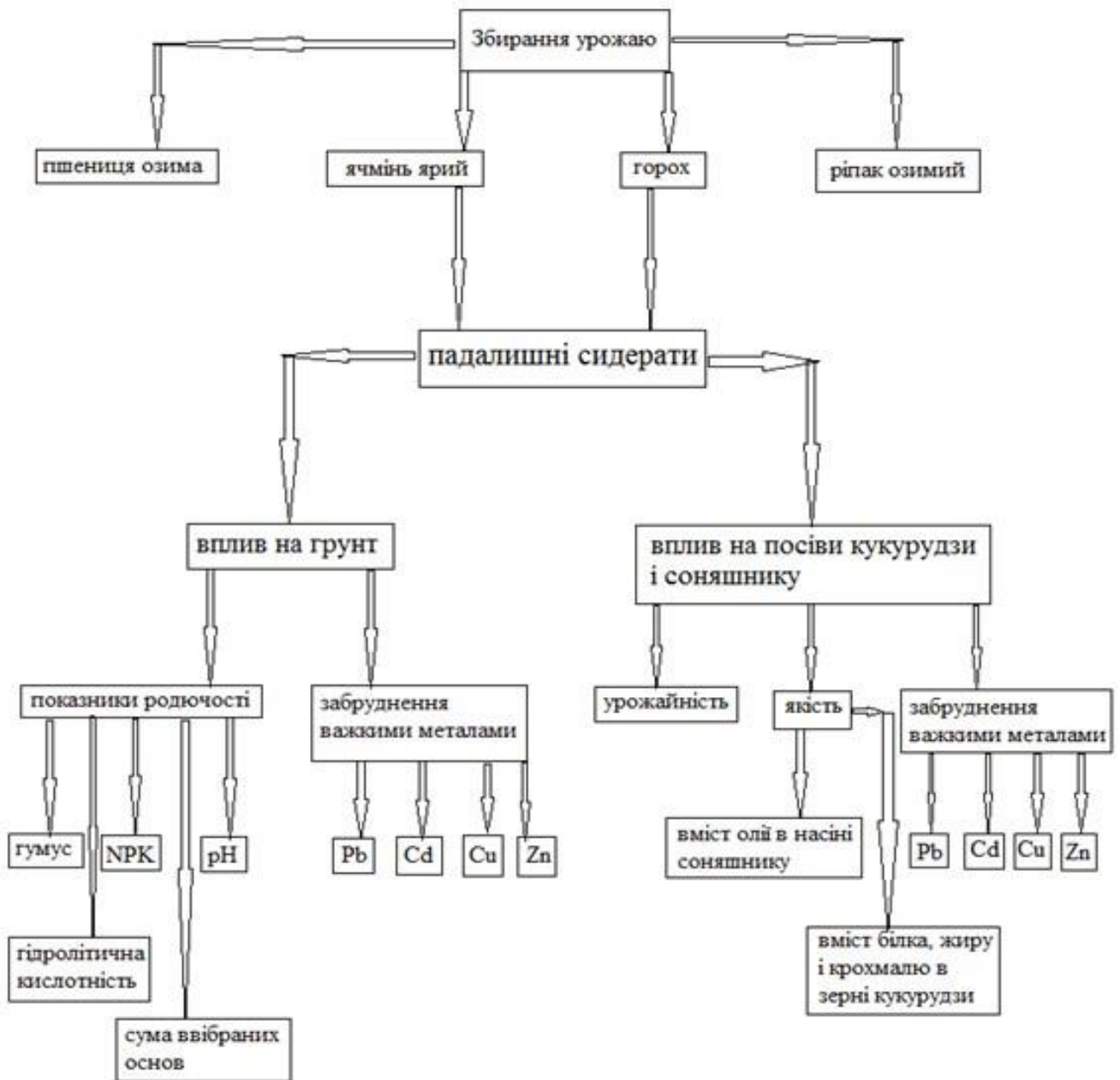


Рис. 2.1. Схема експериментальних досліджень

Експериментальну роботу виконували згідно дослід, схема якого приведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Програма дослід

Чинник А Сидерат	Чинник В Вирощувана культура
Пшениця озима	Кукурудза
Ячмінь ярий	Соняшник
Горох	
Ріпак озимий	
Без сидератів (контроль)	

Вивчали дію і взаємодію двох чинників: А – сидерат; В – вирощувана культура. Повторність дослід чотириразова, розміщення варіантів – систематичне багатоярусне. Посівна площа ділянки – 30 м², облікова – 25 м².

Теоретичні дослідження здійснювалися за програмою та схемами, представленими на рис. 2.2., табл. 2.3. і 2.4.

Теоретичні дослідження проводили на основі опрацювання матеріалів Державної служби статистики щодо посівних площ та рівнів урожайності основних культур: пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику, ріпаку озимого та сої, а також зернобобових культур: гороху, нуту, сочевиці, квасолі, бобів кормових у господарствах України [7].

На основі довідкових даних було проведено оцінку азотфіксуючої здатності зернобобових культур та обсяг накопичення усіма культурами побічної продукції у вигляді їх соломи [8]. Також користувалися довідковими даними щодо вмісту у соломі досліджуваних культур поживних речовин: азоту, фосфору, калію. Користувалися розрахунковими способами щодо обчислення надходження у ґрунт поживних речовин та витратою поживних речовин азоту, фосфору і калію на формування урожаю [9].

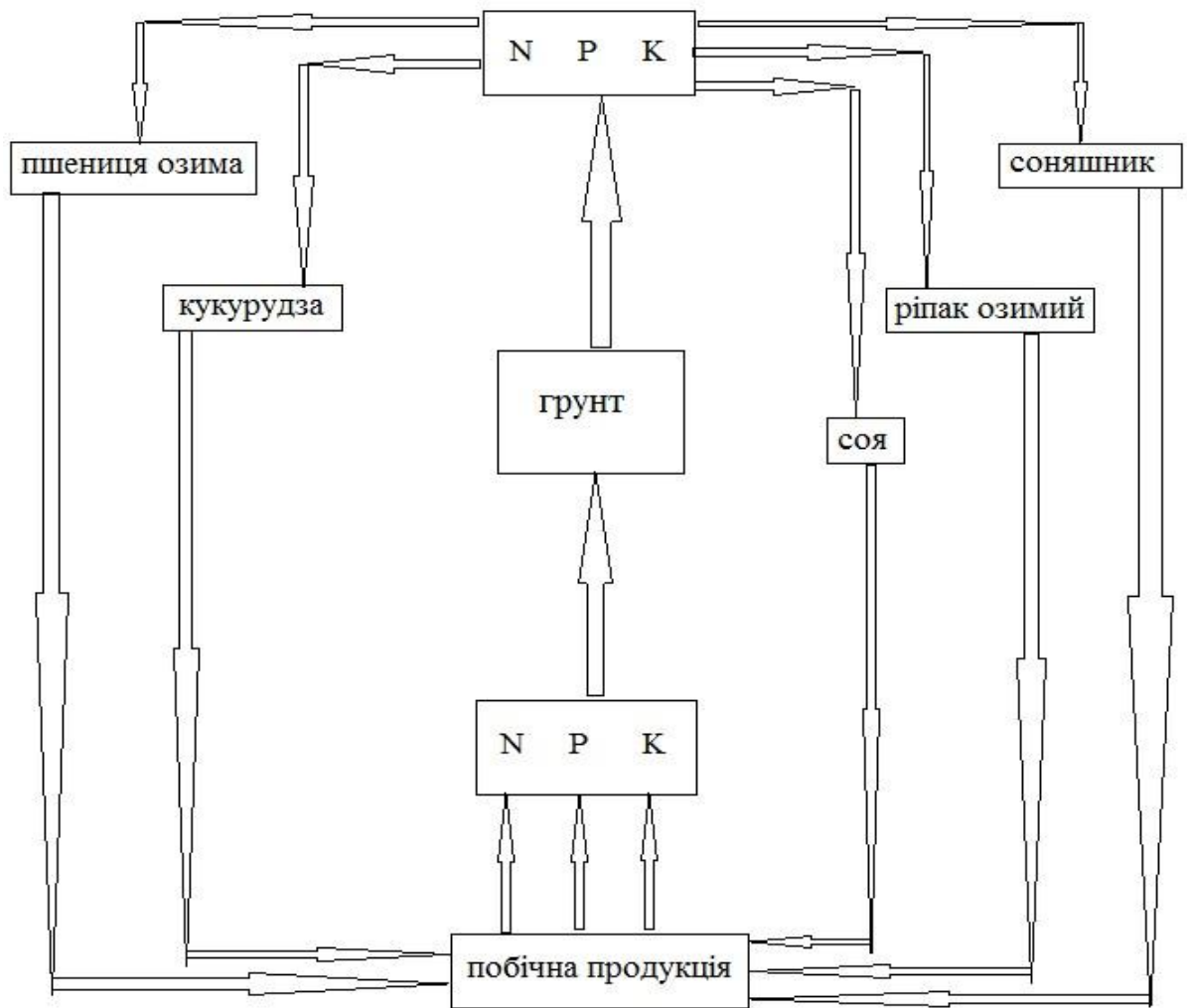


Рис. 2.2. Схема теоретичних досліджень

Експериментальні дослідження проводили в умовах ФГ «Зоря Василівки» Тиврівського району Вінницької області на сірих опідзолених ґрунтах.

Проводили наступні спостереження, обліки та вимірювання:

- визначення забруднення ґрунту рухомими формами важких металів, показників родючості ґрунту, вмісту важких металів у зерні кукурудзи та насінні соняшнику, вміст у зерні білка, крохмалю, жиру, у насінні соняшнику олії, кислотне число олії та вологість зерна і насіння проводили у сертифікованій та акредитованій лабораторії Житомирської філії Державної установи «Держґрунтохорона» Міністерства аграрної політики та продовольства України:

Програма теоретичних досліджень № 1

Вирощувана культура	Винос поживних речовин з ґрунту та з добрив, кг/га	Повернуто поживних речовин у ґрунт з побічною продукцією, кг/га	Баланс поживних речовин у ґрунті, +/- кг/га
Пшениця озима	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Кукурудза	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Соняшник	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Ріпак озимий	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Соя	N, P, K	N, P, K	N, P, K

- проби ґрунту відбирали з шару 0–20 см відповідно до ДСТУ ISO 10381-1:2004 [10-13];

- визначення вмісту в ґрунті гумусу – за методом Тюріна відповідно до ДСТУ 4289:2004 [10-13];

- визначення вмісту рухомих форм (після вилучення ацетатноамонійним буферним розчином рН 4,8) важких металів у ґрунті: свинцю, кадмію, міді і цинку – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ 4362:2004, ДСТУ 4770 (2, 3, 9):2007 [14-18];

- визначення реакції ґрунту рН сольове – іонометрично відповідно до ДСТУ ISO 10390-2001 [19, 20];

- визначення гідролітичної кислотності – методом Каппена відповідно до ДСТУ 7537:2014 [21, 22];

- визначення вмісту в ґрунті гідролізованого азоту – методом Корнфілда за ДСТУ 7863:2015 [23];

- визначення вмісту в ґрунті рухомих форм фосфору і калію – методами Чирикова за ДСТУ 4115-2002 [24];

- визначення суми ввібраних основ у ґрунті – за Каппеном-Гільковіцем;

Таблиця 2.4.

Програма теоретичних досліджень № 2

Вирощувана культура	Винос поживних речовин з ґрунту та з добрив, кг/га	Повернуто поживних речовин у ґрунт з побічною продукцією, кг/га	Баланс поживних речовин у ґрунті, +/- кг/га
Соя	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Горох	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Нут	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Сочевиця	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Квасоля	N, P, K	N, P, K	N, P, K
Боби кормові	N, P, K	N, P, K	N, P, K

- фенологічні спостереження за рослинами проводили окомірно на основі візуальних спостережень за настанням фаз розвитку рослин [25];

- визначення висоти рослин – у трьох повтореннях у кінці вегетації [25];

- облік густоти рослин – на визначених площадках розміром 1 м² у кінці вегетації [25];

- облік урожаю зеленої маси сидератів – суцільним способом шляхом скошування і зважування всієї зеленої маси з облікової ділянки [25];

- облік урожаю зерна і насіння – прямим комбайнуванням та послідовним зважуванням маси [25];

Визначення біохімічних показників якості зерна та насіння:

- проби зерна та насіння відбирали відповідно до вимог ДСТУ 4117:2007;

- визначення вмісту води у рослинних зразках – способом висушування наважки рослинної маси термостатно-ваговим методом відповідно до ДСТУ

29144:2009 ISO 711-85 [26-28];

- визначення вмісту в зерні білка – відповідно до ДСТУ 3768:2004 [26];
- визначення вмісту сирого жиру – методом Рушковського за кількістю знежиреного залишку [26];
- визначення вмісту крохмалю у зерні кукурудзи – поляриметричним методом;
- визначення вмісту олії у насінні соняшнику – вилученням сирого жиру розчинником з наступним видаленням розчинника, висушуванням та зважуванням отриманого жиру;
- визначення кислотного числа олії – кількістю калію гідроксиду, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г олії;
- визначення валової енергії – за вмістом сирих поживних речовин з використанням відповідних енергетичних коефіцієнтів [29-30];
- визначення вмісту важких металів у зерні та насінні: свинцю, кадмію, міді і цинку – атомно-абсорбційним методом [31];
- дисперсійний та кореляційно-регресійний аналіз – на основі математичної обробки одержаних результатів на комп'ютері з використанням сучасних пакетів програм Excel, Sigma, Statistika [32-34];
- визначення економічної ефективності запропонованих технологій – на основі технологічних карт вирощування культур, їх урожайності та вартості затрат і продукції [35, 36];
- визначення енергетичної ефективності запропонованих технологій – за методиками О.К. Медведовського, П.І. Іваненка та ВАСГНІЛ [37, 38];

Відповідно до стандартизованих методик розраховували коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунті, коефіцієнт накопичення у рослинах та сумарний показник забрудненості ґрунту важкими металами, визначали еколого-економічну і біоенергетичну ефективність технологій, проводили математичну обробку результатів досліджень.

2.3. Умови проведення досліджень та агротехніка на дослідному полі

Дослідження проводилися впродовж 2018-2021 рр. на сірих опідзолених середньо суглинкових ґрунтах ФГ «Зоря Василівки» Тиврівського району Вінницької області. Дослідне поле ФГ «Зоря Василівки», де проводилися польові дослідження, знаходиться в центральній частині Вінницької області у Центральному Лісостепу і розміщене майже на межі двох геоморфологічних районів: Летичівсько-Літинської давньоалювіальної і водно-льодовикової западини та Вінницької денудаційно-аккумулятивної хвилястої рівнини Придніпровської височини.

Агрохімічний склад ґрунтів дослідної ділянки характеризувався такими показниками: вміст гумусу – 2,3%, азоту лужногідролізованого – 118 мг/кг, фосфору рухомого – 622 мг/кг, калію обмінного – 156 мг/кг, реакція ґрунтового розчину – 6,05 рН, гідролітична кислотність – 1,60 мгекв./100 г, сума ввібраних основ – 17,5 мг-екв./100 г. Вміст рухомих форм важких металів: свинцю – 1,06 мг/кг, кадмію – 0,18 мг/кг, міді – 0,42 мг/кг, цинку – 1,13 мг/кг.

За період досліджень 2018-2021 рр. було проведено спостереження та аналіз погодних умов (табл. 2.5.).

Таблиця 2.5

Погодні умови в роки проведення досліджень

Показники	Багаторічний показник	Роки досліджень			
		2018	2019	2020	2021
Середньорічна температура, °С	7,0	8,8	9,0	10,1	8,7
Середня температура впродовж вегетаційного періоду(квітень-серпень), °С	12,4	21,8	20,9	20,4	16,3
Сума опадів за рік, мм	634	577	564	551	539
Сума опадів за вегетаційний період (квітень-серпень), мм	451	281	316	293	275

У 2018 році середньорічна температура склала 8,8°С, що було на 1,8°С було вище норми (7,0°С). Сума опадів за рік склала 577 мм, що відповідає 90%

багаторічної норми (634 мм). Протягом весняного періоду спостерігалось швидке підвищення температури із частими їх коливаннями.

Середня річна температура повітря у 2019 році виявилася на 2,7°C вищою за багаторічний показник, адже майже для всіх місяців року характерним було перевищення норми середніх місячних температур.

Кількість опадів протягом вегетаційного періоду становила 316 мм, при цьому найбільшою кількістю опадів характеризувалися перша та друга декади травня (126,6 мм), а найменшою – весь серпень місяць (9 мм).

Гідротермічні умови 2020 року відрізнялися від середніх багаторічних показників. Зокрема, у квітні випала менша кількість опадів (32,7 мм) порівняно із середньобагаторічними даними. Травень характеризувався надлишком вологи, кількість опадів склала 135 мм, що більше порівняно із середніми багаторічними показниками, нижча кількість опадів спостерігалася у червні (67,9 мм), липні (29,4 мм) та серпні (28,0 мм). Загалом протягом вегетаційного періоду (квітень-серпень) розторопші плямистої випало 293,3 мм.

У 2021 році середньорічна температура була найнижчою впродовж усіх років досліджень – 8,7 °С, але значно вища за середньо багаторічну норму. Також була найнижча середньодобова температура впродовж вегетаційного періоду – 16,3 °С. Сума опадів впродовж року також була найменшою – 539 мм, а впродовж вегетаційного періоду – 275 мм.

Після збирання основних культур: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого зразу ж провели дискування площ агрегатом трактором МТЗ-82 з дисковою бороною ДАН-2,8 на глибину 6 см з прикочувальними котками для вирівнювання і ущільнення ґрунту.

У пізньоосінній період провели прикочування вегетативної маси сидератів рубчастим котком ПРС-6 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Після цього провели оранку ділянок трактором МТЗ-82 з плугом ПЛН-3-35 на глибину 23-25 см.

У ранньовесняний період провели закриття вологи боронами БЗУ-9. Перед посівом кукурудзи і соняшнику внесли комплексні мінеральні добрива нітроамофоска у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ розкидним способом агрегатом МВД-1000. Після внесення добрив провели передпосівну культивуацію культиватором КПС-4 на глибину загортання насіння. Сівбу провели сівалкою Monosem. Вирощували гібрид кукурудзи Лелека МВ ФАО 290 та соняшнику – Фаворит.

Гібрид кукурудзи Лелека МВ ФАО 290 – середньоранній зубовидний зерновий гібрид з потенційною урожайністю 13-14 т/га. Висота рослини 260-280 см, висота кріплення качана – 90-95 см. Вміст білка 9,8-10,2%, маса тисячі зерен – 280-290 г. Кількість листків 16-17 шт.. Довжина качана 25-26 см. Вихід зерна 84-86%. Стрижень качана червоний. Тривалість періоду сходи-повна стиглість складає 112-114 діб. Початковий ріст швидкий. Гібрид високостійкий до летючої і пухирчастої сажки, стеблових гнилей, кукурудзяного метелика, до вилягання та до поникання качанів.

Гібрид соняшнику Фаворит – середньоранній високоолійний гібрид з потенційною урожайністю 4,5-5,2 т/га. Висота рослин становить 170-180 см, діаметр кошика 19-22 см, маса тисячі зерне 65-70 г, вміст олії – 50-52%. Вегетаційний період складає 116-120 днів. Стійкість до вилягання – 8 балів. Стійкий до вовчка рас А – Е. Толерантність до несправжньої борошняної роси – 8 балів.

Післяпосівний догляд за посівами передбачав міжрядний обробіток культиватором: перший – стрілочастими лапами на глибину 6-8 см, а другий – з прополювальними лапами для знищення бур'янів на глибину 4-6 см; третій – з підгортанням.

На посівах кукурудзи внесли гербіцид Тітус Екстра. Діюча речовина: нікосульфурон – 500 г/кг, римсульфурон – 250 г/кг. Препаративна форма: водорозчинні гранули. Норма внесення – 40-50 г/га, розчинені у 200 л води. Двокомпонентний післясходовий гербіцид для вдосконаленого контролю

однорічних і багаторічних злакових та основних дводольних бур'янів. Вносили у фазу 4-6 листків кукурудзи тракторним оприскувачем ОП-2000.

На посівах соняшнику вносили гербіцид Геліантекс. Післясходовий гербіцид для захисту від великого спектру дводольних бур'янів. Системний, діюча речовина галауоксифен-метил, 68,5 г/л. Обробку проводили у фазі шести справжніх листків. Препаративна форма: концентрат суспензії. Хімічна група: арилпіколінати. Норма внесення – 0,045 л/га.

Посіви соняшнику обробляли фунгіцидом Амістар Екстра. Він містить дві діючі речовини – азоксистробін (200 г/л) і ципроконазол (80 г/л), які забезпечують надійний захист від збудників хвороб із різних класів і родів. Амістар Екстра забезпечує високу ефективність проти фомозу на 80-85%, несправжньої борошнистої роси – 85-90%, фомопсису – 70-75%, іржі – 90-95%, надійно контролює та попереджає розвиток сірої гнилі на кошику. Норма витрати препарату – 0,75-1,0 л/га. Проводили одноразове обприскування посівів соняшнику у фазу «зірочки» – початку цвітіння дроном-безпілотником.

Збір кукурудзи та соняшнику здійснювали комбайном Джон Дір.

Висновки до розділу 2

1. Отже, ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу правобережного, ґрунт дослідної ділянки, його агрохімічні показники та погодні умови в роки проведення досліджень є сприятливими для росту, розвитку та формування оптимальної вегетативної маси сидеральних культур та наступних культур у сівозміні – кукурудзи та соняшнику.

2. Агротехніка та методика досліджень, що застосовувались у досліді, є типовою та загальноприйнятною.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Петриченко В.Ф., Панасюк Я.Я., Заболотний Г.М., Серета Л.П. Сучасні системи землеробства України. Вінниця: Діло, 2006. 212 с.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в Зоні Лісостепу України / Ред. М.В. Зубець. К.: Логос, 2004. 776 с.
3. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця: ВДАУ, 2004. 45 с.
4. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / [Купчик В.І., Іваніна В.В., Нестеров Г.І. та ін.]; Ред. В.І. Купчик. К.: Кондор, 2007. 414 с.
5. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрукарня, 1997. 240 с.
6. Атлас Винницкой области / Ред. коллегия: Г.И. Ройченко, Е.Т. Волошин, П.М. Сливка. М.: ГУГК СССР, 1987. 32 с.
7. Посівні площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур. *Державна служба статистики України*. URL: http://ukrstat.gov.ua/metaopus/2019/2_03_07_03_2019.htm (дата звернення 11.08.2020).
8. Камінський І.В. Ефективність використання зернобобових культур у польових сівоzmінах як попередника. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 24-27.
9. Бутенко А.О., Дерев'яно Ф.М., Павленко Д.Г. Властивості соломи як органічного добрива. *Наукове мислення*. Двадцять четверта всеукраїнська практично-пізнавальна інтернет-конференція. URL: <http://naukam.triada>. (дата звернення 11.08.2020).
10. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
11. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

12. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2008.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
13. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 29 с.
14. ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.
15. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв: учебное пособие. Симферополь: ТНУ, 2008. 172 с.
16. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков: Антиква, 2002. 428 с.
17. Панас Р.М. Основи моніторингу та прогнозування використання земель. Львів: Новий світ-2000, 2007. 224 с.
18. Білявський Г.О., Верестун Н.О. Агроєкологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2011. № 8(48). С 93-99.
19. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / С.А. Балюк, В.О. Барахтян, М.Є. Лазебна; за ред. Балюка С.А. Х., 2004. С. 193-210.
20. ДСТУ ISO 10390: 2001 Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держстандарт України, 2003. 14 с.
21. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
22. ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної

кислотності. [Чинний від 2015.01.01]. К. Мінекономрозвитку України, 2015. 10с.

23. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.01.01]. К. УкрНДНЦ, 2016. 9 с.

24. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.

25. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.

26. ГОСТ 27262-87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб. [Введен от 1988.07.01]. М.: Изд-во стандартов, 1988. 12 с.

27. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова и др. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.

28. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія / М.Ф. Кулик та ін. Вінниця: ПП «Видавництво «Тезис», 2003. 334 с.

29. Полевое кормопроизводство. Практикум / А.И. Зинченко. К.: Вища школа, 1987. 262 с.

30. Тюльдюков В.А. Практикум по луговому кормопроизводству. М.: Агропромиздат, 1986. 255 с.

31. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. [Введен от 1996.01.01]. М.: Изд-во стандартов, 2002. 23 с.

32. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.

33. Ушкаренко В.А., Поляков Н.Н. Математический анализ данных полевого опыта. Херсон: СХИ, 1997. 82 с.

34. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. К.: Нора-принт, 2000. 146 с.

35. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа,

1994. С. 136-153.

36. Ольховіков О.В. Основи економіки агропромислового виробництва. К.: Педагогічна преса, 2005. 320 с.

37. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.

38. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / Под ред. Ю.К. Новосёлова, Г.Д. Харькова, А.С. Шпакова. М.: ВАСХНИЛ, 1989. 69 с.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР НА ПОКАЗНИКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ

3.1. Ріст, розвиток та вегетативна маса сидеральних культур в умовах інтенсивного землеробства

Збір основних культур, що займають найбільші посівні площі в умовах інтенсивного землеробства та потенційно можуть бути сидератами: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого, відбувався у різний період. Найраніше збирали ріпак озимий – 14 липня, горох – на 9 діб пізніше – 23 липня, пшеницю озиму – 29 липня, а найпізніше – ячмінь ярий – 6 серпня. Загалом період збирання культур, які потенційно можуть бути використані в якості сидератів, розтягнувся на 23 доби – з 14 липня по 6 серпня (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1.

Ріст і розвиток сидеральних культур, середнє 2019-2021 рр., М±m

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	29.07. ±3	20±3	74±3	кущення
Ячмінь ярий	06.08. ±3	23±3	63±3	кущення- вихід у трубку
Горох	23.07. ±3	25±3	75±3	бутонізація
Ріпак озимий	14.07. ±3	18±3	91±3	початок цвітіння

При збиранні культур відбувається втрата їх зерна та насіння при обмолоті або ще до збирання при осипанні насіння, розтріскуванні бобів і стручків, що потенційно може призводити, при необхідній вологості ґрунту, до

їх проростання. Звичайно, після збирання урожаю можуть скластися різні погодні умови, тому проростання падалиці залежить від вологості ґрунту та потребуватиме загортання втраченого насіння у ґрунт. Тому зразу ж після збирання урожаю основних культур було проведене луцення стерні.

Поява сходів падалишнього насіння розпочалось у різні як календарні строки, так і через певний проміжок часу після збирання. За календарними термінами найраніше з'явилися сходи насіння ріпаку озимого – 1 серпня, а найпізніше – ячменю ярого – 29 серпня. Сходи пшениці озимої та гороху з'явилися практично одночасно – 17-18 серпня.

Загалом термін від збирання урожаю до появи сходів падалиці культур найкоротшим був на посівах ріпаку озимого – 18 діб, а найдовшим – гороху – 25 діб. Пояснюється це тим, що насіння ріпаку озимого дрібне та потребує значно менше вологи для проростання, ніж насіння гороху, яке, ще й до того загортається значно глибше у ґрунт, де не завжди є волога після літніх опадів.

Вегетація падалишніх сидератів тривала до 1 листопада. Після цього терміну відбулось дискування посіву для заробки вегетативної маси. Загалом усі досліджувані сидерати вегетували 63-91 добу. Найкоротший термін вегетації мав ячмінь ярий, проте завдяки тому, що це яра зернова культура, що має короткий період яровизації, то за цей час частина рослин досягнула фази виходу у трубку, а частина залишилася у фазі кушіння.

Рослини пшениці озимої вегетували на 11 діб довше – впродовж 74 діб. Проте озима пшениця має тривалий період яровизації, тому її вегетація припинилася у фазі кушення. Горох мав вегетаційний період до часу його дискування 75 діб. За цей час він досягнув фази бутонізації. Найдовшою була вегетація ріпаку озимого – 91 доба. За цей час він досягнув фази початку цвітіння.

Оскільки сидеральні культури вирощували із втраченого насіння та зерна під час збирання, то, відповідно її густота на одиниці площі була

нерівномірною та не однаковою. Аналіз густоти досліджуваних рослин показав, що найбільші втрати і, відповідно, найбільша густота була характерна для ріпаку озимого – 39 шт./м². Найменша густота серед досліджуваних сидератів була характерна для пшениці озимої – 18 шт./м² (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2.

Сформована біологічна маса сидеральних культур, середнє 2019-2021 рр., М±m

Сидерат	Густота рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Надземна та підземна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	18±4	22±4	23,1±0,03
Ячмінь ярий	26±5	28±3	23,5±0,03
Горох	31±4	49±3	29,8±0,02
Ріпак озимий	39±5	64±5	33,0±0,03
НІР ₀₅	1	7,3	0,3

Серед сидеральних культур перед їх скошуванням найвищими були рослини ріпаку озимого – 64 см, що на час скошування перебували у фазі початку цвітіння, а найнижчими – рослини пшениці озимої – 22 см, що залишилися у фазі кущення та ячменю ярого – 28 см, що перебували у фазі початку виходу у трубку. Рослини гороху перебували у фазі бутонізації та мали відповідну висоту – 49 см.

Показники густоти та висоти падалишніх сидератів мали прямий вплив на сформовану ними біологічну масу надземної і підземної частини рослин. Зокрема найбільшу біологічну масу сформували сидерати ріпаку озимого – 33,0 т/га. Біологічна маса гороху була на 9,6% меншою, ніж ріпаку озимого і становила 29,8 т/га. Біологічна маса пшениці озимої та ячменю ярого була приблизно однаковою – 23,1-23,5 т/га, що було на 28,8-30,0 % менше, ніж надземна та підземна маси ріпаку озимого.

Отже, серед досліджуваних падалишніх сидератів найбільшу біологічну масу формує ріпак озимий, що визначається найбільшою висотою і густотою

рослин, найбільшою тривалістю вегетації цього виду сидеральної культури та пізньою фазою росту і розвитку ріпаку озимого, порівняно з іншими досліджуваними видами сидератів.

Серед досліджуваних величин виявлені тісні кореляційно-регресійні зв'язки. Зокрема, між тривалістю вегетаційного періоду і висотою рослин сидеральних культур перед їх загортанням у ґрунті виявлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,813$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.1.

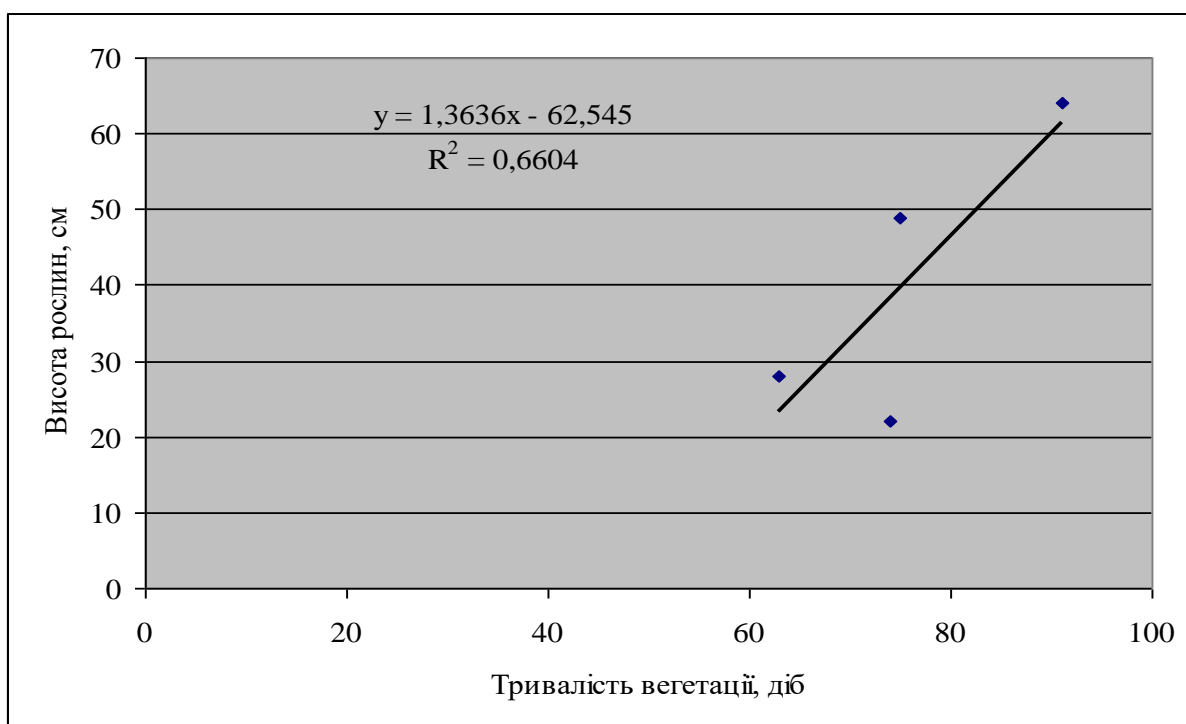


Рис. 3.1. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вегетації (x) сидератів та їх висотою (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,66$ показує, що висота рослин сидератів на 66% залежить від тривалості вегетації.

Між тривалістю вегетації сидератів та їх біологічною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,838$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.2.

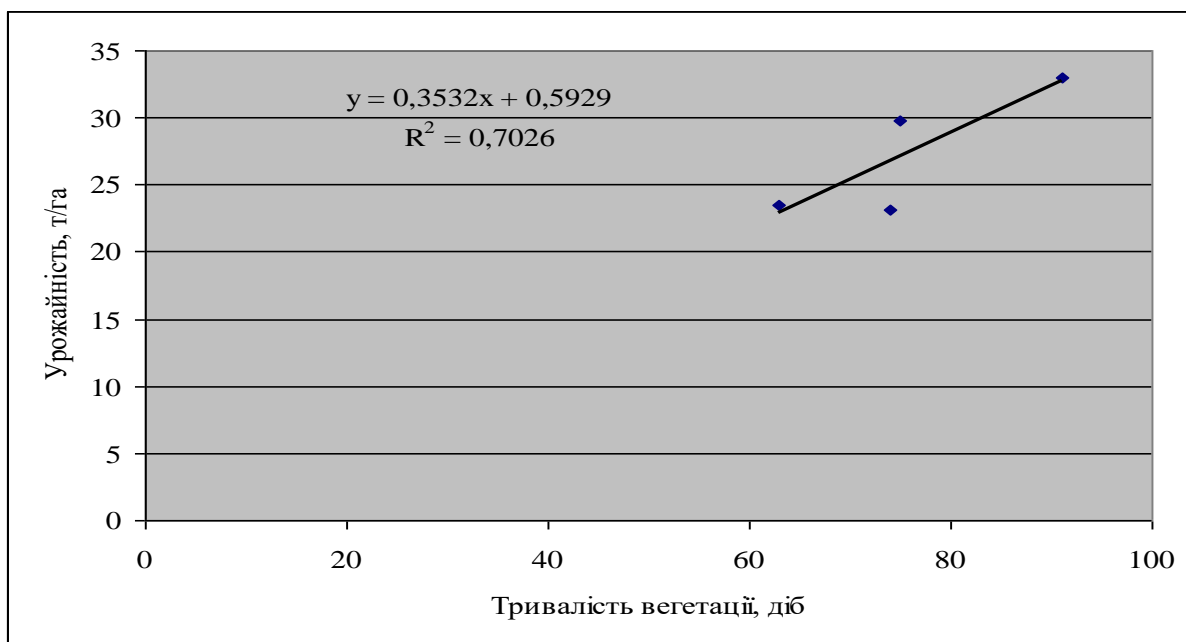


Рис. 3.2. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вегетації (x) сидератів та їх урожайністю (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,70$ показує, що біологічна маса сидератів на 70% залежить від висоти рослин.

Між густиною сидератів та їх біологічною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,932$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.3.

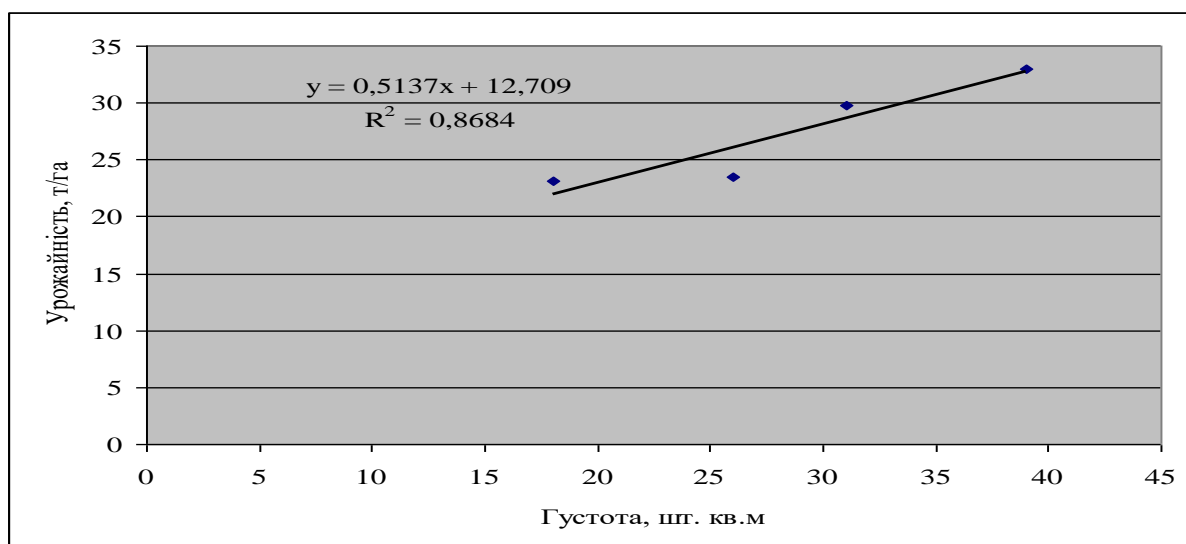


Рис. 3.3. Кореляційно-регресійна залежність між густиною (x) сидератів та їх урожайністю (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,868$ показує, що біологічна маса сидератів

на 87% залежить від густоти рослин.

Між висотою рослин сидератів та їх вегетативною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,994$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.4.

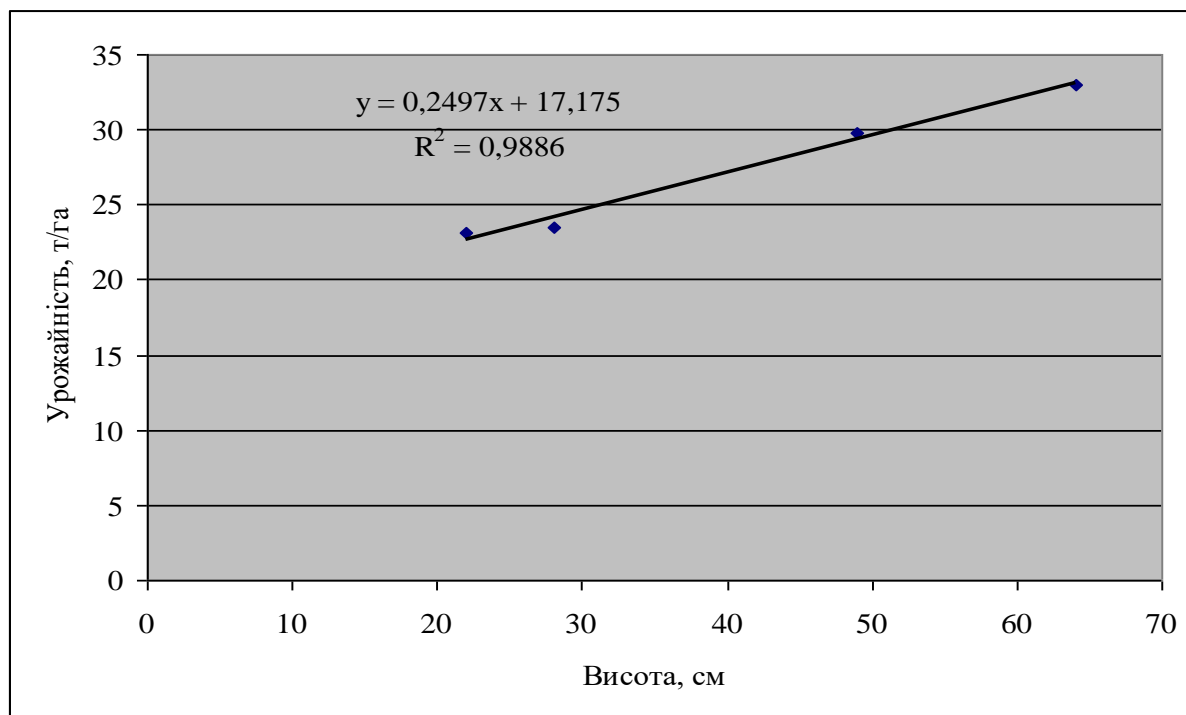


Рис. 3.4. Кореляційно-регресійна залежність між висотою (x) сидератів та їх урожайністю (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,988$ показує, що урожайність сидератів на 99% залежить від висоти рослин.

Аналіз результатів лабораторних дослідження щодо вмісту хімічних речовин у вегетативній масі сидератів пшениці озимої на час її заробки у ґрунт містилося 0,71 г/кг фосфору, 4,1 г/кг – калію, 1,01 г/кг – кальцію, 0,21 г/кг магнію та 0,52 г/кг – натрію. Вміст фосфору, калію, кальцію, магнію та натрію у 1 кг вегетативної маси ячменю ярого склав, відповідно 0,65 г, 3,1 г, 1,14 г, 0,34 г та 0,18 г, озимого ріпаку – 0,11 г, 4,4 г, 2,8 г, 0,62 г та 0,23 г і гороху – 1,25 г, 4,8 г, 3,1 г, 0,75 г та 0,27 г. Також необхідно відмітити, що найвища кількість в 1 кг вегетативної маси фосфору, калію, кальцію та магнію спостерігалась у

рослинах гороху, а натрію – пшениці озимої. У 1 кг вегетативної маси гороху найбільше містилося азоту – 6,1 г, а у рослинах ячменю ярого – найменше – 4,5 г (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3.

**Вміст основних мікроелементів у вегетативній масі сидератів, г/кг,
M±m**

Сидерат	Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній	Натрій
Пшениця озима	4,8±0,12	0,71±0,02	4,1±0,07	1,01±0,06	0,21±0,03	0,52±0,01
Ячмінь ярий	4,5±0,41	0,65±0,04	3,1±0,03	1,14±0,02	0,34±0,09	0,18±0,04
Горох	6,1±0,31	1,25±0,04	4,8±0,08	3,1±0,07	0,75±0,08	0,27±0,08
Ріпак озимий	5,4±0,33	1,11±0,03	4,4±0,08	2,8±0,05	0,62±0,04	0,23±0,07

Серед мікроелементів найбільше у вегетативній масі сидератів містилося заліза – 44-48 мг/кг. Найбільше – у рослинах ячменю ярого, а найменше – гороху (табл. 3.4.).

Таблиця 3.4.

**Вміст основних мікроелементів у вегетативній масі сидератів, мг/кг,
M±m**

Сидерат	Залізо	Мідь	Цинк	Марганець	Кобальт
Пшениця озима	46±2	0,80±0,03	7,8±1,2	7,2±1,2	0,22±0,04
Ячмінь ярий	48±3	0,45±0,02	3,2±1,0	4,3±1,2	0,06±0,01
Горох	44±2	0,70±0,05	4,3±1,1	5,5±1,1	0,02±0,01
Ріпак озимий	45±1	0,68±0,03	4,4±1,1	5,1±1,1	0,02±0,01

Міді у досліджуваних сидератах містилося 0,45-0,80 мг/кг, найбільше – у рослинах пшениці озимої, а найменше – ячменю ярого. Вміст цинку був найбільшим у рослинах пшениці озимої – 7,8 мг/кг, а найменший – у рослинах ячменю ярого – 3,2 мг/кг. Марганцю містилося у сидератах 4,3-7,2 мг/кг. Найбільше марганцю було у рослинах пшениці озимої, а найменше – ячменю ярого. Найбільше кобальту містилося у рослинах пшениці озимої – 0,22 мг/кг, а

найменше – у рослинах гороху та ріпаку озимого – 0,02 мг/кг [1].

3.2. Оцінка ефективності використання сидератів для поліпшення показників родючості ґрунту

Використання падалишніх сидератів основних сільськогосподарських культур: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого, що вирощуються в умовах інтенсивного землеробства, мало позитивний вплив на зміну показників родючості ґрунту, порівняно з варіантом без вирощування сидератів за період ротації сівозміни. До основних показників родючості ґрунту належать: вміст гумусу, азоту легкогідролізованого, фосфору рухомого, калію обмінного, реакція ґрунту рН, кислотність гідролітична, сума ввібраних основ та інші.

Зокрема на варіанті без вирощування сидератів вміст гумусу становив 2,30%. Вирощування сидератів за період ротації сівозміни сприяло підвищенню вмісту гумусу у ґрунту на 0,11-0,14 %. Найбільше зріс вміст гумусу на варіанті вирощування сидератів гороху та ріпаку озимого, а найменше – ячменю ярого. Загалом найвищий вміст гумусу був виявлений на варіанті вирощування сидерального гороху та ріпаку озимого – по 2,44%, а найменший – при вирощуванні сидерату ячменю ярого – 2,41% (табл. 3.5.). За вмістом гумусу усі досліджувані варіанти знаходилися у діапазоні «середнього вмісту» (2,1-3,0 %).

Вміст азоту лужногідролізованого на варіанті без вирощування сидератів становив 118 мг/кг. При вирощуванні сидератів, вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті зріс на 1,7-7,1 %. Найістотніше зріс вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті після вирощування сидерату гороху, а найменше – після ячменю ярого і ріпаку озимого. Найвищий вміст азоту лужногідролізованого був встановлений у ґрунті, де вирощували сидерат горох – 127 мг/кг, а найменший – після вирощування сидератів ячменю ярого і ріпаку озимого – по 120 мг/кг. За вмістом лужногідролізованого азоту у ґрунті, усі досліджувані варіанти

перебували у діапазоні «низький вміст» (100-150 мг/кг).

Таблиця 3.5.

Вплив сидератів на показники родючості ґрунту, 2021 р., М±m

Агрохімічні показники ґрунту	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Гумус, %	2,42±0,02	2,41±0,02	2,44±0,01	2,44±0,01	2,30±0,03
Азот лужногідролізований, мг/кг	125±2	120±3	127±2	120±3	118±3
Фосфор рухомий, мг/кг	520±4	510±2	515±3	517±3	622±3
Калій обмінний, мг/кг	215±2	218±2	220±1	230±1	156±4
Реакція ґрунту, рН	5,75±0,02	5,85±0,03	5,65±0,01	5,55±0,02	6,05±0,03
Кислотність гідролітична, мг-екв./100 г	1,60±0,04	1,65±0,04	1,70±0,03	1,72±0,03	1,60±0,02
Сума ввібраних основ, мгекв./100 г	16,2±0,4	16,4±0,2	16,8±0,3	16,4±0,2	17,5±0,2

Концентрація рухомого фосфору на контрольному варіанті без вирощування сидератів становила 622 мг/кг та була найвищою серед усіх досліджуваних варіантів, де вирощували сидерати. На варіантах із вирощуванням сидеральних культур вміст рухомого фосфору у ґрунті зменшився на 16,4-18,0 %. Найменше зниження вмісту фосфору рухомого у ґрунті, порівняно з варіантом без використання сидератів, було виявлено на варіанті вирощування сидерату пшениці озимої, а найбільше – зниження – на варіанті вирощування сидерату ячменю ярого. Загалом, найнижчий вміст у ґрунті фосфору рухомого був виявлений після вирощування сидерату ячменю ярого – 510 мг/кг, а найбільший – після вирощування сидерату пшениці озимої – 520 мг/кг. За вмістом у ґрунті фосфору рухомого, усі досліджувані варіанти перебувають у категорії «середній вміст» (51-100 мг/кг).

Ґрунт варіанту без вирощування сидерату містив калію обмінного 156

мг/кг. Вирощування сидератів сприяло підвищенню вмісту у ґрунті калію обмінного на 27,4-32,2 %. Найбільше зростання вмісту калію обмінного у ґрунті було встановлено на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, а найменше – вирощування пшениці озимої. Найвищий вміст у ґрунті калію обмінного був встановлений на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 230 мг/кг, а найменший – після сидерату пшениці озимої – 215 мг/кг. На контрольному варіанті, без вирощування сидерату, вміст обмінного калію у ґрунті відповідав показнику «високий вміст» (120-180 мг/кг), а на решти варіантах, де вирощували сидерати – показнику «дуже високий» (понад 180 мг/кг).

Реакція ґрунту рН на варіанті без вирощування сидератів становила 6,05 рН. Варіанти із вирощуванням сидератів відзначалися зниженням величини реакції ґрунтового розчину на 0,2-0,5 рН. Це вказує на підкислення ґрунту при вирощуванні сидератів. Найбільше підкислення ґрунту спостерігається після вирощування сидерату ріпаку озимого, а найменше – після сидерату ячменю ярого. Загалом, найвище значення реакції ґрунтового розчину рН на варіантах із вирощуванням сидератів було виявлене після ячменю ярого – 5,85 рН, а найменше – після ріпаку озимого – 5,55 рН. За реакцією ґрунтового розчину рН, варіант з вирощуванням сидерату ріпаку озимого мав слабо кислу реакцію (5,10-5,55 рН), інші варіанти з вирощуванням сидератів – близьку до нейтральної (5,6-6,0 рН), в той час як варіант без вирощування сидератів мав нейтральну реакцію рН (6,05-7,00 рН).

Гідролітична кислотність ґрунту на варіанті без вирощування сидератів та при вирощуванні сидерату пшениці озимої була однакова і становила 1,60 мг-екв./100 г. На інших варіантах вирощування сидератів, величина гідролітичної кислотності ґрунту зросла на 3,0-7,0%. Найбільше зростання гідролітичної кислотності встановлено на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, де фактична гідролітична кислотність ґрунту була найбільша і

становила 1,72 мг-екв./100 г.

Сума ввібраних основ ґрунту на варіанті без вирощування сидератів була найвища і становила 17,5 мг-екв./100 г. При вирощуванні сидератів сума ввібраних основ ґрунту зменшилась на 4,0-7,4%. Найістотніше зменшилась сума ввібраних основ у ґрунті, де вирощували сидерат пшеницю озиму, а найменше – горох. Найбільша величина суми ввібраних основ ґрунту була виявлена на варіанті, де вирощували сидерат горох – 16,8 мг-екв./100 г, а найменша – при вирощуванні сидерату пшениці озимої – 16,2 мг-екв./100 г.

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що вирощування падалишних сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого мало позитивний вплив на підвищення вмісту гумусу у ґрунті на 0,11-0,14%, що зумовлено накопиченням у ґрунті органічної речовини, сформованої сидератами та поступового її перетворення у гумус. Така ж закономірність спостерігається за вмістом у ґрунті лужногідролізованого азоту та обмінного калію, що утворюються з органічної маси сидератів.

В той же час вміст рухомого фосфору у ґрунті при вирощуванні сидератів був меншим, ніж на варіанті без сидератів. Це можна пояснити тим, що сидерати для свого росту і розвитку вилучили з ґрунту рухомий фосфор, але не повернули його у доступній для рослин формі.

Реакція ґрунтового розчину рН та гідролітична кислотність ґрунту при вирощуванні сидератів рухається у напрямку підкислення ґрунту, що можна пояснити вилученням з ґрунту сидератами кальцію. Це твердження обґрунтовується фактом зменшення суми ввібраних основ ґрунту при вирощуванні сидератів.

Таким чином, вирощування сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого сприяє підвищенню вмісту гумусу у ґрунті на 0,11-0,14 %, азоту лужногідролізованого – на 1,7-7,1 %, калію обмінного – на 27,4-32,2 %, проте зниження вмісту фосфору рухомого – на 16,4-18,0%, підкисленню

реакції ґрунтового розчину – на 0,2-0,5 рН, підвищення гідролітичної кислотності до 7,0% та зниження суми ввібраних основ на 4,0-7,4%.

Зокрема вирощування сидерату гороху, порівняно з іншими досліджуваними сидератами, сприяє найбільшому підвищенню вмісту гумусу та азоту лужногідролітичного у ґрунті та утворенню найвищої суми ввібраних основ. Вирощування сидерату ріпаку озимого дозволяє найбільше підвищити вміст гумусу у ґрунті, калію обмінного, але зумовлює найменше зростання вмісту лужногідролізованого азоту, найбільше підкислення реакції ґрунтового розчину рН та збільшує гідролітичну кислотність. Вирощування сидерату пшениці озимої забезпечує найбільше зростання вмісту у ґрунті фосфору рухомого, найбільше знижує величину гідролітичної кислотності, але дозволяє отримати найменший приріст калію обмінного у ґрунті та найнижче значення суми ввібраних основ. Ячмінь ярий, як сидерат, забезпечує найменший приріст вмісту гумусу у ґрунті та азоту лужногідролізованого, найменший вміст фосфору рухомого, проте найбільш нейтральну реакцію ґрунту рН, порівняно з іншими досліджуваними сидеральними культурами.

Між біологічною масою рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту гумусу у ґрунті встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,988$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.5.

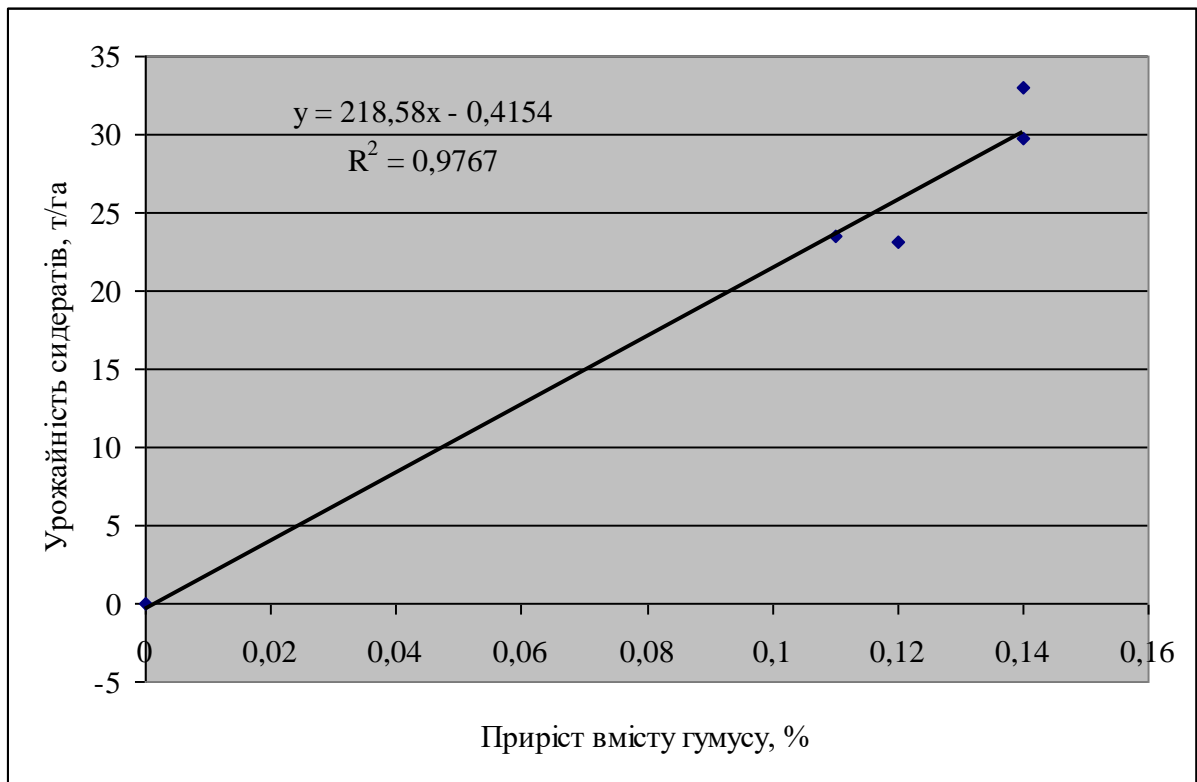


Рис. 3.5. Кореляційно-регресійна залежність між приростом вмісту гумусу у ґрунті (x) та урожайністю сидератів (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,976$ показує, що приріст вмісту гумусу у ґрунті на 98% залежить від урожайності сидератів.

Між біологічною масою рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту азоту лужногідролізованого у ґрунті встановлений середній позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,534$. Причиною цього є зростання вмісту азоту у ґрунті на варіанті, де ріс сидерат горох внаслідок його симбіотичної азотфіксації.

Між біологічною масою рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту обмінного калію у ґрунті встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,984$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.6.

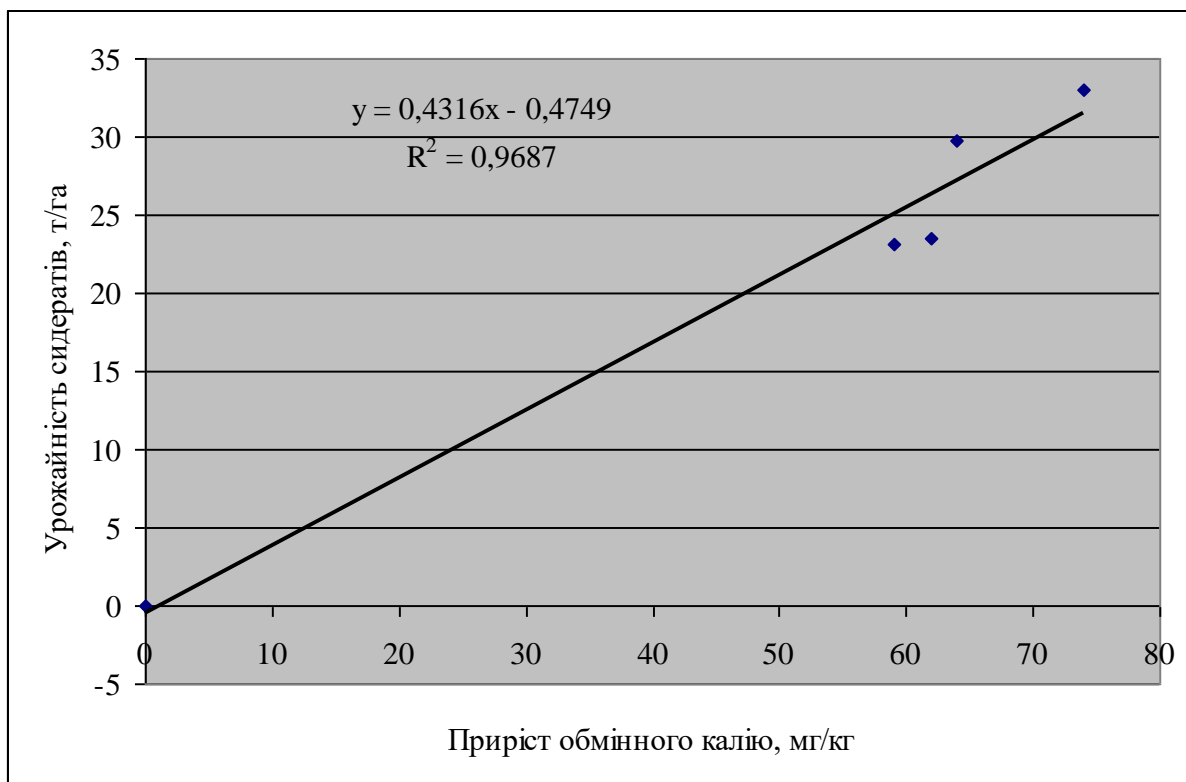


Рис. 3.6. Кореляційно-регресійна залежність між приростом вмісту обмінного калію у ґрунті (x) та урожайністю сидератів (y)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,968$ показує, що приріст вмісту обмінного калію у ґрунті на 97% залежить від урожайності сидератів.

3.3. Використання сидератів для зниження забруднення ґрунту важкими металами

Концентрація рухомих форм важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку при вирощуванні сидератів також зазнавала змін. Зокрема вміст свинцю у ґрунті за вирощування сидератів становив 1,28-1,40 мг/кг. Найнижчий вміст рухомих форм свинцю у ґрунті був виявлений на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, а найвищий – при вирощуванні сидерату ячменю ярого. Порівняно з ділянкою, де сидерати не вирощували, вміст рухомих форм свинцю у ґрунті на варіанті із сидератами зріс на 17,2-24,3%. Проте, граничнодопустима концентрація рухомих форм свинцю у ґрунті (6,0 мг/кг) є значно вищою за фактичний вміст у ґрунтах дослідних ділянок, що не становить

небезпеки (табл.3.6.).

Таблиця 3.6.

**Вплив сидератів на вміст рухомих форм важких металів у ґрунті,
2021 р. мг/кг, $M \pm m$**

Важкі метали	ГДК важких металів	Сидерат				
		пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	6,0	1,35±0,04	1,40±0,03	1,38±0,03	1,28±0,02	1,06±0,02
Cd	0,7	0,21±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01	0,20±0,01	0,18±0,01
Cu	3,0	0,54±0,03	0,53±0,03	0,51±0,02	0,51±0,02	0,42±0,02
Zn	23,0	1,82±0,05	1,73±0,03	1,88±0,05	1,82±0,04	1,13±0,02

Концентрація кадмію у ґрунтах при вирощуванні сидератів становила 0,20-0,21 мг/кг. Найнижчий вміст кадмію був виявлений на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, а на решти сидератах – по 0,21 мг/кг. На варіанті без вирощування сидератів концентрація рухомих форм кадмію була на 10,0-14,3% меншою і становила 0,18 мг/кг. Граничнодопустима концентрація рухомих форм кадмію у ґрунті становить 0,7 мг/кг, що на багато більше, ніж фактична концентрація кадмію у ґрунті досліджуваних варіантів, тому небезпеки немає.

Вміст рухомих форм міді у ґрунті, де вирощували сидерати, становив 0,51-0,54 мг/кг. Найнижчий вміст міді був виявлений на варіанті вирощування сидератів гороху і ріпаку озимого, а найвищий – на варіанті вирощування сидерату пшениці озимої. На варіанті без вирощування сидератів вміст міді у ґрунті був на 17,6-22,2% меншим і становив 0,42 мг/кг. ГДК міді у ґрунті становить 3,0 мг/кг. Фактичний вміст міді у ґрунті дослідних варіантів був набагато меншим.

Концентрація рухомих форм цинку у ґрунті, де вирощували сидерати, становила 1,73-1,88 мг/кг. Найменший вміст рухомих форм цинку був виявлений у ґрунті, де вирощували сидерат ячмінь ярий, а найбільший – де вирощували сидерат горох. Концентрація цинку на контрольному варіанті без

вирощування сидерату становила 1,13 мг/кг, що було на 34,7-39,9% менше, ніж на варіантах вирощування сидератів. Граничнодопустима концентрація цинку у ґрунті складає 23,0 мг/кг, що було значно менше, ніж у дослідних варіантах.

Важливим показником, що визначає екологічну небезпеку вмісту важких металів у ґрунті відносно граничнодопустимої концентрації, є коефіцієнт небезпеки, що визначається відношенням фактичної концентрації важких металів у ґрунті до їх ГДК. Отримана величина має бути меншою одиниці, це вказує на задовільні екологічні умови. Чим менший показник – тим безпечніша екологічна ситуація.

Коефіцієнт небезпеки свинцю у ґрунті при вирощуванні сидератів становив 0,21-0,23. Найменшим він був при вирощуванні сидерату ріпаку озимого. На варіанті без вирощування сидератів коефіцієнт небезпеки був дещо нижчим і склав 0,18 (рис. 3.7.).

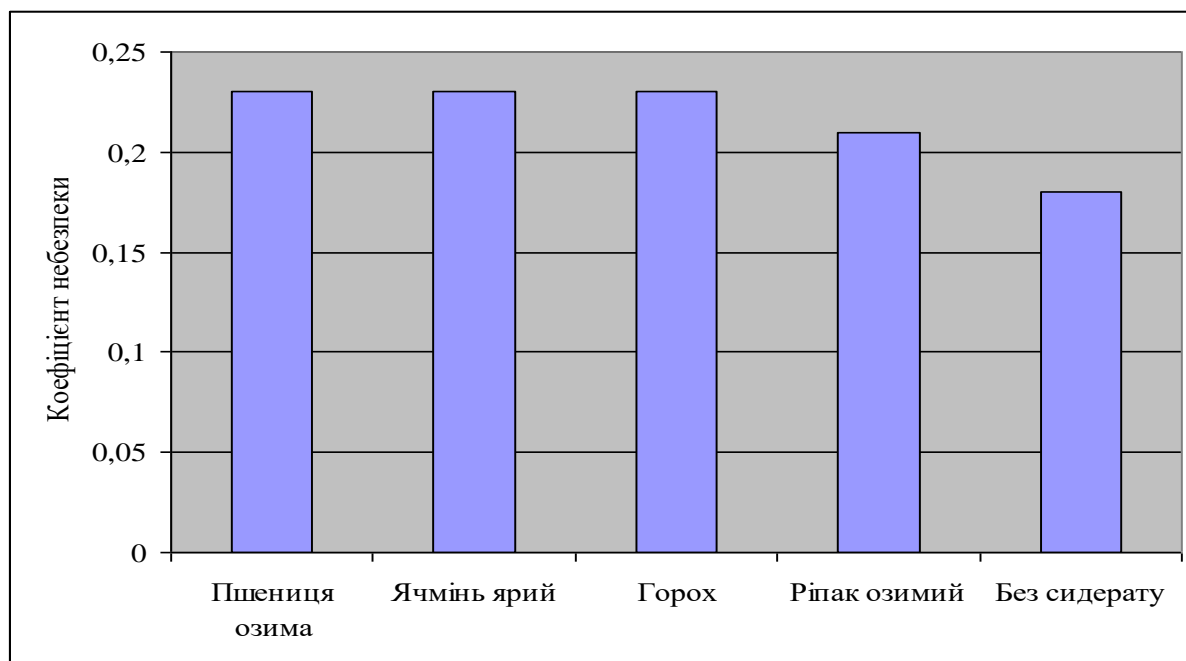


Рис. 3.7. Коефіцієнт небезпеки свинцю у ґрунті при вирощуванні сидератів

Найменший коефіцієнт небезпеки кадмію при вирощуванні сидератів був на варіанті ріпаку озимого – 0,29, а на решти варіантах – однаковий – по 0,3. Це дещо більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів – 0,26 (рис. 3.8.).

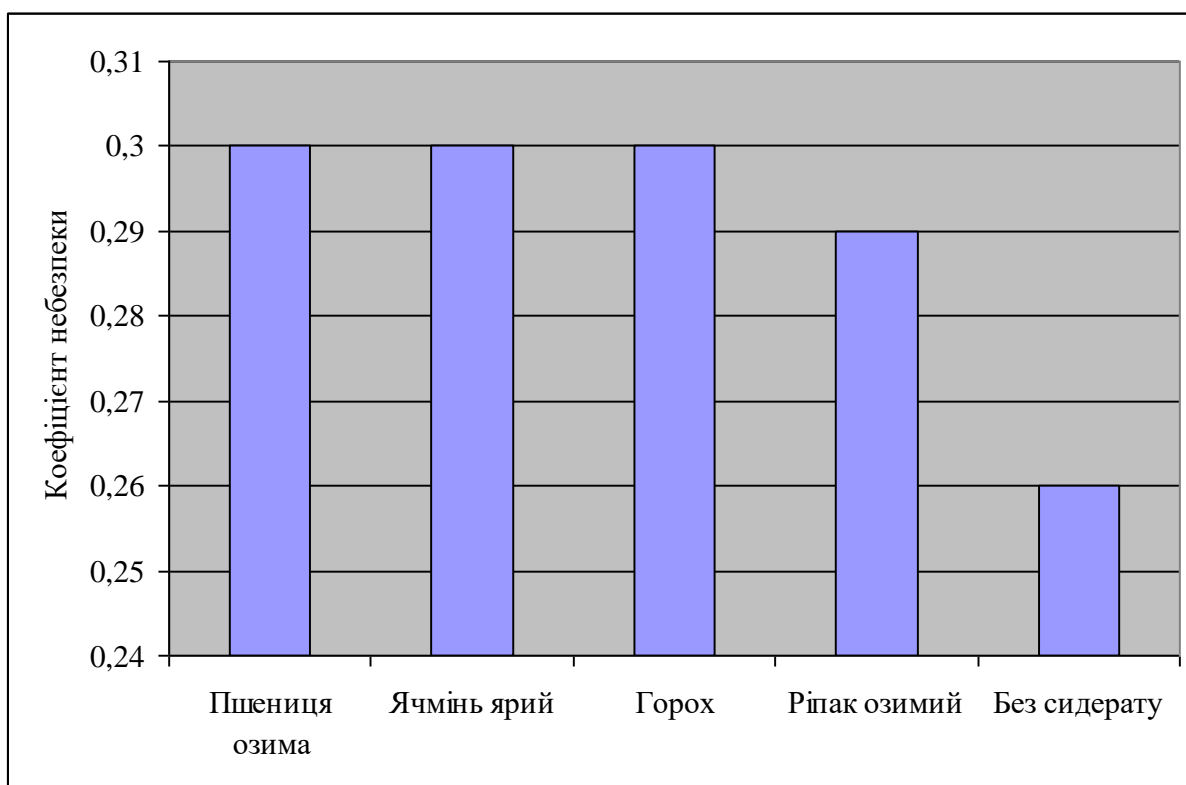


Рис. 3.8. Коефіцієнт небезпеки кадмію у ґрунті при вирощуванні сидератів

Найнижчий коефіцієнт небезпеки міді у ґрунті при вирощуванні сидератів був встановлений на варіанті гороху та ріпаку озимого – по 0,17.

Найвищий коефіцієнт небезпеки був встановлений на варіанті вирощування сидерату пшениці озимої та ячменю ярого – по 0,18. Коефіцієнт небезпеки міді на варіанті без вирощування сидератів був найменшим і становив 0,14 (рис. 3.9.).

Найнижчий коефіцієнт небезпеки цинку був виявлений на варіанті без вирощування сидерату – 0,05. На решти дослідних варіантах він був однаковим після вирощування усіх сидератів і становив по 0,08 (рис. 3.10.).

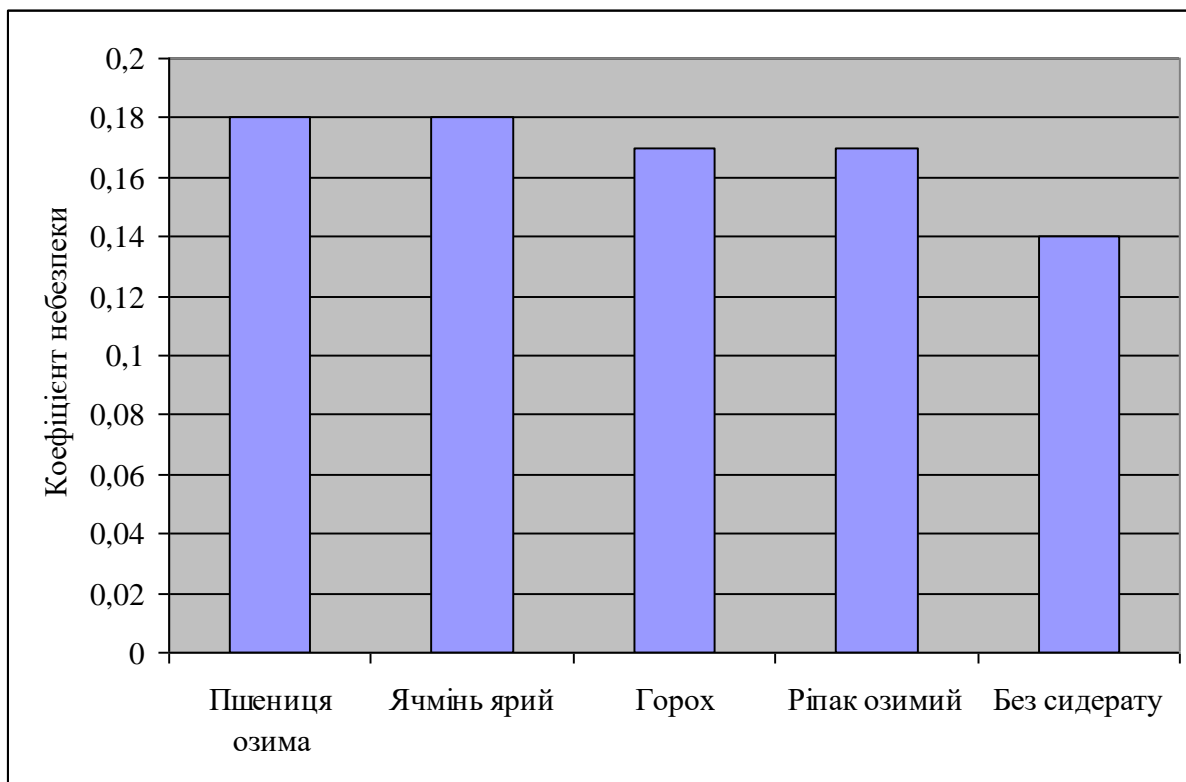


Рис. 3.9. Коефіцієнт небезпеки міді у ґрунті при вирощуванні сидератів

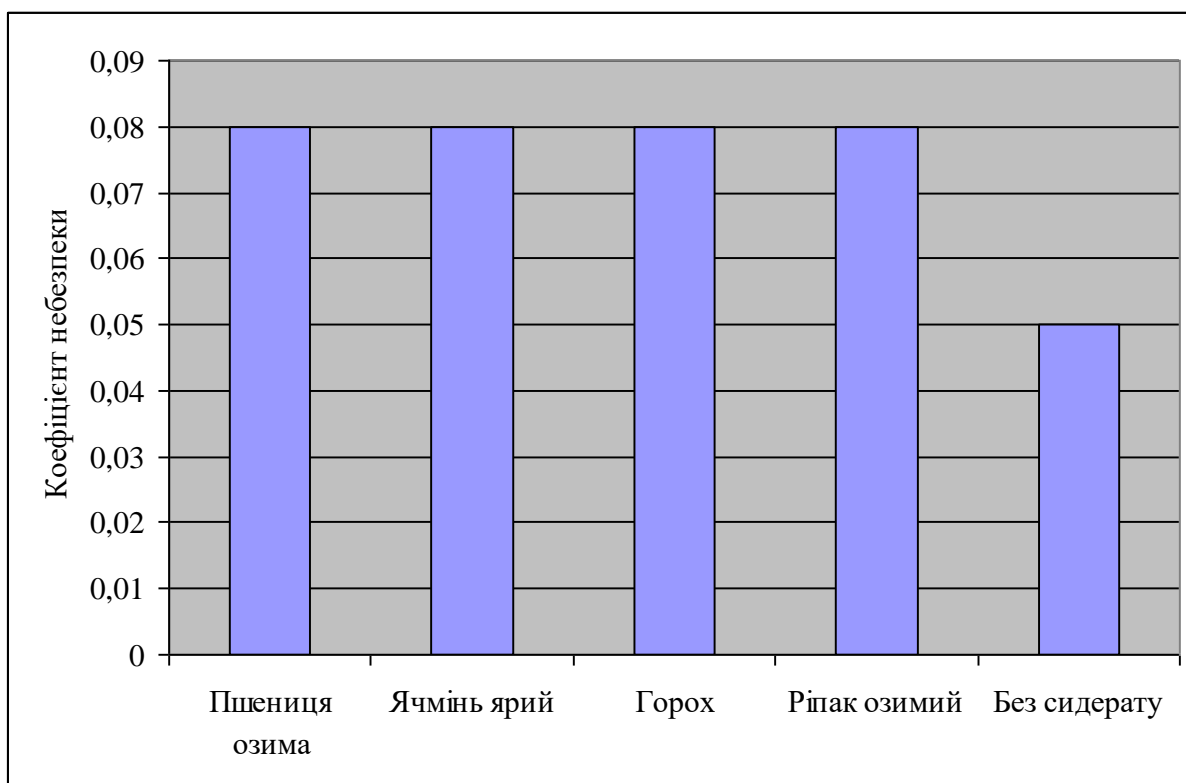


Рис. 3.10. Коефіцієнт небезпеки цинку у ґрунті при вирощуванні сидератів

Оскільки визначали забруднення ґрунту кількома важкими металами одночасно (свинцем, кадмієм, міддю і цинком), то необхідно розрахувати сумарний показник забрудненості, який враховує комплексний вплив усіх важких металів на екологічний стан ґрунтового середовища, за формулою:

$$Z_c = (K_{c1} + K_{c2} + K_{c3} + K_{c4}) - (n - 1),$$

де: Z_c – сумарний показник забрудненості ґрунту;

K_c – коефіцієнт небезпеки важкого металу; n – кількість врахованих важких металів.

Такий розрахунок дозволить показати, який сидерат найбільш позитивно впливає на зниження концентрації кількох важких металів одночасно. Чим нижче отримане число – тим сприятливіший екологічний вплив сидерату на зниження небезпеки важких металів у ґрунті.

Усі досліджувані сидерати забезпечили дуже низькі величини сумарного показника забруднення ґрунту кількома важкими металами із мінусовими значеннями. Найнижчий сумарний показник забезпечив сидерат ріпак озимий – мінус 2,25, а найвищий – сидерати пшениця озима та ячмінь ярий – по мінус 2,21. На варіанті без вирощування сидератів сумарний показник забрудненості ґрунту кількома важкими металами був ще меншим – мінус 2,37 (рис. 3.11.).

На основі проведених досліджень щодо ефективності вирощування сидератів для зниження вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті, можна констатувати, що вирощування сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого зумовлює зростання вмісту у ґрунті свинцю на 17,2-24,3%, кадмію – на 10,0-14,3%, міді – на 17,6-22,2% і цинку – на 34,7-39,9%, порівняно із варіантом без вирощування сидератів, що пояснюється перетворенням сидератами важкодоступних речовин у ґрунті у легкорозчинні рухомі сполуки, що стосується і важких металів. Тобто важкорозчинні сполуки важких металів, що були у ґрунті перетворюються у легкорозчинні – доступні для рослин при вирощуванні сидератів, але шкоди для рослин при таких концентраціях немає.

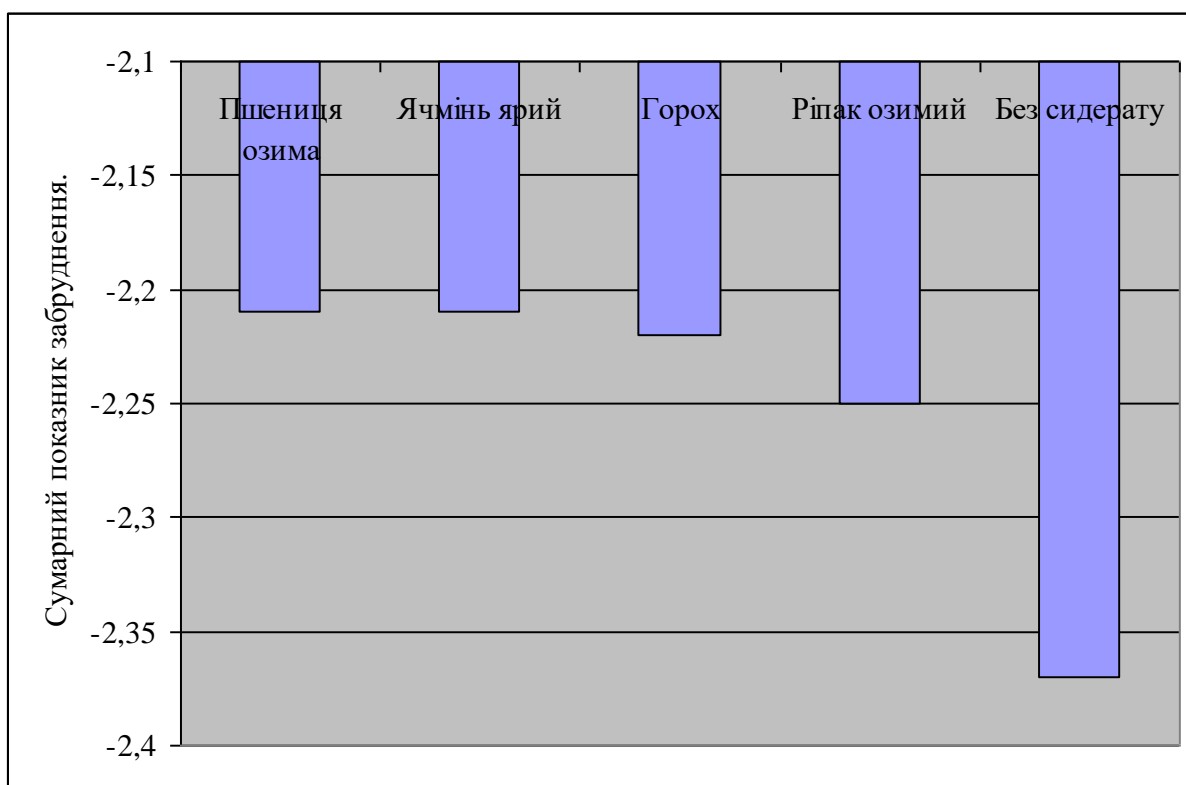


Рис. 3.11. Сумарний показник забруднення ґрунту кількома важкими металами при вирощуванні сидератів

Серед досліджуваних сидератів найменший вміст у ґрунті свинцю, кадмію та міді забезпечує ріпак озимий. Також цей варіант дозволяє отримати найнижчу величину сумарного забруднення ґрунту чотирма видами важких металів. Сидерат горох забезпечує найнижчий вміст у ґрунті міді, але найвищий вміст цинку. Сидерат ячмінь ярий забезпечує найвищий вміст у ґрунті свинцю, але найнижчий – цинку, а також найвищу величину сумарного забруднення ґрунту усіма важкими металами. Сидерат пшениця озима забезпечує найвищий вміст у ґрунті міді та найвищий сумарний показник забруднення ґрунту усіма важкими металами.

Висновки до розділу 3

1. Серед досліджуваних культур інтенсивного землеробства, що потенційно можуть бути придатними для отримання падалишньої сидеральної

маси, найдовший вегетаційний період для формування сидератів має ріпак озимий – 91 доба. Це визначається його раннім збиранням – середина липня, найкоротшим серед інших культур терміном від збирання культури до появи сходів його падалиці – 18 діб, що дозволяє рослинам ріпаку озимого досягнути фази початку цвітіння.

2. Найкоротший термін вегетації падалишніх сидератів характерний для ячменю ярого – 63 доби. Це пояснюється його пізнім збиранням – перша декада серпня, тривалим періодом появи сходів від збирання урожаю – 23 доби та біологічними особливостями тривалого періоду яровизації, що не дозволяє швидко пройти фазу кушення.

3. Найбільшу біологічну масу надземної та підземної частини падалишніх сидератів формує ріпак озимий – 33,0 т/га. Це зумовлено найбільшими його втратами при збиранні та, відповідно, найбільшою густрою – 39 шт./м² та висотою рослин на період заробки – 64 см.

4. Найменшу біологічну масу сформували падалишні сидерати пшениця озима та ячмінь ярий – 23,1-23,5 т/га внаслідок незначної їх густоти – 18-26 шт./м² та висоти рослин на час їх заробки – 22-28 см.

5. Найбільш позитивний вплив досліджуваних сидератів на показники родючості ґрунту здійснювали горох, що підвищував вміст гумусу на 0,14%, азоту легкогідролізованого – на 7% порівняно з контролем; ріпак озимий – підвищував вміст гумусу на 0,14%, калію обмінного – на 32,2% порівняно з контролем; пшениця озима – підвищувала вміст фосфору рухомого серед усіх сидератів.

6. Найбільш позитивний вплив на зниження вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті здійснювали сидеральні культури ріпаку озимого за свинцем, кадмієм та міддю; ячменю ярого – за цинком; гороху – за міддю.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Serhiy, Ovcharuk Vitaliy, Krasnyak Olena, Bakhmat Mykola, Bakhmat Oleg. Agroecological assessment of green manures grown from winter grain harvest

lost in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11 (4). P 895-902.

2. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 144-152.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ СИДЕРАТИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР, ПОЖИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ВИРОЩЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Формування урожаю сільськогосподарських культур, вирощених після сидератів

Основними показниками, що визначають продуктивність сільськогосподарських рослин є тривалість вегетаційного періоду, густина та висота рослин. Найменша тривалість вегетаційного періоду соняшнику гібриду Фаворит була встановлена на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 107 діб. Вирощування сидерату ячменю ярого подовжувало вегетаційний період соняшнику на 2 доби, сидерату пшениці озимої – на 3 доби, сидерату гороху – на 4 доби і сидерату ріпаку озимого – на 5 діб. Найтриваліший вегетаційний період соняшнику забезпечив сидерат ріпак озимий – 112 діб, а найкоротший при використанні сидератів – ячмінь ярий – 109 діб (табл. 4.1.).

Таблиця 4.1.

Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після сидератів, середнє 2019-2021 рр., М±m

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	110±1	109±1	111±1	112±1	107±2
Густина рослин в кінці вегетації, шт./м ²	4,8±0,1	4,7±0,2	5,0±0,1	5,0±0,1	4,6±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	180±3	178±2	184±2	186±2	175±3

Густина рослин соняшнику в кінці вегетації на контролі була найменшою і становила 4,6 шт./м². Вирощування сидерату ячменю ярого збільшувало

густоту рослин соняшнику на 0,1 шт./м², сидерату пшениці озимої – на 0,2 шт./м², сидератів гороху і ріпак озимого – на 0,4 шт./м². Найбільша густина рослин соняшнику на кінець вегетації була виявлена при вирощуванні сидератів гороху і ріпаку озимого – по 5,0 шт./м², а найменша серед варіантів із сидератами – після ячменю ярого – 4,7 шт./м².

Висота рослин соняшнику при вирощуванні сидератів становила 178-186 см. Найвищими були рослини при вирощуванні сидерату ріпаку озимого, а найнижчими – сидерату ячменю ярого. На контрольному варіанті без вирощування сидератів висота рослин соняшнику була найменша і становила 175 см, що було на 3-11 см менше, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів.

У досліді вирощували кукурудзу гібриду Лелека МВ ФАО 290. Тривалість її вегетаційного періоду на контрольному варіанті була найменша і становила 107 діб. При вирощуванні кукурудзи після сидерату ячменю ярого тривалість вегетаційного періоду подовжувався на 3 доби, після сидерату пшениці озимої – на 5 діб, сидерату гороху – на 7 діб і після сидерату ріпаку озимого – на 8 діб з тривалістю вегетації 115 діб (табл. 4.2.).

Таблиця 4.2.

Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після сидератів, середнє 2019-2021 рр., М±m

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	112±1	110±2	114±1	115±1	107±2
Густина рослин в кінці вегетації, шт./м ²	6,1±0,1	6,1±0,1	6,2±0,1	6,2±0,1	6,0±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	268±3	264±4	275±2	277±2	250±3

Густина рослин соняшнику на період збирання на контрольному варіанті без вирощування сидератів була найменша і становила 6,0 шт./м². Вирощування

сидератів пшениці озимої та ячменю ярого збільшувало густоту рослин кукурудзи на 0,1 шт./м², сидератів гороху та ріпаку озимого – на 0,2 шт./м². Найбільша густота рослин соняшнику становила 6,2 шт./м² при вирощуванні сидератів гороху та ріпаку озимого.

Висота рослин кукурудзи на варіантах із вирощуванням сидератів становила 264-277 см та була на 14-27 см більшою, ніж на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Найвищими були рослини кукурудзи, що вирощували із сидератом ріпаком озимим – 277 см, а найнижчими серед сидератів – ячменю ярого – 264 см.

Урожайність насіння соняшнику на контрольному варіанті без вирощування сидератів становила 3,02 т/га та була на 11,4-14,0% меншою, ніж при вирощуванні сидератів. Найвища урожайність насіння соняшнику була встановлена на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 3,51 т/га, що було на 0,9% більше, ніж після сидерату гороху, на 1,7% більше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 2,8% менше, ніж після вирощування сидерату ячменю ярого (рис. 4.1.).

Урожайність зерна кукурудзи вирощеного на контрольному варіанті без сидератів становила 7,1 т/га та була на 15,1-23,5% меншою, ніж при вирощуванні сидератів. Найвища урожайність зерна кукурудзи була встановлена на варіанті її вирощування після сидерату ріпаку озимого – 10,2 т/га. Це було на 0,8% більше, ніж після сидерату гороху, на 3,0% більше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 9,8% більше, ніж після сидерату ячменю ярого, де урожайність зерна становила 11,9 т/га (рис. 4.2.).

НІР₀₅ 0,03 т/га

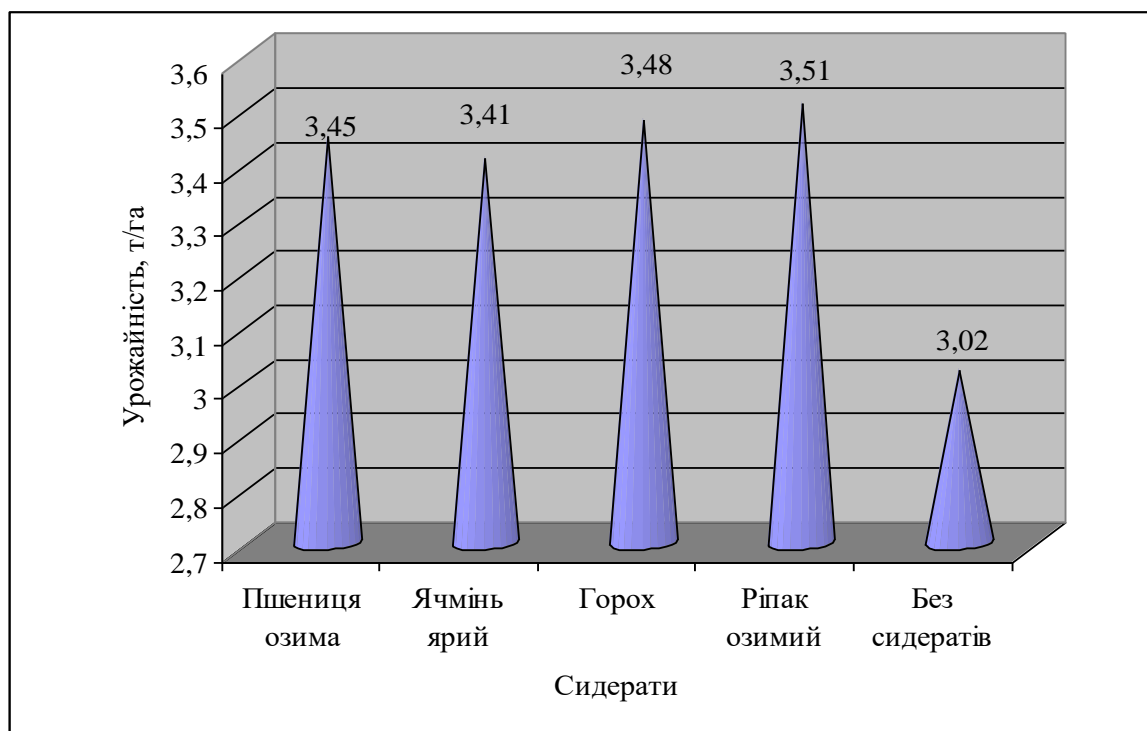


Рис. 4.1. Урожайність насіння соняшнику вирощеного після сидератів, середнє 2019-2021 рр.

НІР₀₅ 0,05 т/га

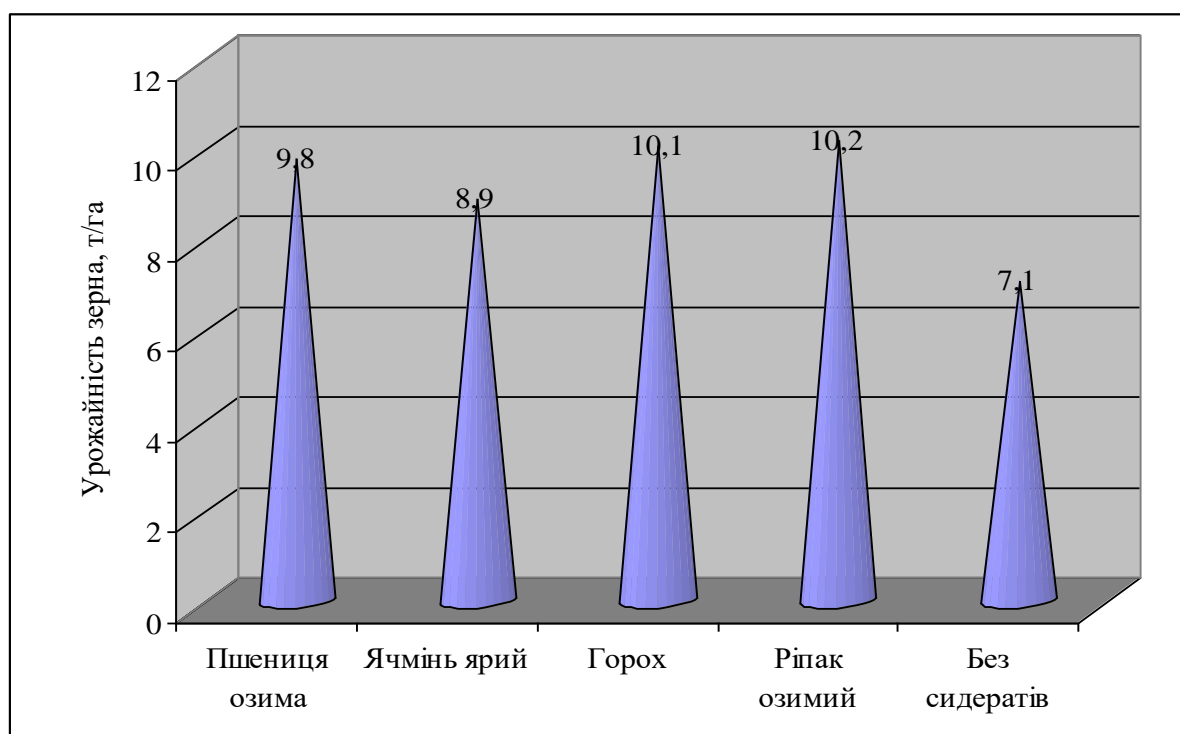


Рис. 4.2. Урожайність зерна кукурудзи вирощеного після сидератів, середнє 2019-2021 рр.

Таким чином встановлено, що вирощування соняшнику та кукурудзи після сидерату ріпаку озимого забезпечує найвищу їх урожайність. Це забезпечується найбільшою густотою і висотою рослин в кінці вегетації та найдовшим вегетаційним періодом після цих сидератів. Ячмінь ярий, як сидерат для кукурудзи і соняшнику серед усіх сидератів забезпечує найнижчу їх урожайність за рахунок найкоротшого вегетаційного періоду, найменшої густоти і висоти рослин на кінець вегетації.

Між урожайністю вегетативної маси сидератів та приростом урожайності насіння соняшнику встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,984$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками представлена на рис. 4.3.

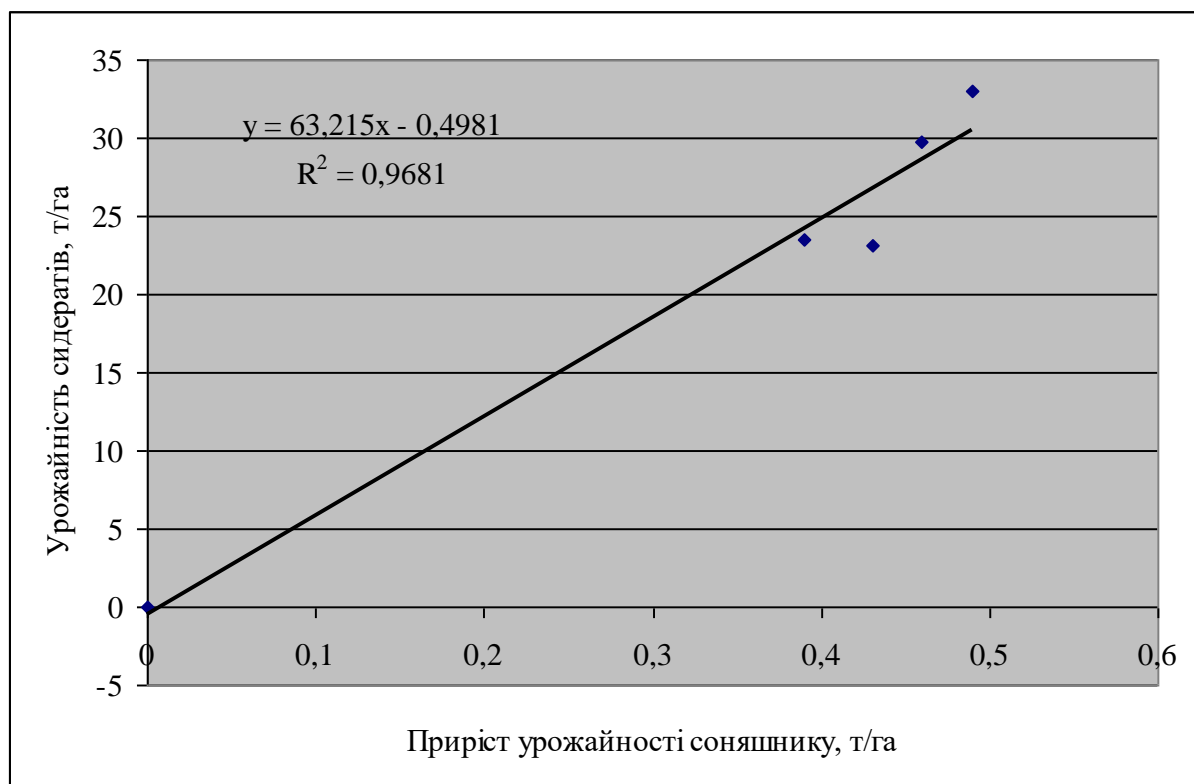


Рис. 4.3. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та приростом урожайності насіння соняшнику (x)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,968$ показує, що приріст урожайності насіння соняшнику на 97% залежить від величини біологічної маси сидератів.

Між біологічною масою сидератів та приростом урожайності зерна кукурудзи встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,965$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками представлена на рис. 4.4.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,930$ показує, що приріст урожайності зерна кукурудзи на 93% залежить від біологічної маси сидератів.

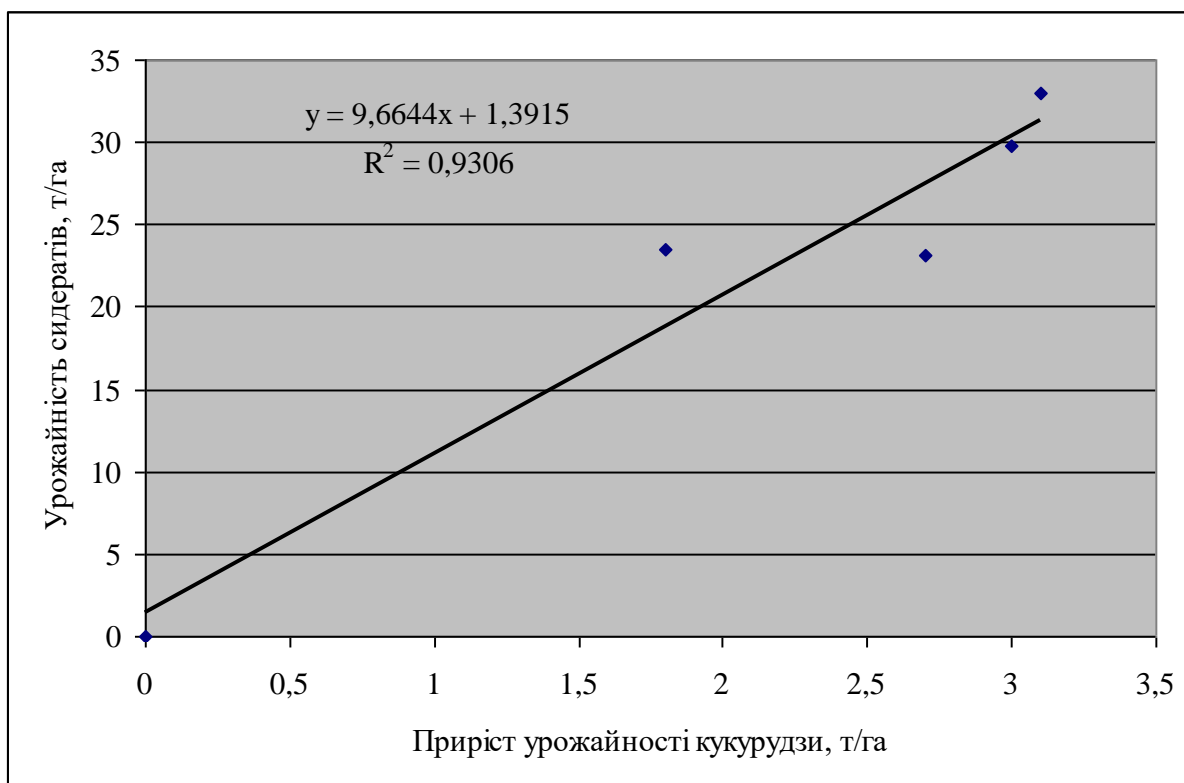


Рис. 4.4. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та приростом урожайності зерна кукурудзи (x)

Отже, математичний аналіз підтвердив ефект сидератів щодо впливу їх на приріст урожайності насіння соняшнику та зерна кукурудзи.

4.2. Поживна цінність та екологічна безпека рослинницької продукції, вирощеної після сидератів

Якісними показниками насіння соняшнику є масова частка олії у перерахунку на суху речовину, кислотне число олії та вологість насіння. Масова частка олії – це вміст олії у насінні соняшнику. Чим вищий цей показник – тим більш якісне насіння. Найвища масова частка олії була виявлена у насінні соняшнику, що вирощувалося після сидерату ріпаку озимого – 49,2%. На 0,2% менший вміст олії був виявлений у насінні соняшника, вирощеному після сидерату гороху. Найнижчий вміст олії був виявлений у насінні соняшнику, вирощеному після сидерату ячменю ярого – 48,7%, що було на 0,5% менше, ніж у найкращого варіанту. На контрольному варіанті, без вирощування сидерату, вміст олії у насінні становив 48,5%, що було на 0,2% менше, ніж після сидерату ячменю ярого, на 0,4% менше, ніж після сидерату пшениці озимої, на 0,5% менше, ніж після сидерату гороху та на 0,7% менше, ніж після сидерату ріпаку озимого (табл. 4.3.).

Таблиця 4.3.

Якість насіння соняшнику, вирощеного після сидератів, середнє 2019-2021 рр., М±m

Показники якості	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %	48,9±0,6	48,7±0,3	49,0±0,3	49,2±0,4	48,5±0,3
Кислотне число олії, КОН/г	1,12±0,05	1,15±0,03	1,21±0,04	1,33±0,02	0,86±0,04
Вологість насіння, %	5,32±0,03	5,30±0,04	5,40±0,02	5,42±0,02	5,28±0,01

Кислотне число олії показує ступінь розщеплення жиру, тобто характеризує вміст у ньому вільних жирних кислот та інших речовин, що погіршують якість олії. Чим вище кислотне число олії – тим гірша якість такої олії. Найнижче кислотне число, а відповідно й найкращу якість олії з соняшника було одержано на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 0,86. На варіанті з вирощуванням сидерату пшениці озимої кислотне число було на 0,26 одиниць вище і становило 1,12. Після сидерату ячменю ярого кислотне число соняшникової олії було на 0,29 вище, ніж на контролі і становило 1,15. Найвище кислотне число було встановлене у насінні соняшнику, вирощеному після сидерату ріпаку озимого – 1,33 та гороху – 1,21, що було відповідно на 0,47 та 0,35 одиниць вище, ніж на варіанті без сидератів. Таким чином встановлено, що сидерати дещо погіршують якість соняшникової олії, порівняно з якістю насіння, отриманого без вирощування сидератів.

Вологість насіння соняшнику становила 5,30-5,42% на варіантах із вирощуванням сидератів та 5,28% на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Найнижчий вміст вологи у насінні соняшника мав варіант після сидерату ячменю ярого та пшениці озимої, а найвищий – після сидератів гороху та ріпаку озимого. При вирощуванні соняшнику після сидератів, вологість його насіння зростає на 0,02-0,14%, порівняно з варіантом без сидератів.

Якість зерна кукурудзи визначається вмістом у ньому білка, крохмалю, жиру та вологи. Найвищий вміст білка був виявлений у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату гороху – 10,8%, на 0,2% менше – після сидерату ріпаку озимого, на 0,8% менше – після сидерату пшениці озимої та на 1,0% менше – після сидерату ячменю ярого – 9,8%. На контрольному варіанті, де сидерати не вирощували, вміст білка у насінні був найнижчим і становив 9,4%, що було на 1,4% менше, ніж після сидерату гороху, на 1,2% менше, ніж після сидерату ріпаку озимого, на 0,6% менше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 0,4% менше, ніж після сидерату ячменю ярого (табл. 4.4.).

Якість зерна кукурудзи, вирощеного після сидератів, середнє 2019-2021 рр., М±m

Показники якості	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Вміст білка, %	10,0±0,2	9,8±0,01	10,8±0,03	10,6±0,03	9,4±0,2
Вміст крохмалю, %	56,0±0,4	56,3±0,3	54,9±0,3	55,8±0,4	57,2±0,3
Вміст жиру, %	4,6±0,1	4,6±0,1	4,8±0,2	4,7±0,1	4,5±0,1
Вологість насіння, %	14,2±0,1	14,2±0,1	14,4±0,2	14,4±0,2	14,0±0,1

Вміст крохмалю у насінні кукурудзи був найвищим на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 57,2%. На варіанті з вирощуванням сидерату ячменю ярого вміст крохмалю у насінні кукурудзи був на 0,9% меншим, на варіанті з вирощуванням сидерату пшениці озимої – на 1,2% меншим, на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – на 1,4% меншим, а на варіанті з вирощуванням сидерату гороху – на 2,3% меншим.

Серед варіантів, де вирощували сидерати, найвищий вміст крохмалю було виявлено у насінні кукурудзи, вирощеному після сидерату ячменю ярого – 56,3%, а найменший – після сидерату гороху – 54,9%, що було на 1,4% менше.

Вміст жиру у зерні кукурудзи, вирощеному після сидератів становив 4,6-4,8%. Найвищий вміст жиру містив варіант кукурудзи після сидерату гороху, а найменший – після сидератів пшениці озимої та ячменю ярого. Контрольний варіант кукурудзи без вирощування сидератів містив найменше жиру – 4,5%, що було на 0,1-0,3% менше, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів.

Вологість зерна кукурудзи становила 14,2-14,4% на варіантах із вирощуванням сидератів та 14,0% на контрольному варіанті. Найнижчу вологість мало зерно кукурудзи, вирощене після сидератів пшениці озимої та ячменю ярого, а найвищу – після сидератів гороху та ріпаку озимого. Порівняно

з контрольним варіантом, при вирощуванні кукурудзи після сидератів вологість його зерна зростає на 0,2-0,4%.

Таким чином встановлено, що вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого забезпечує у його насінні найвищий вміст олії, але найбільшу вологість та найвище кислотне число, що погіршує якість такої олії. Вирощування соняшнику після сидерату ячменю ярого забезпечує найнижчий вміст олії та найменшу вологість його насіння. Вирощування соняшнику після сидерату пшениці озимої забезпечує найнижче кислотне число олії з його насіння, що вказує на найкращу якість такої олії.

Вирощування кукурудзи після сидерату гороху забезпечує найвищий вміст у її зерні білка та жиру, але найменший вміст крохмалю та найвищу вологість насіння. Ріпак озимий, як сидерат для кукурудзи забезпечує найвищу вологість її насіння. Вирощування кукурудзи після сидерату ячменю ярого забезпечує найменший вміст у його зерні білка та жиру, але найбільший вміст крохмалю та найнижчу вологість зерна. Пшениця озима в якості сидерату для кукурудзи забезпечує найнижчий вміст у її зерні жиру та вологи.

Сидерати мали вплив на накопичення у зерні кукурудзи та насінні соняшнику важких металів. Зокрема найнижчий вміст свинцю був виявлений у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату ріпаку озимого та гороху – по 1,05 мг/кг. Найвищий вміст свинцю був встановлений у зерні кукурудзи при її вирощуванні після сидерату пшениці озимої – 1,16 мг/кг, що було на 9,5% більше, ніж після сидератів гороху і ріпаку озимого. На варіанті без вирощування сидератів уміст свинцю у зерні кукурудзи становив 1,10 мг/кг, що було на 4,5% більше, ніж при вирощуванні кукурудзи після сидератів гороху і ріпаку озимого, на 3,6% більше, ніж після сидерату ячменю ярого, але на 5,2 % менше, ніж після сидерату пшениці озимої (табл. 4.5.).

**Вміст важких металів у зерні кукурудзи, вирощеному після сидератів,
середнє 2019-2021 рр., М±m**

Важкі метали	ГДК важких металів	Сидерат				
		пшениця озима	ячміннь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	0,5	1,16±0,02	1,06±0,01	1,05±0,02	1,05±0,02	1,10±0,01
Cd	0,1	0,066±0,001	0,072±0,002	0,070±0,002	0,084±0,002	0,100±0,001
Cu	10,0	2,03±0,02	2,66±0,04	2,03±0,02	2,32±0,02	3,25±0,02
Zn	50,0	1,99±0,02	2,04±0,02	2,00±0,01	6,14±0,05	7,23±0,07

Вміст кадмію у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату пшениці озимої був найменшим і становив 0,066 мг/кг. Після сидерату ріпаку озимого вміст кадмію у зерні кукурудзи був найвищим – 0,084 мг/кг, що було на 21,4% більше, ніж після сидерату пшениці озимої. Вміст кадмію у зерні кукурудзи, вирощеному без сидератів становив 0,100 мг/кг та був у 1,5 рази більшим, ніж у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату пшениці озимої, у 1,4 рази більше, ніж після сидерату гороху та ячменю ярого, у 1,2 рази більше, ніж після сидерату ріпаку озимого.

Граничнодопустима концентрація кадмію у зерні кукурудзи становить 0,1 мг/кг. Фактичний вміст кадмію у зерні кукурудзи при його вирощуванні після сидератів був у 0,7-0,8 рази меншим за ГДК, але відповідав ГДК на контрольному варіанті без вирощування сидератів.

Концентрація міді у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату пшениці озимої та гороху була найменшою і становила 2,03 мг/кг. Після сидерату ячменю ярого концентрація міді у зерні кукурудзи була у 1,3 рази більшою – 2,66 мг/кг. При вирощуванні кукурудзи без сидерату вміст міді становив 3,25 мг/кг, що було у 1,2-1,6 рази більше, ніж на варіантах із сидератами.

Граничнодопустима концентрація міді у зерні кукурудзи становить 10,0 мг/кг. Фактична концентрація міді у зерні кукурудзи при його вирощуванні із

сидератами була у 3,8-4,9 рази меншою, порівняно із ГДК. Концентрація міді у зерні кукурудзи одержаному без сидератів була у 3,1 рази меншою за ГДК.

Вміст цинку у зерні кукурудзи при його вирощуванні із сидератами, був найменший з сидератами пшеницею озимою, горохом та ячменем ярим – 1,99-2,04 мг/кг. Найвищий вміст цинку був виявлений у зерні кукурудзи після сидерату ріпаку озимого – 6,14 мг/кг, що було у 3,0-3,1 рази більше, ніж після решти сидератів. При вирощуванні кукурудзи без сидератів вміст цинку у його зерні становив 7,23 мг/кг та був у 1,2 рази більшим, ніж після сидерату ріпаку озимого і у 3,5-3,6 рази більшим, ніж після решти сидератів.

Граничнодопустима концентрація цинку у зерні кукурудзи становить 50,0 мг/кг. Фактичний вміст цинку у зерні кукурудзи при її вирощуванні після сидератів був у 8,1-25,1 рази менший за ГДК, а при вирощуванні кукурудзи без сидератів – у 6,9 рази менший.

Між урожайністю вегетативної маси сидератів та вмістом важких металів свинцю у зерні кукурудзи встановлений негативний середній кореляційний зв'язок $r = -0,386$. Це вказує на те, що при збільшенні вегетативної маси сидератів дещо зменшується у зерні кукурудзи вміст свинцю.

Між урожайність сидератів та вмістом кадмію у зерні кукурудзи встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,683$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками подана на рис. 4.5.

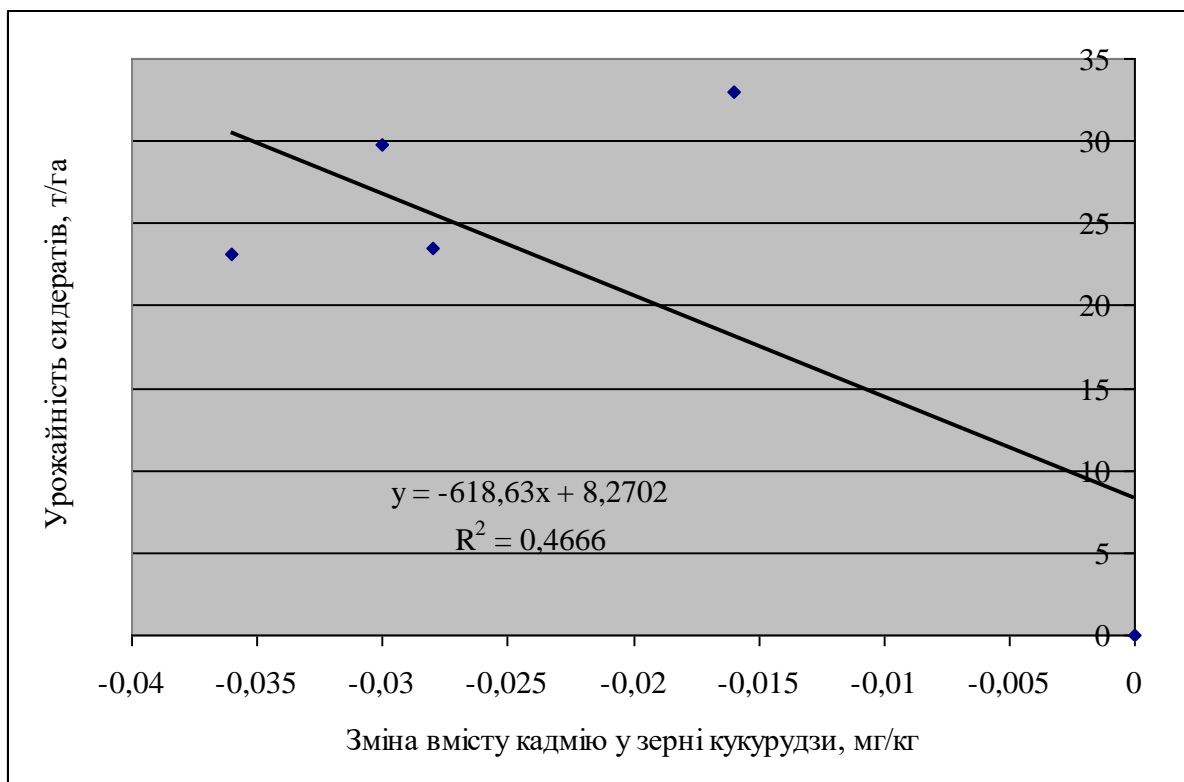


Рис. 4.5. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та зниженням вмісту кадмію у зерні кукурудзи (x)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,466$ показує, що зниження вмісту кадмію у зерні кукурудзи на 46% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайність сидератів та вмістом міді у зерні кукурудзи встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,845$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками подана на рис. 4.6.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,714$ показує, що зниження вмісту міді у зерні кукурудзи на 71% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайність сидератів та вмістом цинку у зерні кукурудзи встановлений середній негативний кореляційний зв'язок $r = -0,510$.

Вміст свинцю у насінні соняшнику при застосуванні сидератів становив 0,30-0,43 мг/кг. Найвищий вміст свинцю був виявлений у насінні соняшнику після сидерату пшениці озимої – 0,43 мг/кг, що було у 1,4 рази більше, ніж у

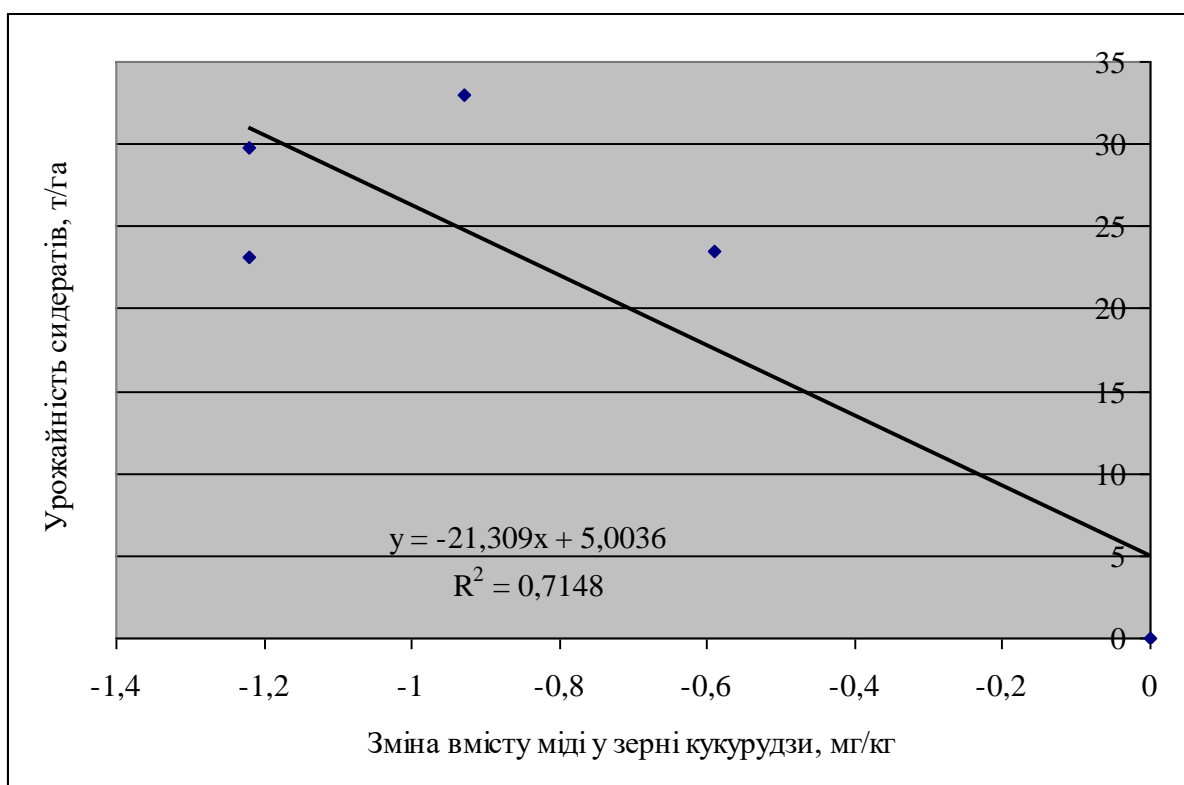


Рис. 4.6. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та зниженням вмісту міді у зерні кукурудзи (x)

насінні сояшнику після сидерату гороху. Вміст свинцю у насінні сояшнику без вирощування сидерату був найвищим – 0,54 мг/кг, що було у 1,3-1,8 рази більше, ніж при вирощуванні сояшнику після сидератів. Граничнодопустима концентрація свинцю у насінні сояшнику становить 0,5 мг/кг. Фактична ж концентрація на контрольному варіанті без вирощування сидератів була у 1,1 рази вища за ГДК, а на варіантах з вирощуванням сидератів – у 1,2-1,7 рази менша ГДК (табл. 4.6.).

Вміст кадмію у насінні сояшнику на контрольному варіанті був найвищим серед усіх варіантів і становив 0,13 мг/кг. При вирощуванні сидератів вміст кадмію у насінні сояшнику був у 1,4-1,9 рази нижчим. Найменший вміст кадмію у насінні сояшнику був встановлений на варіанті після вирощування сидератів гороху і ячменю ярого – по 0,07 мг/кг, а найвищий – після вирощування сидерату ріпаку озимого – 0,09 мг/кг, що було у 1,3 рази більше,

ніж після сидератів гороху і ячменю ярого. Граничнодопустима концентрація кадмію у насінні соняшнику становить 0,1 мг/кг. Фактична концентрація кадмію у насінні соняшнику на контрольному варіанті була у 0,8 рази вища за ГДК, а на варіантах із вирощування сидератів – у 1,1-1,4 рази менша за ГДК.

Таблиця 4.6.

Вміст важких металів у насінні соняшнику, вирощеному після сидератів, середнє 2019-2021 рр., М±m

Важкі метали	ГДК важких металів	Сидерат				
		пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	0,5	0,43±0,03	0,35±0,02	0,30±0,02	0,32±0,01	0,54±0,05
Cd	0,1	0,08±0,01	0,07±0,01	0,07±0,01	0,09±0,01	0,13±0,02
Cu	10,0	5,72±0,07	5,81±0,05	5,15±0,06	5,42±0,05	6,27±0,05
Zn	50,0	21,00±1,34	25,63±1,27	18,95±2,01	27,88±2,55	32,00±3,00

Вміст міді у насінні соняшнику, вирощеного без сидератів становив 6,27 мг/кг та був у 1,1-1,2 рази більшим, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів. Найнижчий вміст міді у насінні соняшнику був встановлений на варіанті вирощування сидерату гороху – 5,15 мг/кг, що був у 1,1 рази меншим, ніж на варіанті після вирощування сидерату ячменю ярого, де був встановлений найвищий вміст міді у насінні соняшнику серед варіантів із вирощуванням сидерату – 5,81 мг/кг. ГДК міді у насінні соняшнику становить 10,0 мг/кг. Фактична концентрація міді у досліджуваних варіантах була у 1,6-1,9 рази менша за гранично допустиму концентрацію.

Концентрація цинку у насінні соняшнику вирощеному після сидератів становила 18,95-27,88 мг/кг. Найнижча концентрація була виявлена після вирощування сидерату гороху, що була у 1,5 рази вища, ніж після сидерату ріпаку озимого, де було встановлено найбільшу концентрацію цинку у насінні соняшнику. Вміст цинку у насінні соняшнику, вирощеному на контрольному варіанті без використання сидерату, становив 32,00 мг/кг, що було у 1,1-1,7 рази

більше, ніж після вирощування сидератів. Граничнодопустима концентрація цинку у насінні соняшнику становить 50,0 мг/кг, що було у 1,6-2,6 рази більше, ніж на фактична концентрація у досліджуваних варіантах.

Між урожайність сидератів та вмістом свинцю у насінні соняшнику встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,941$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками подана на рис. 4.7.

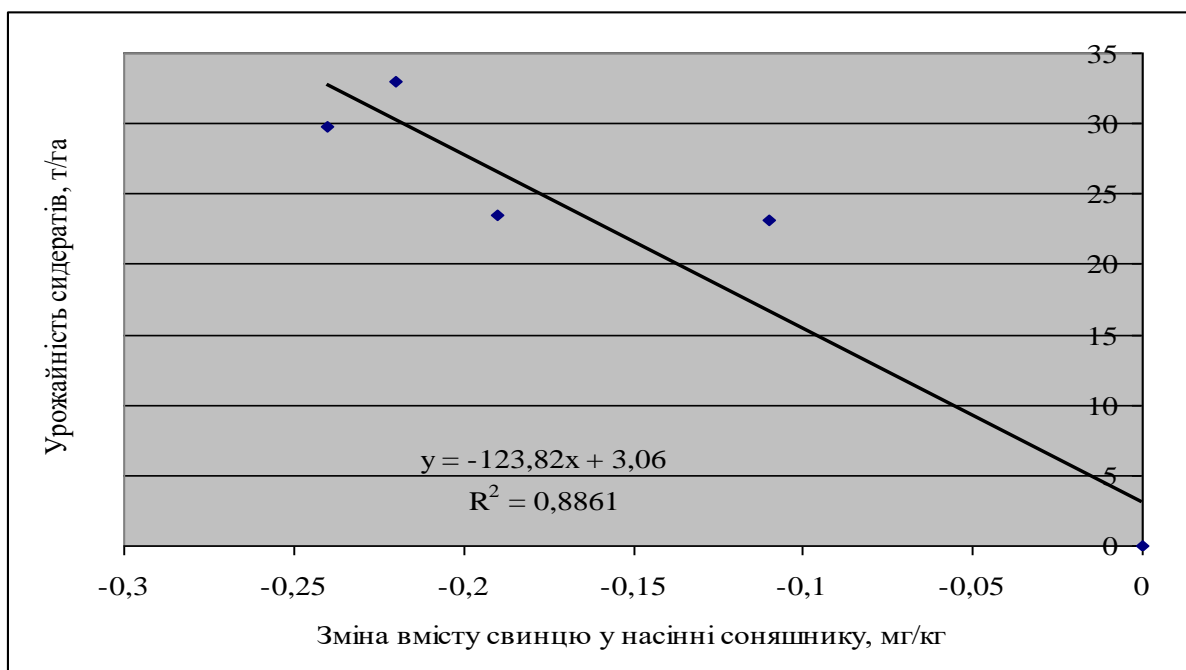


Рис. 4.7. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та зниженням вмісту свинцю у насінні соняшнику (x)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,886$ показує, що зниження вмісту свинцю у насінні соняшнику на 88% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайність сидератів та вмістом кадмію у насінні соняшнику встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,837$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками подана на рис. 4.8.

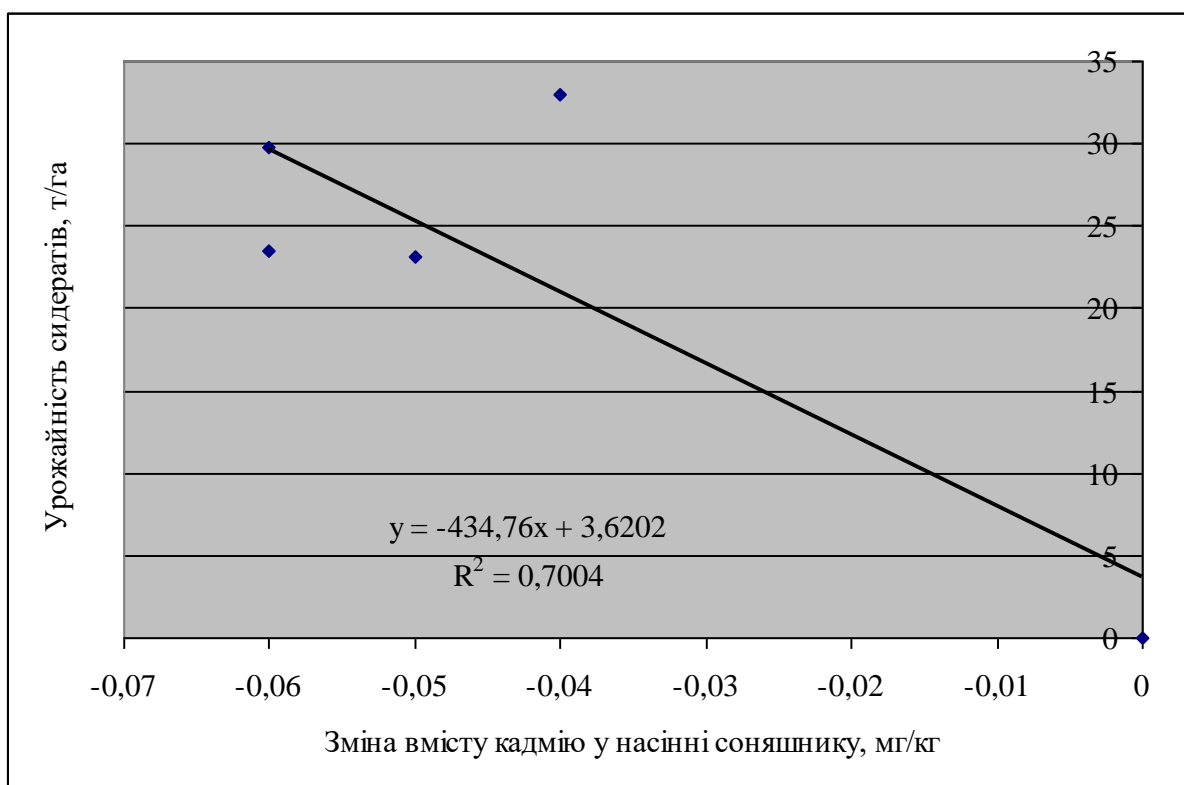


Рис. 4.8. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та зниженням вмісту кадмію у насінні соняшнику (x)

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,700$ показує, що зниження вмісту кадмію у насінні соняшнику на 70% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайність сидератів та вмістом міді у насінні соняшнику встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,902$. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками подана на рис. 4.9.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,814$ показує, що зниження вмісту кадмію у насінні соняшнику на 81% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайність сидератів та вмістом цинку у насінні соняшнику встановлений середній негативний кореляційний зв'язок $r = -0,636$.

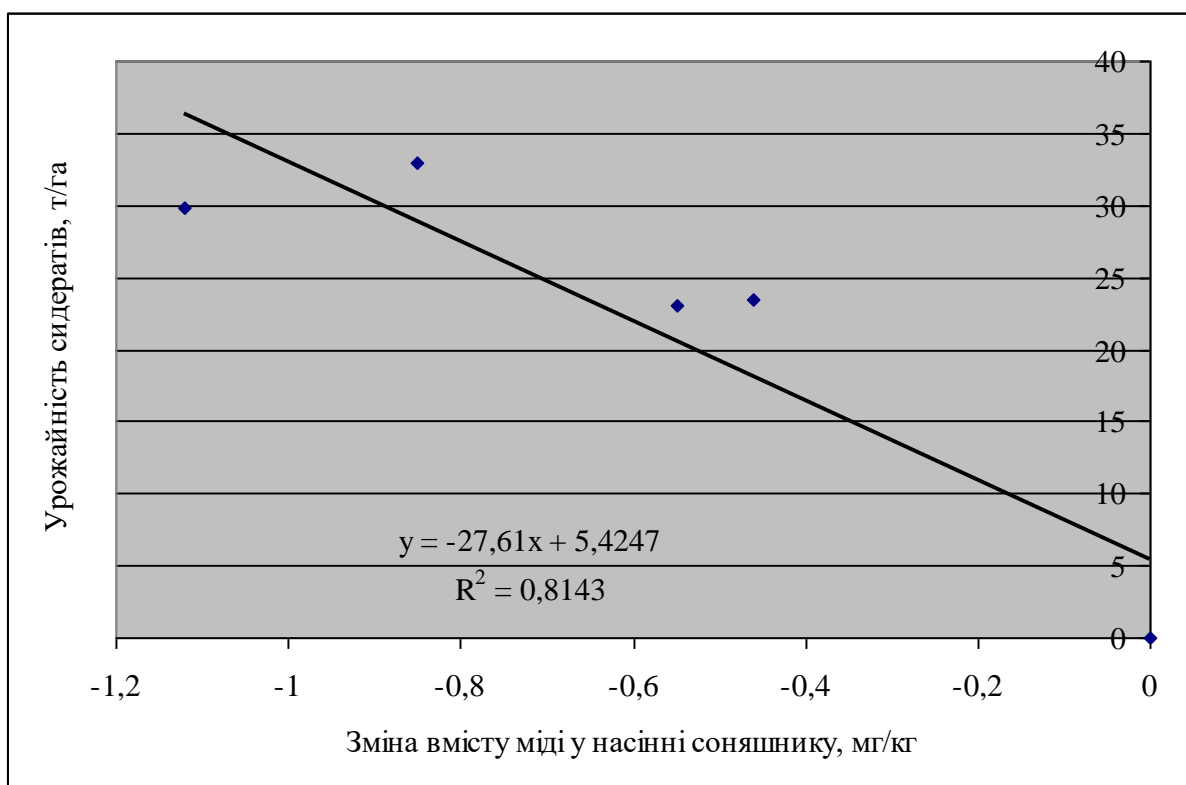


Рис. 4.9. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (y) та зниженням вмісту міді у насінні соняшнику (x)

Показником небезпеки важких металів у рослинах є коефіцієнт небезпеки. Чим вище значення цього коефіцієнта – тим більший токсичний прояв для живих організмів важких металів. Значення коефіцієнта небезпеки до одиниці вважається безпечним, оскільки він не перевищує значення ГДК.

Коефіцієнт небезпеки свинцю у зерні кукурудзи був дуже високим і становив 2,1-2,3. Це вказує на токсикацію зерна свинцем. Найнижчий коефіцієнт небезпеки був розрахований на варіанті вирощування сидератів ячменю ярого і гороху, а найвищий – при вирощуванні кукурудзи після сидерату пшениці озимої (табл. 4.7.).

Коефіцієнт небезпеки кадмію у зерні ячменю був безпечним на усіх варіантах, де вирощували сидерати і становив 0,7-0,8. Найвищим він був після сидерату ріпаку озимого, а у решти варіантів – по 0,7. На контрольному варіанті він був рівним одиниці, що вказує на критичні умови за концентрацією кадмію у зерні кукурудзи.

Таблиця 4.7.

Коефіцієнт небезпеки важких металів у зерні кукурудзи, вирощеному після сидератів, середнє 2019-2021 рр.

Важкі метали	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	2,3	2,1	2,1	2,1	2,2
Cd	0,7	0,7	0,7	0,8	1
Cu	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
Zn	0,04	0,04	0,04	0,12	0,14

Коефіцієнт небезпеки міді був у всіх досліджуваних варіантів незначним – 0,2-0,3, зокрема найнижчим при вирощуванні кукурудзи після сидератів пшениці озимої, гороху та ріпаку озимого, а найвищим – після сидерату ячменю ярого та на контрольному варіанті.

Коефіцієнт небезпеки цинку найнижчим був на варіантах вирощування кукурудзи після сидератів пшениці озимої, ячменю ярого та гороху – по 0,04. На контрольному варіанті він був найвищим – 0,14, але також безпечним.

Коефіцієнт небезпеки свинцю у насінні соняшнику, вирощеному після сидератів був безпечним і становив 0,6-0,9. Найменшим він був після сидератів гороху і ріпаку озимого, а найвищим – після сидерату пшениці озимої. На контрольному варіанті коефіцієнт небезпеки був небезпечним, оскільки вищим за одиницю – 1,1 (табл. 4.8.).

Таблиця 4.8.

Коефіцієнт небезпеки важких металів у насінні соняшнику, вирощеному після сидератів, середнє 2019-2021 рр.

Важкі метали	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	0,9	0,7	0,6	0,6	1,1
Cd	0,8	0,7	0,7	0,9	1,3
Cu	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Zn	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6

Коефіцієнт небезпеки кадмію найнебезпечнішим був на контрольному варіанті без сидератів – 1,3. На варіантах із вирощуванням сидератів він був безпечним і становив 0,7-0,9. Найнижчий коефіцієнт небезпеки був встановлений на варіантах вирощування сидератів ячменю ярого і гороху – по 0,7, а найвищим – після сидерату ріпаку озимого.

Коефіцієнт небезпеки міді у насінні соняшнику зі всіхдосліджуваних варіантів був безпечним і становив 0,5-0,6. Найнижчим він був після вирощування сидератів гороху і ріпаку озимого, а найвищим – після сидератів пшениці озимої, ячменю ярого і на контрольному варіанті.

Коефіцієнт небезпеки цинку також був безпечним на усіх варіантах і становив 0,4-0,6. Найнижчим він був після сидератів пшениці озимої та гороху, а найвищим – після сидерату ріпаку озимого та на контрольному варіанті.

Коефіцієнт накопичення важких металів зерном кукурудзи визначається відношенням вмісту важких металів у зерні до їх вмісту у ґрунті. Чим вищий коефіцієнт накопичення – тим більший перехід важких металів з ґрунту у рослину. Коефіцієнт переходу до одиниці вказує на помірний перехід важких металів з ґрунту у рослину, а вищий одиниці – вказує на інтенсивне накопичення важких металів рослиною.

Коефіцієнт накопичення свинцю у зерні кукурудзи на варіантах із вирощуванням сидератів був помірним і становив 0,76-0,86. Найнижчим він був на варіантах вирощування сидератів ячменю ярого і гороху, а найвищим – при вирощуванні сидерату пшениці озимої. На контрольному варіанті без вирощування сидератів коефіцієнт накопичення був вищим одиниці – 1,04, що вказує на інтенсивний перехід важких металів з ґрунту у зерно кукурудзи при вирощуванні її без сидератів (табл. 4.9.).

Коефіцієнт накопичення кадмію зерном кукурудзи на усіх варіантах був безпечним і становив 0,31-0,56. Найнижчим він був при вирощуванні кукурудзи після сидерату пшениці озимої, а найвищим – на контрольному варіанті без

застосування сидератів.

Таблиця 4.9.

**Коефіцієнт накопичення важких металів у зерні кукурудзи,
вирощеному після сидератів, середнє 2019-2021 рр.**

Важкі метали	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	0,86	0,76	0,76	0,82	1,04
Cd	0,31	0,34	0,33	0,42	0,56
Cu	3,76	5,02	3,98	4,55	7,74
Zn	1,09	1,18	1,06	3,37	6,40

Коефіцієнт накопичення міді був значно вищим за одиницю на усіх варіантах – 3,76-7,74. Найнижчим він був при вирощуванні кукурудзи після сидерату пшениці озимої – 3,76, а найвищим – після сидерату ячменю ярого і на варіанті без застосування сидератів.

Коефіцієнт накопичення цинку становив 1,06-3,37 на варіантах із використанням сидератів та 6,40 на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Найнижчий коефіцієнт накопичення був виявлений після сидерату гороху, а найвищий – на варіантах із сидератами – після ріпаку озимого. На контрольному варіанті коефіцієнт накопичення цинку був найвищим і становив 6,40. Високий коефіцієнт накопичення зерном кукурудзи міді і цинку пояснюється тим, що ці речовини одночасно є важкими металами та використовуються рослинами для свого росту і розвитку, тому поглинаються ними у значно вищих концентраціях, порівняно із свинцем та кадмієм та вмістом міді у цинку у ґрунті.

Подібна залежність щодо накопичення важких металів з ґрунту спостерігалась у насінні соняшнику. Зокрема коефіцієнт накопичення свинцю на усіх варіантах був безпечним і становив 0,22-0,51. Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю мав варіант з вирощуванням сидерату гороху, а найвищий – контрольний варіант без сидератів, а серед варіантів із сидератами – при

виросуванні пшениці озимої – 0,32 (табл. 4.10.).

Таблиця 4.10.

**Коефіцієнт накопичення важких металів у насінні соняшнику,
виросеному після сидератів, середнє 2019-2021 рр.**

Важкі метали	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Pb	0,32	0,25	0,22	0,25	0,51
Cd	0,38	0,33	0,33	0,45	0,72
Cu	10,59	10,96	10,10	10,63	14,93
Zn	11,54	14,82	10,08	15,32	28,32

Коефіцієнт накопичення кадмію також у всіх варіантів був безпечним і становив 0,33-0,72. Серед варіантів із виросуванням сидератів найменший коефіцієнт накопичення був виявлений при виросуванні сидератів ячменю ярого і гороху, а найвищий – при виросуванні сидерату ріпаку озимого – 0,45. Найвищий коефіцієнт накопичення кадмію насінням соняшнику був встановлений на контрольному варіанті без виросування сидератів.

Коефіцієнт накопичення міді був високим і становив 10,10-14,93. Найнижчим він був при виросуванні сидерату гороху, а найвищим серед варіантів із сидератами – при виросуванні ячменю ярого – 10,96. Найвищий серед усіх варіантів коефіцієнт накопичення був розрахований на контрольному варіанті без виросування сидератів.

Коефіцієнт накопичення цинку також був високим і на варіантах із сидератами становив 10,08-15,32. Найнижчим він був при виросуванні сидерату гороху, а найвищим – при виросуванні сидерату ріпаку озимого. Серед усіх варіантів найвищий коефіцієнт накопичення цинку мав варіант без виросування сидератів – 28,32.

Таким чином встановлено, що виросування кукурудзи після сидерату гороху забезпечує одержання у її насінні найнижчого вмісту свинцю та міді, найнижчого коефіцієнта небезпеки усіх важких металів та найнижчого

коефіцієнта накопичення свинцю та цинку серед усіх сидератів. Вирощування кукурудзи після сидерату ріпаку озимого забезпечує найнижчий вміст у його зерні свинцю, найменший коефіцієнт небезпеки свинцю і міді, але найвищий вміст кадмію та цинку, коефіцієнт небезпеки та накопичення кадмію та цинку. Вирощування кукурудзи після сидерату ячменю ярого забезпечує найвищий вміст у її зерні міді, найменший коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію та цинку, найменший коефіцієнт накопичення свинцю, але найбільший – міді. Вирощування кукурудзи після сидерату пшениці озимої забезпечує одержання зерна з найнижчим вмістом кадмію, міді та цинку, але найбільшого вмісту свинцю, найнижчого коефіцієнта небезпеки і накопичення кадмію, міді та цинку, а ле найвищого свинцю.

Вирощування соняшнику після сидерату гороху забезпечує одержання у його насінні найменшого вмісту, коефіцієнтів небезпеки та накопичення свинцю, кадмію, міді і цинку. Вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого забезпечує у його насінні найвищий вміст кадмію і цинку, найнижчого коефіцієнту небезпеки свинцю і міді, але найвищого коефіцієнту небезпеки і накопичення кадмію та цинку. Вирощування насіння соняшнику після сидерату ячменю ярого забезпечує найнижчий вміст кадмію, але найвищий вміст міді, найвищий коефіцієнт небезпеки міді та найнижчий коефіцієнт накопичення кадмію та найбільший коефіцієнт накопичення міді. Вирощування соняшнику після сидерату пшениці озимої забезпечує одержання у його насінні найбільшого вмісту свинцю, але найменшого коефіцієнта небезпеки цинку та найбільшого – свинцю і міді та найвищого коефіцієнту накопичення свинцю.

Висновки до розділу 4

1. Найвищу урожайність насіння соняшнику – 3,51 т/га та зерна кукурудзи – 10,2 т/га, забезпечує вирощування сидерату ріпаку озимого, що було відповідно на 14,0% та 23,5% більше, ніж на контрольному варіанті без

вирощування сидератів.

2. Найвищий вміст олії в насінні соняшнику – 49,2%, було отримано при вирощуванні соняшнику після сидерату ріпаку озимого. Це було на 0,7% більше, ніж на контрольному варіанті без використання сидератів. Проте найкраща якість отриманої олії, що визначається найменшим кислотним числом, забезпечує контрольний варіант без вирощування сидератів – 0,86, а серед варіантів із вирощуванням сидератів – після сидерату пшениці озимої – 1,12.

3. Найвищий вміст білка – 10,8% та жиру – 4,8% забезпечив варіант вирощування кукурудзи після сидерату гороху, що було відповідно на 1,4% та на 0,3% більше, ніж на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Проте найбільший вміст крохмалю у зерні кукурудзи забезпечив контрольний варіант без вирощування сидератів – 57,2%.

4. Найменший вміст свинцю – 1,05 мг/кг був виявлений у зерні кукурудзи, вирощеному після сидератів гороху і ріпаку озимого, що було на 4,5% менше, ніж на контролі. Найменша концентрація кадмію – 0,066 мг/кг та цинку – 1,99 мг/кг була встановлена на варіанті вирощування кукурудзи після сидерату пшениці озимої, а міді – 2,03 мг/кг – після вирощування сидератів пшениці озимої та гороху.

5. Найнижчий вміст у насінні соняшнику свинцю – 0,30 мг/кг, кадмію – 0,07 мг/кг, міді – 5,15 мг/кг та цинку – 18,95 мг/кг було встановлено на варіанті його вирощування після сидерату гороху, що було відповідно менше на 44,4%, 46,2%, 17,9 та 40,8% менше, ніж на контрольному варіанті без вирощування сидератів.

6. Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю зерном кукурудзи – 0,76, був встановлений після вирощування сидератів гороху та ячменю ярого, кадмію – 0,31 і міді – 3,76, після сидерату пшениці озимої, цинку – 1,06, після сидерату гороху.

Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю насінням соняшнику – 0,22, міді – 10,10, цинку – 10,08 забезпечує його вирощування після сидерату гороху, а кадмію – 0,33, після сидератів гороху і ячменю ярого.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В. Інтенсивність накопичення важких металів зерном пшениці озимої залежно від попередників. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 165-169.

РОЗДІЛ 5

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ҐРУНТУ

5.1. Використання відходів рослинництва основних культур інтенсивної сівозміни для поліпшення агроекологічного стану ґрунту

Обсяги накопичуваних стерньових і стеблових решток сільськогосподарських культур, що можуть поповнити запас органічної речовини ґрунту в умовах сучасних інтенсивних сівозмін на пряму залежать від величини основного урожаю зерна чи насіння. Співвідношення урожайності зерна пшениці озимої до маси її соломи складає 1 до 1,1; кукурудзи і ріпаку – 1 до 1,3; соняшника – 1 до 1,9; сої – 1 до 1,4 [1, 2].

За посередньої урожайності зерна пшениці озимої 4 т/га у полі накопичується 4,5-5 т/га соломи. В цій кількості соломи міститься 20 кг азоту, 10 кг фосфору, 140 кг калію і кальцій, по 8-10 кг сірки та понад 400 г мікроелементів [3].

У кукурудзи за середньої урожайності її зерна 6 т/га залишається 7,8 т/га рослинних решток з вмістом у них 58 кг азоту, 23 кг фосфору, 127 кг калію, а також сірка, магній та мікроелементи [3].

В післязбиральних рештках соняшника масою 5,7 т/га при урожайності насіння близько 3 т/га вміст азоту складає 80 кг, фосфору – 40 кг, калію – 253 кг, кальцію – 87 кг та магнію – 34 кг [3]. Солома і рештки ріпаку масою від 2-6 т/га, рівноцінні внесенню 15-20 т/га органічних добрив. Після їх мінералізації в ґрунт надійде 60-65 кг/га азоту, 32-36 кг/га фосфору і 55-60 кг/га калію [4].

При середній у 2019 році в Україні урожайності зерна пшениці озимої 4,2 т/га, утворення побічної продукції становитиме 4,6 т/га. Проте, орендні високоінтенсивні господарства нашої країни часто досягають урожайності зерна пшениці озимої 7,5 т/га і більше. За такої урожайності зерна обсяг утворення

побічної продукції пшениці озимої становитиме 8,3 т/га (табл.5.1.).

Таблиця 5.1.

Обсяги утворення відходів рослин у інтенсивній сівозміні

Культура	Співвідношення зерна до побічної продукції	Середній обсяг утворення відходів рослин, т/га	Максимальний обсяг утворення відходів рослин, т/га
Пшениця озима	1 : 1,1	4,6	8,3
Кукурудза	1 : 1,3	8,5	15,6
Соняшник	1 : 1,9	4,9	7,6
Ріпак озимий	1 : 1,3	3,6	5,2
Соя	1 : 1,4	3,2	5,6

У 2019 році середня по Україні урожайність зерна кукурудзи становила 6,5 т/га. За такої урожайності кукурудзи кожен га її посіву накопичує 8,5 т побічної продукції. Максимальна урожайність зерна кукурудзи у господарствах сягає 12,0 т/га і більше. За такої урожайності накопичення побічної продукції із стебел кукурудзи становитиме 15,6 т/га.

Урожайність насіння соняшника в середньому в Україні становила у 2019 році 2,6 т/га. Це дозволяє накопичити 4,9 т /га побічної продукції соняшника. Максимально можлива урожайність соняшника у господарствах сягає 4,0 т/га. За такої урожайності насіння можна накопичити на полі 7,6 т/га стеблових решток.

Ріпак озимий забезпечує в Україні середню урожайність насіння 2,8 т/га. За такої урожайності насіння ріпаку озимого обсяг утворення побічної продукції становитиме 3,6 т/га. Максимальна урожайність насіння соняшнику складає 4,0 т/га. За такої урожайності буде залишено 5,2 т/га стеблових решток ріпаку озимого.

Соя у 2019 році забезпечила середню урожайність насіння по Україні 2,3 т/га. При заорюванні її рослинних решток у ґрунт, кожен гектар цієї культури поверне 3,2 т побічної продукції. При максимальній урожайності насіння сої,

що характерна для найкращих господарств України – 4,0 т/га, обсяг побічної продукції від неї у ґрунті становитиме 5,6 т/га.

Отже, серед найпоширеніших культур інтенсивних сівозмін в Україні, найбільша маса побічної продукції при середній урожайності зерна і насіння, формується на посівах кукурудзи – 8,5 т/га. Соняшник забезпечить надходження побічної листостеблової маси у ґрунт на 42,4 % менше – 4,9 т/га, пшениця озима – на 45,9% менше – 4,6 т/га. Найменша маса побічної продукції від рослинних решток накопичується при вирощуванні ріпаку озимого – 3,6 т/га та сої – 3,2 т/га. Це, відповідно, на 57,6% та 62,4 % менше, ніж повернеться побічної продукції на посівах кукурудзи.

Проте, у господарствах, де вносять високі норми мінеральних добрив, отримують не лише підвищені урожаї сільськогосподарських культур, а й, відповідно, повертають у ґрунт більший обсяг післяжнивних решток. Зокрема маса побічної продукції кукурудзи може зростати на 45,5% – до 15,6 т/га, пшениці озимої – на 44,6 % – до 8,3 т/га, соняшнику – на 35,5% – до 7,6 т/га, сої – на 42,9% – до 5,6 т/га, ріпаку озимого – на 30,8% – до 5,2 т/га.

При застосуванні інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема кукурудза зберігає лідируючі позиції щодо обсягів утворення побічної продукції, оскільки вона формує у 1,9 рази більшу біомасу побічної продукції, ніж пшениця озима, у 2,1 рази – ніж соняшник, у 2,8 рази – ніж соя та у 3,0 рази – ніж ріпак озимий.

Найвищий вміст азоту у побічній продукції сільськогосподарських культур, згідно довідкових даних, має ріпак озимий – 16,3 кг/т, соняшник – на 14,1% менше, соя – на 26,4%, кукурудза – на 54,6%, пшениця озима – на 73,0% менше (табл. 5.2). Найвищий вміст фосфору також має побічна продукція ріпаку озимого – 9,0 кг/т, що на 22,2 % більше, ніж побічна продукція соняшника, на 60,0% – ніж сої, на 67,8% – ніж кукурудзи та на 75,6% більше, ніж пшениці озимої. Найвищий вміст калію має побічна продукція соняшника – 44,4 кг/т. Це

на 30,0% більше, ніж пшениці озимої, на 63,3% – ніж кукурудзи, на 66,3% – ніж ріпаку озимого та на 88,7% більше, ніж сої.

Таблиця 5.2.

Вміст основних макроелементів у відходах рослин, кг/т

Культура	N	P	K
Пшениця озима	4,4	2,2	31,1
Кукурудза	7,4	2,9	16,3
Соняшник	14,0	7,0	44,4
Ріпак озимий	16,3	9,0	15,0
Соя	12,0	3,6	5,0

Отже, найвищий вміст азоту та фосфору містить побічна продукція ріпаку озимого, а найменший – пшениці озимої; найвищий вміст калію містить побічна продукція соняшника, а найменший – сої.

За середньої урожайності зерна та насіння польових культур, встановленої статистичними даними, при заорюванні рослинних решток, найбільше азоту надійде у ґрунт при вирощуванні соняшнику – 68,6 кг/га. Це на 14,5% більше, ніж при заорюванні побічної продукції ріпаку озимого, на 8,3% більше – ніж кукурудзи, на 44,0% – ніж сої [5, 6, 7] (табл. 5.3.).

Найбільше фосфору у ґрунт надійде при заорюванні побічної продукції соняшнику – 34,3 кг/га, що було на 5,5% більше, ніж при загортанні рослинних решток ріпаку озимого, на 28,1% – ніж при кукурудзи, на 66,4% – ніж при заорюванні сої та на 70,5% більше – ніж при заорюванні рослинних решток пшениці озимої.

Після вирощування соняшнику у ґрунті накопичується найбільше калію – 217,6 кг/га, що на 34,2% більше, ніж після загортання у ґрунт рослинних решток пшениці озимої, на 36,3% – ніж після кукурудзи, на 75,1% – ніж після ріпаку озимого та на 92,6% більше – ніж після загортання у ґрунт рослинних решток сої.

Таблиця 5.3.

**Обсяги накопичення у ґрунті основних макроелементів при заорюванні
рослинних решток відходів рослин, кг/га**

Культура	Надійде у ґрунт за технології вирощування культур					
	традиційної			інтенсивної		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця озима	20,24	10,12	143,06	36,52	18,26	258,13
Кукурудза	62,90	24,65	138,55	115,44	45,24	254,28
Соняшник	68,60	34,30	217,56	106,40	53,20	337,44
Ріпак озимий	58,68	32,40	54,00	84,76	46,80	78,00
Соя	38,40	11,52	16,00	67,20	20,16	28,00

За інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, найбільше азоту накопичується у ґрунті при загортанні рослинних решток кукурудзи – 115,4 кг/га, що на 7,8% більше, ніж після загортання решток соняшнику, на 26,6% – ніж після загортання решток ріпаку озимого, на 41,8% – ніж після сої та на 68,4% більше – ніж після загортання у ґрунт рослинних решток пшениці озимої.

Найбільше фосфору накопичується у ґрунті після загортання рослинних решток соняшнику – 53,2 кг/га, що на 12,0% більше, ніж після загортання рослинних решток ріпаку озимого, на 15% – ніж кукурудзи, на 62,1% – ніж після сої та на 65,7% більше – ніж після загортання у ґрунт рослинних решток пшениці озимої.

Найбільше калію, за інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, накопичується після загортання у ґрунт рослинних решток соняшнику – 337,44 кг/га, що на 23,5% більше, ніж після загортання рослинних решток пшениці озимої, на 24,6% – ніж після кукурудзи, на 76,9% – ніж після ріпаку озимого та на 91,7% більше – ніж після загортання

рослинних решток сої.

Отже, найбільше поживних речовин азоту, фосфору і калію за традиційних технологій вирощування, надійде у ґрунт з післяжнивними рештками соняшнику, а за інтенсивних технологій вирощування – азоту – з післяжнивними рештками кукурудзи, фосфору і калію – з рештками соняшнику. Найменше накопичення азоту і фосфору буде спостерігатися від післяжнивних решток пшениці озимої, а калію – від післяжнивних решток сої.

При загортанні рослинних решток важливо визначити частку поживних речовин, що повертаються у ґрунт. Для цього необхідно встановити винос поживних речовин основними культурами сучасної сівозміни на формування 1 т зерна чи насіння.

Найбільше азоту виносить соя – 100 кг/т, а найменше – кукурудза – 27 кг/т. Проте соя належить до зернобобових культур, у яких частина азоту компенсується симбіотичною азотфіксацією, тому серед культур, які не фіксують азот найбільше виносить на формування 1 т насіння соняшник – 55 кг/т (табл. 5.4.).

Таблиця 5.4.

Винос поживних речовин з ґрунту 1 т зерна та насіння основних культур інтенсивної сівозміни, кг/т

Культура	N	P	K
Пшениця озима	30	12	24
Кукурудза	27	11	28
Соняшник	65	27	155
Ріпак озимий	55	30	33
Соя	100	31	36

Найбільше фосфору на формування 1 т урожаю споживає соя та ріпак озимий – 30-31 кг, а найменше – кукурудза і пшениця озима – 11-12 кг/т. Найбільше фосфору потребує соняшник – 155 кг/т, а найменше – пшениця озима – 24 кг/т.

За традиційної технології вирощування сільськогосподарських культур із середнім рівнем урожайності найбільше азоту споживає з ґрунту соя – 229 кг/га, а серед не азот фіксованих культур – кукурудза – 177 кг/га та соняшник – 168 кг/га. Найменше споживає азоту пшениця озима – 126 кг/га (табл. 5.5.).

Таблиця 5.5.

Винос поживних речовин з ґрунту урожаєм основних культур, кг/га

Культура	Застосовувана технологія					
	традиційна			інтенсивна		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця озима	126	50	100	226	91	181
Кукурудза	177	72	183	324	132	336
Соняшник	168	70	400	260	108	620
Ріпак озимий	152	83	91	220	120	132
Соя	229	69	82	400	124	144

Найбільше фосфору виносить з ґрунту ріпак озимий – 83 кг/га, а найменше – пшениця озима – 50 кг/га. Найбільше калію споживає соняшник – 400 кг/га, а найменше – соя – 82 кг/га.

За інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур з високими урожайностями найбільше азоту споживає з ґрунту соя – 400 кг/га та кукурудза – 324 кг/га, а найменше – ріпак озимий – 220 кг/га та пшениця озима – 226 кг/га. Найбільше фосфору використала кукурудза – 132 кг/га, а найменше – пшениця озима – 91 кг/га. Найбільше споживання з ґрунту калію відбувається посівом соняшника – 620 кг/га, а найменше – ріпаком озимим – 132 кг/га.

За традиційних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур сучасної сівозміни баланс азоту в ґрунті між обсягом виносу культурами та його поверненням з побічною продукцією рослин є негативним. Найбільше втрачається азоту на посіві кукурудзи – 114 кг/га, а найменше – на посіві сої за рахунок її симбіотичної азотфіксації – 71 кг/га, а серед інших культур – на посіві ріпаку озимого – 93 кг/га та соняшнику – 99 кг/га (рис. 5.1.).

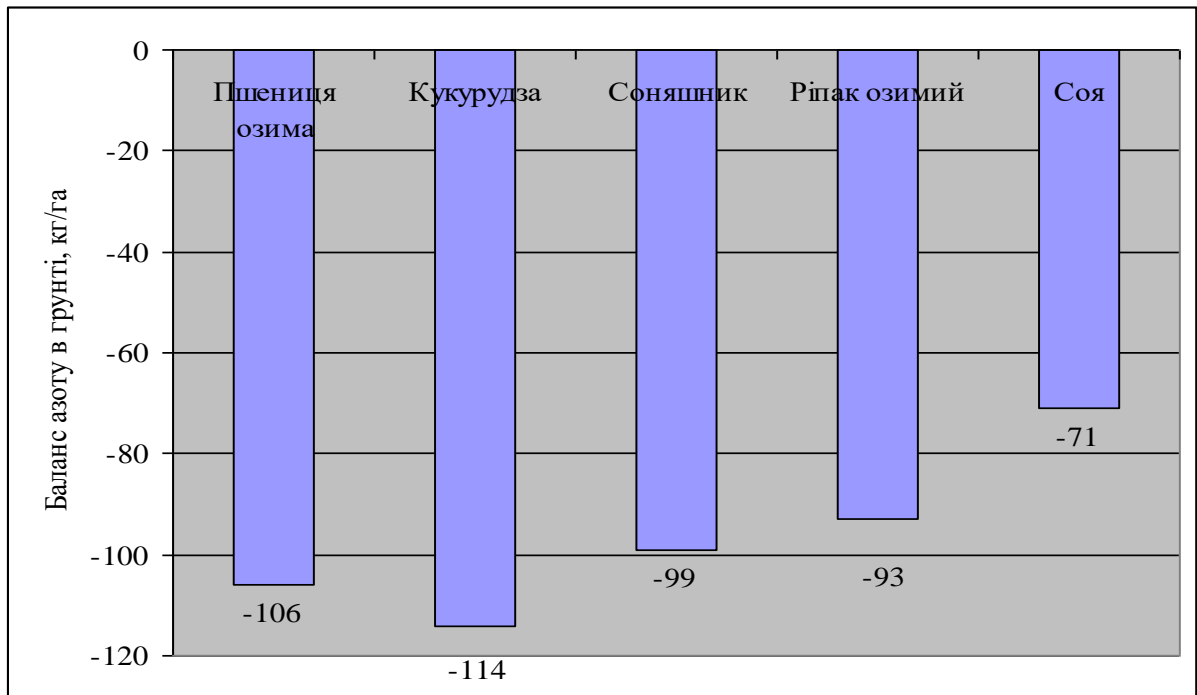


Рис. 5.1. Баланс азоту у ґрунті за традиційних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

За інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур найбільший негативний балансу ґрунті азоту має соя – мінус 213 кг/га та кукурудза – мінус 209 кг/га, а найменший – ріпак озимий – мінус 135 кг/га (рис. 5.2.).

Баланс фосфору за традиційної технології вирощування культур у ґрунті негативний. Найбільший дефіцит фосфору спостерігається на посівах сої – мінус 58 кг/га та ріпаку озимого – мінус 51 кг/га, а найменший – на посівах соняшнику – мінус 36 кг/га (рис. 5.3.).

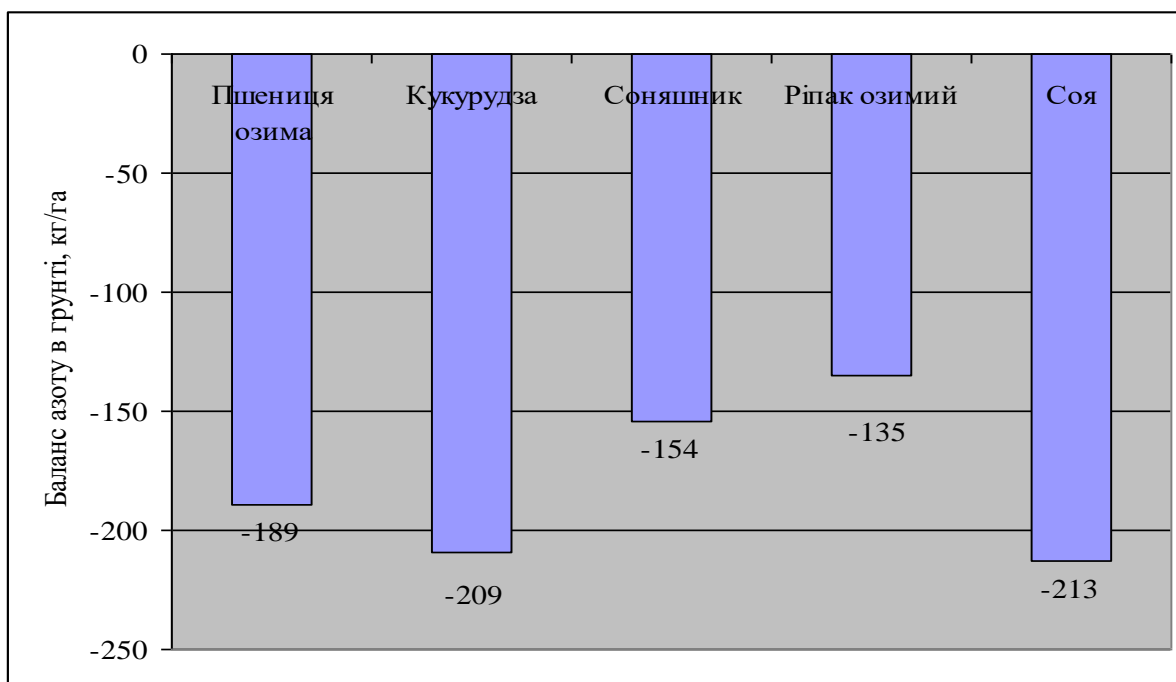


Рис. 5.2. Баланс азоту у ґрунті за інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

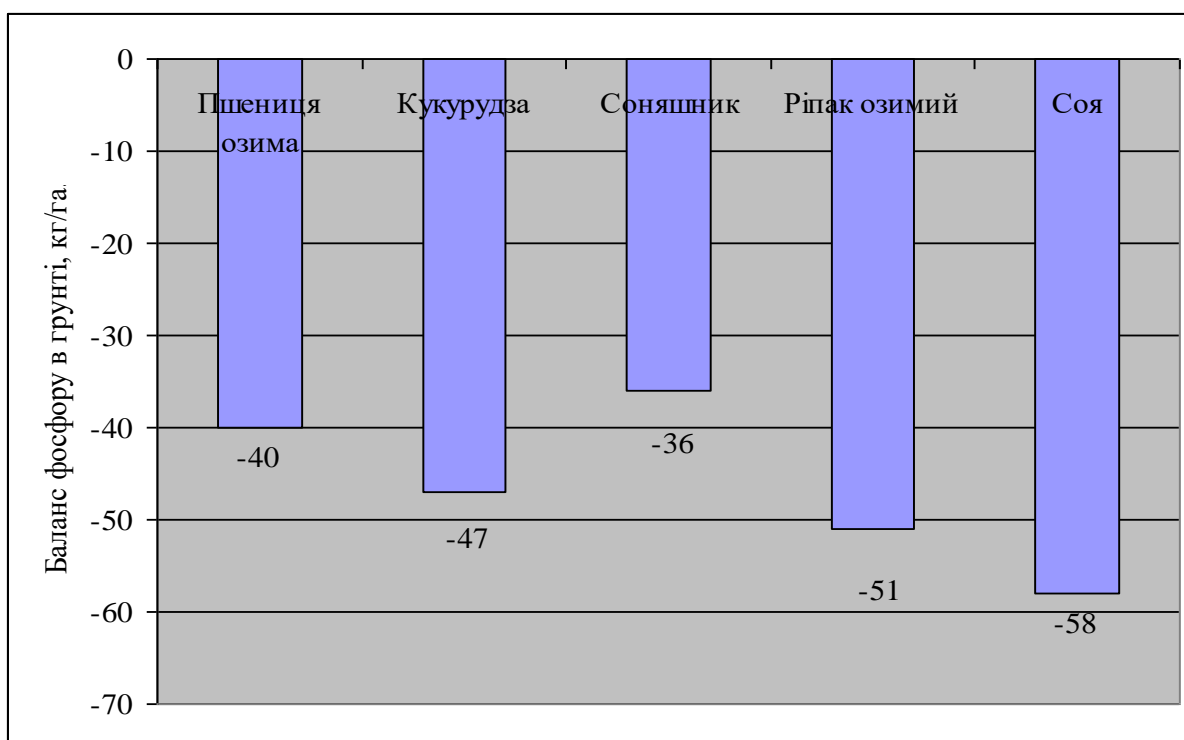


Рис. 5.3. Баланс фосфору у ґрунті за традиційних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

За інтенсивних технологій вирощування культур баланс фосфору у ґрунті є більш негативним. Найбільшим він був на посівах сої – мінус 104 кг/га, найменшим – на посівах соняшнику – мінус 55 кг/га (рис. 5.4.).

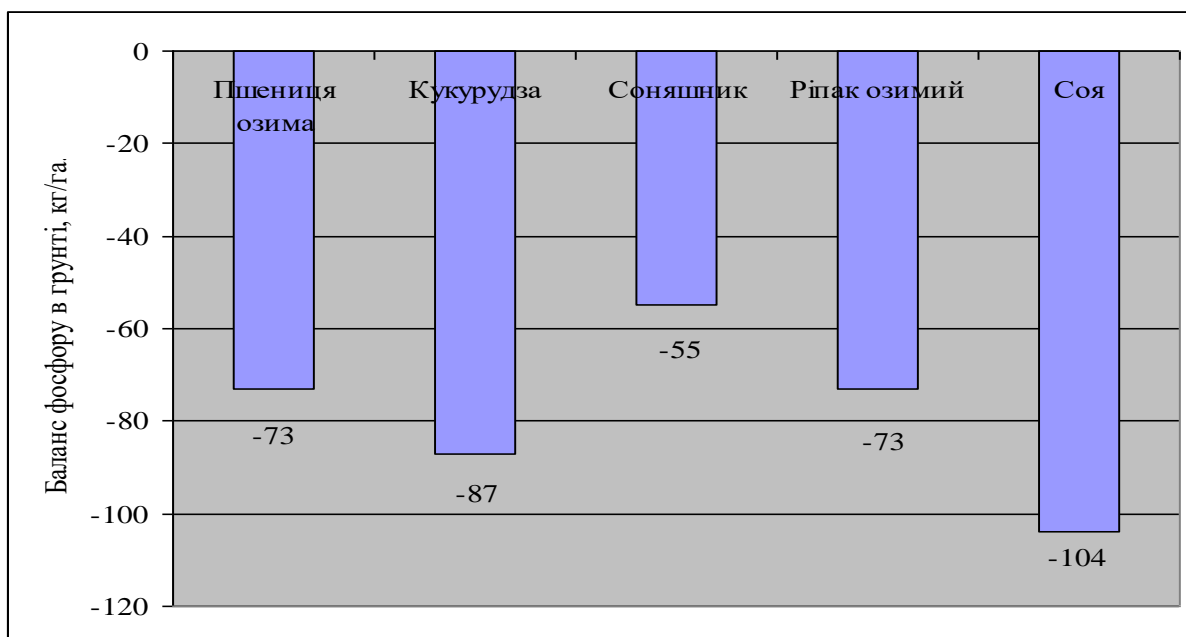


Рис. 5.4. Баланс фосфору у ґрунті за інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

За традиційних технологій вирощування сільськогосподарських культур позитивний баланс калію у ґрунті при заорюванні рослинних решток спостерігається при вирощуванні пшениці озимої – плюс 43 кг/га. За рештою культур баланс калію негативний, найбільший – при вирощуванні соняшнику – мінус 182 кг/га (рис. 5.5.).

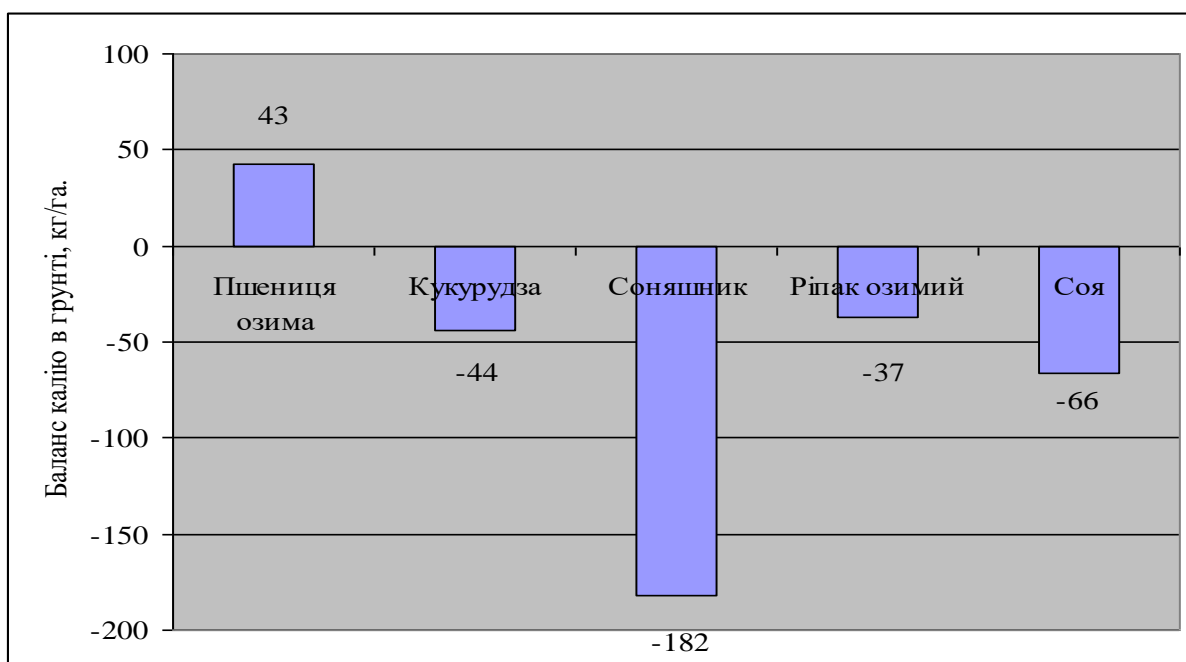


Рис. 5.5. Баланс калію у ґрунті за традиційних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

За інтенсивних технологій вирощування культур зберігається тенденція балансу калію у ґрунті із плюсом на посівах пшениці озимої на 77 кг/га та мінусом на посівах соняшнику – 283 кг/га (рис. 5.6.).

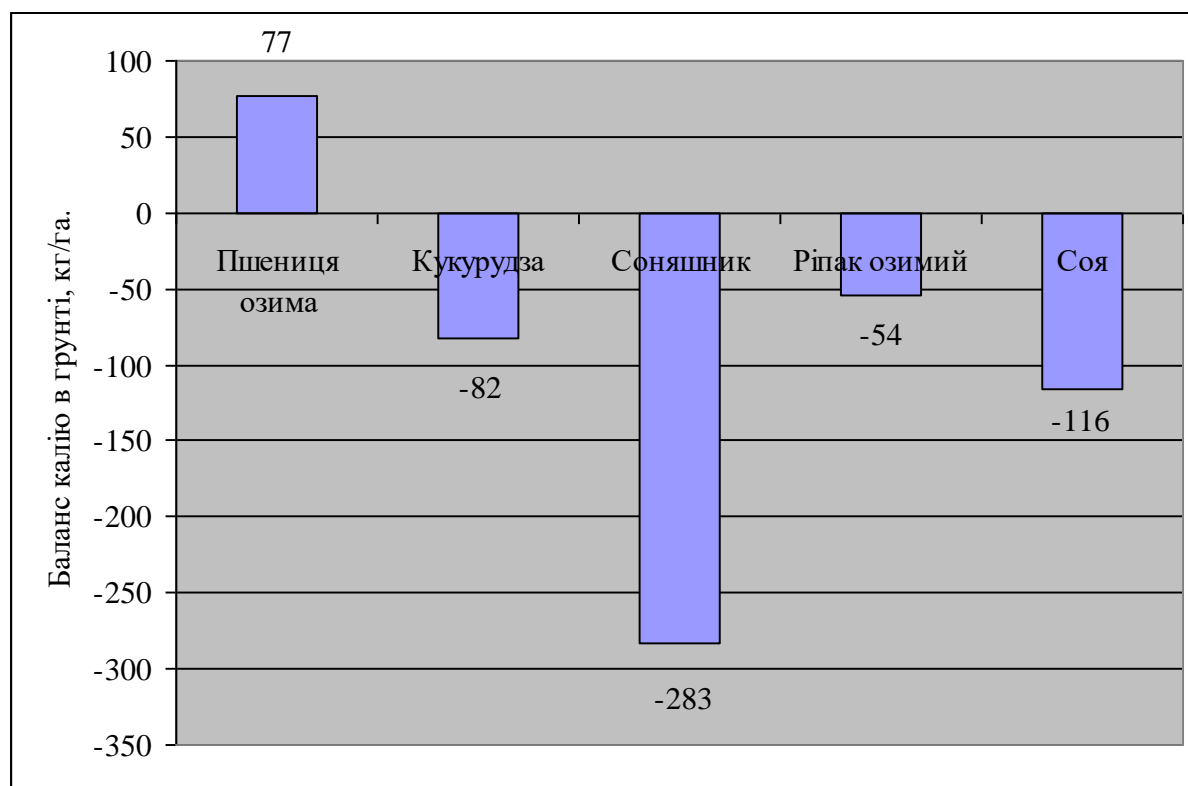


Рис. 5.6. Баланс калію у ґрунті за інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур

Таким чином встановлено, що за традиційних технологій вирощування культур частка повернутих поживних речовин азоту відносно їх виносу з ґрунту на формування урожаю у пшениці озимої становить 16%, кукурудзи – 36%, соняшнику – 41%, ріпаку озимого – 39%, сої – 60,4%. За інтенсивних технологій вирощування пшениці озимої, ріпаку озимого і соняшнику частка повернутих поживних речовин азоту у ґрунт з післяжнивними рештками не змінилась, кукурудзи – зросла на 29%, сої – зменшилася на 18%.

Частка повернутих з післяжнивними рештками за традиційних технологій вирощування культур поживних речовин фосфору пшениці озимої становила 20%, кукурудзи – 34%, соняшнику – 49%, ріпаку озимого – 39%, сої – 17%. За інтенсивних технологій частка повернення фосфору за вирощування усіх

культур не змінилася. Частка повернутих поживних речовин калію за традиційних технологій при вирощуванні пшениці озимої становила 143%, кукурудзи – 76%, соняшнику – 54%, ріпаку озимого – 59%, сої – 20%. За інтенсивних технологій значення аналогічні.

5.2. Використання відходів рослинництва зернобобових культур для поліпшення агроекологічного стану ґрунту

Вирощування зернобобових культур є набагато більш вигідним у агроекологічному плані, оскільки ці культури містять більше поживних речовин у побічній продукції, а завдяки симбіотичній азотфіксації суттєво поповнюють запас азоту в ґрунті.

За даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році найбільша посівна площа серед зернобобових культур належала гороху – 347,0 тис. га, що становить 61,3 % у структурі від усіх зернобобових культур [8] (табл. 5.6.).

Таблиця 5.6.

Посівні площі та урожайність зернобобових культур в Україні (за даними Державної служби статистики)

№	Вирощувана культура	Посівна площа, тис. га	Урожайність, т/га
1	Соя	129,8	2,29
2	Горох	347,0	2,28
3	Нут	36,0	1,40
4	Сочевиця	8,0	1,39
5	Квасоля	42,0	1,59
6	Боби кормові	3,2	2,32
	Всього	566,0	-

Посівна площа сої склала 129,8 тис. га або це становить 22,9 % від загальної площі зернобобових культур. Решта зернобобових культур мають незначну посівну площу: від 42,0 тис. га – у квасолі, до 3,2 тис. га – у бобів.

Загалом в Україні посівні площі під зернобобовими культурами становили

у 2019 році лише 566,0 тис. га, що складає близько 2 % від загальної посівної площі та є дуже низьким показником. Урожайність насіння зернобобових культур за даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році становила, залежно від культур, 1,39 – 2,32 т/га. Найвищою була урожайність насіння бобів кормових, сої та гороху, а найнижча – сочевиці, нуту та квасолі.

Співвідношення насіння до побічної продукції в усіх зернобобових культур є подібним і знаходиться у діапазоні 1 : (1,2-1,5). Найбільше побічної продукції від маси насіння утворюють боби кінські, а найменше – сочевиця (табл. 5.7.). За співвідношенням насіння до побічної продукції, зернобобові культури утворюють більше побічної продукції, ніж зернові та за цим показником наближаються до ріпаку озимого [9].

Таблиця 5.7.

Обсяги утворення відходів рослинництва зернобобових рослин у інтенсивній сівозміні

Культура	Співвідношення зерна до відходів рослинництва	Середній обсяг утворення відходів рослинництва, т/га
Соя	1 : 1,4	3,2
Горох	1 : 1,4	3,2
Нут	1 : 1,3	1,8
Сочевиця	1 : 1,2	1,7
Квасоля	1 : 1,4	2,2
Боби кормові	1 : 1,5	3,5

Враховуючи середній рівень урожайності в Україні, найбільше побічної продукції у ґрунт можуть повернути боби кінські – 3,5 т/га, соя і горох – на 8,6 % менше, квасоля – на 37,1 %, а найменше – нут і сочевиця – лише 1,7 – 1,8 т/га. Порівняно з іншими культурами інтенсивної сівозміни, повернення до ґрунту побічної продукції зернобобових культур є нижчим, ніж від таких культур як пшениця озима, кукурудза, соняшник, але така ж як при вирощуванні ячменю ярого [10].

Вміст основних макроелементів у побічній продукції усіх зернобобових культур приблизно однаковий і становить: азоту – 10,0-12,0 кг/т, фосфору – 3,4-3,6 кг/т, калію – 4,6-5,0 кг/т [11] (табл. 5.8.).

Таблиця 5.8.

Вміст основних макроелементів у відходах рослинництва зернобобових рослин, кг/т

Культура	N	P	K
Соя	12,0	3,6	5,0
Горох	10,0	3,5	4,6
Нут	10,6	3,5	4,7
Сочевиця	10,8	3,4	4,6
Квасоля	10,6	3,5	4,7
Боби кормові	10,6	3,6	4,7

Дещо вищим вмістом макроелементів у побічній продукції відзначається соя, а решта культур мають приблизно однакові показники. За вмістом азоту у побічній продукції зернобобові культури переважають зернові у 2,3-2,7 рази, фосфору – у 1,5-1,6 рази і поступаються лише за вмістом калію.

Із сформованою масою побічної продукції зернобобових культур, у ґрунт надійде 19,1-38,4 кг/га мінерального азоту. Найбільше його буде накопичено за вирощування сої та бобів кормових, а найменше – за вирощування нуту і сочевиці (табл. 5.9). Заорювання побічної продукції сої забезпечує надходження у ґрунт майже у два рази більше мінерального азоту, ніж його надійде при заорюванні рослинних решток пшениці озимої.

Найбільше мінерального фосфору надійде у ґрунт при заорюванні рослинних решток бобів кінських – 12,6 кг/га, а також сої та гороху – 11,2-11,5 кг/га, що у 1,1-1,3 рази більше, ніж надійде у ґрунт з соломомою та стернею пшениці озимої. Найменше фосфору накопичує побічна продукція сочевиці – 5,8 кг/га. Надходження калію у ґрунт з побічною продукцією бобів кормових і сої буде найбільшою і складатиме 16,0-16,5 кг/га. В той же час найменше калію надійде до ґрунту з побічною продукцією при сочевиці – 7,8 кг/га [12].

Таблиця 5.9.

**Обсяги накопичення у ґрунті основних макроелементів при заорюванні
рослинних решток відходів зернобобових рослин, кг/га**

Культура	N	P	K	Симбіотична азотфіксація
Соя	38,4	11,5	16,0	120
Горох	32,0	11,2	14,7	100
Нут	19,1	6,3	8,5	80
Сочевиця	18,4	5,8	7,8	85
Квасоля	23,3	7,7	10,3	70
Боби	37,1	12,6	16,5	110

На відміну від інших сільськогосподарських рослин, зернобобові культури здатні фіксувати симбіотичний азот та додатково збагачувати ним ґрунт. Найбільше його фіксує соя – 120 кг/га, боби кормові – на 10 кг/га менше, горох – на 20 кг/га, квасоля – на 50 кг/га, нут – на 40 кг/га та сочевиця – на 35 кг/га менше, ніж соя.

Важливо при вирощуванні сільськогосподарських культур розрахувати баланс поживних речовин у ґрунті, враховуючи винос їх з урожаєм зернобобових культур та кількість поживних речовин, що повертаються у ґрунт при заорюванні рослинних решток.

На формування 1 т насіння зернобобових культур найбільше азоту використовує соя – 100 кг, а найменше – нут, горох і квасоля – 53-55 кг. Найбільше фосфору споживають посіви сої – 31 кг/т, а найменше – гороху – 16 кг/га. Найбільше калію споживає нут – 75 кг/га, а найменше – горох – 25 кг/т (табл. 5.10.).

Таблиця 5.10.

Винос поживних речовин з ґрунту 1 т насіння зернобобових культур, кг/т

Культура	N	P	K
Соя	100	31	36
Горох	55	16	25
Нут	53	18	75
Сочевиця	58	20	28
Квасоля	55	18	45
Боби кормові	65	18	27

Враховуючи середню урожайність зернобобових культур, виніс з ґрунту поживних речовин є значно більшим. Зокрема із урожаєм 2,29 т/га соя виносить з ґрунту найбільше азоту серед усіх зернобобових культур – 229 кг/га, в той час як нут із середньою урожайністю 1,4 т/га найменше – лише 74 кг/га. Найбільше фосфору з урожаєм також виносить соя – 71 кг/га, а найменше – нут – 25 кг/га. Найбільше калію з урожаєм виносить нут – 105 кг/га, а найменше – сочевиця – 39 кг/га з середньою урожайністю 1,39 т/га (табл. 5.11.).

Таблиця 5.11.

Винос поживних речовин з ґрунту урожаєм зернобобових культур, кг/га

Культура	N	P	K
Соя	229	71	82
Горох	125	37	57
Нут	74	25	105
Сочевиця	81	28	39
Квасоля	88	29	72
Боби кормові	151	42	63

Порівнявши обсяги виносу поживних речовин з ґрунту урожаєм основних зернобобових культур з кількістю поживних речовин, які повернуться до ґрунту з післяжнивними рештками з урахуванням симбіотичної азотфіксації, встановлено, що позитивний баланс азоту у ґрунті після вирощування при заорюванні рослинних решток мають нут – плюс 25 кг/га, сочевиця – плюс 22 кг/га, горох – плюс 7 кг/га та квасоля – плюс 5 кг/га. Негативний баланс азоту мають соя – мінус 71 кг/га та кормові боби – мінус 4 кг/га (рис. 5.7.).

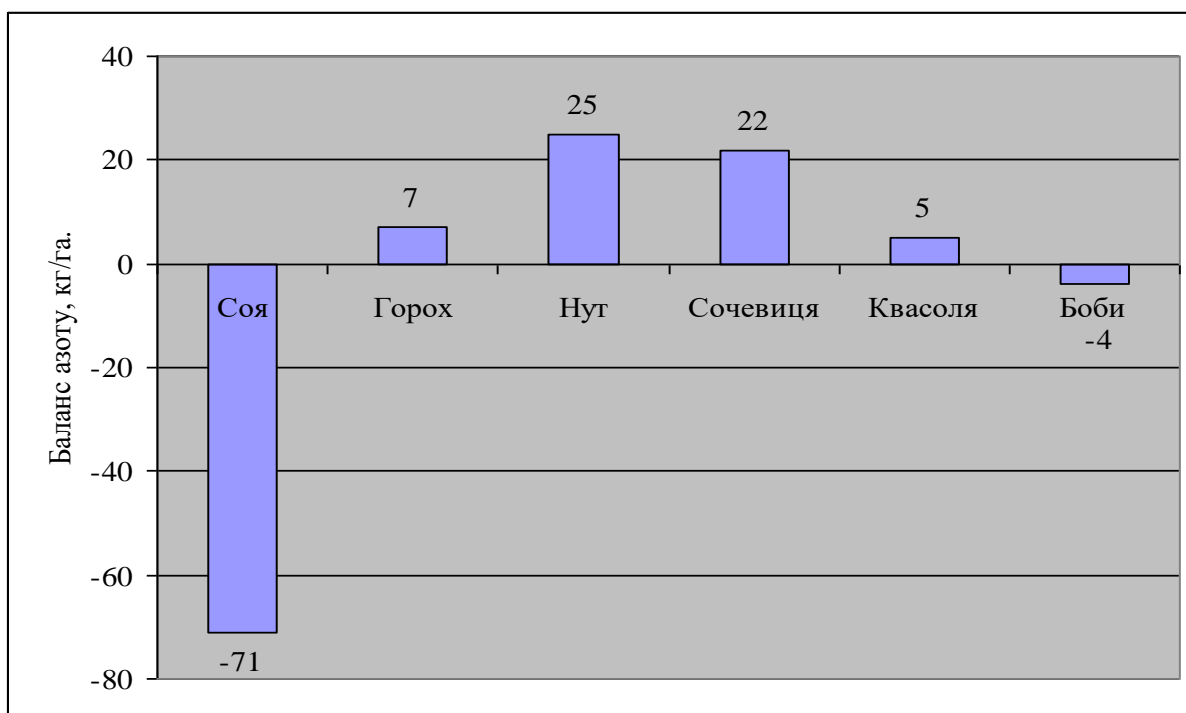


Рис. 5.7. Баланс азоту у ґрунті після вирощування зернобобових культур із заорюванням їх рослинних рештків

Баланс фосфору у ґрунті після вирощування усіх зернобобових культур з послідуочим заорюванням їх побічної продукції є негативним. Найбільше втрачається фосфору з ґрунту після вирощування сої – мінус 59 кг/га, а найменше – після вирощування нуту – мінус 19 кг/га (рис. 5.8.).

Баланс калію після вирощування зернобобових культур та приорювання їх побічної продукції у ґрунт також негативний. Найбільше калію витрачаються після вирощування нуту – мінус 96 кг/га, а найменше – після вирощування сочевиці – мінус 31 кг/га (рис. 5.9.).

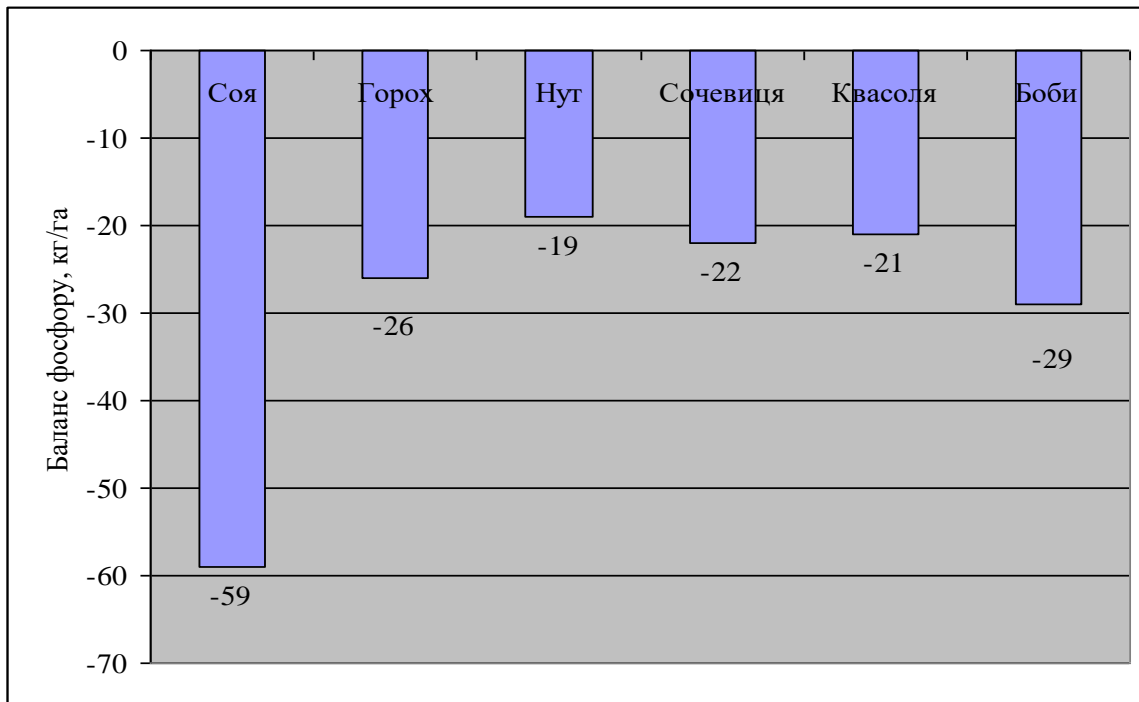


Рис. 5.8. Баланс фосфору у ґрунті після вирощування зернобобових культур із заорюванням їх рослинних рештків

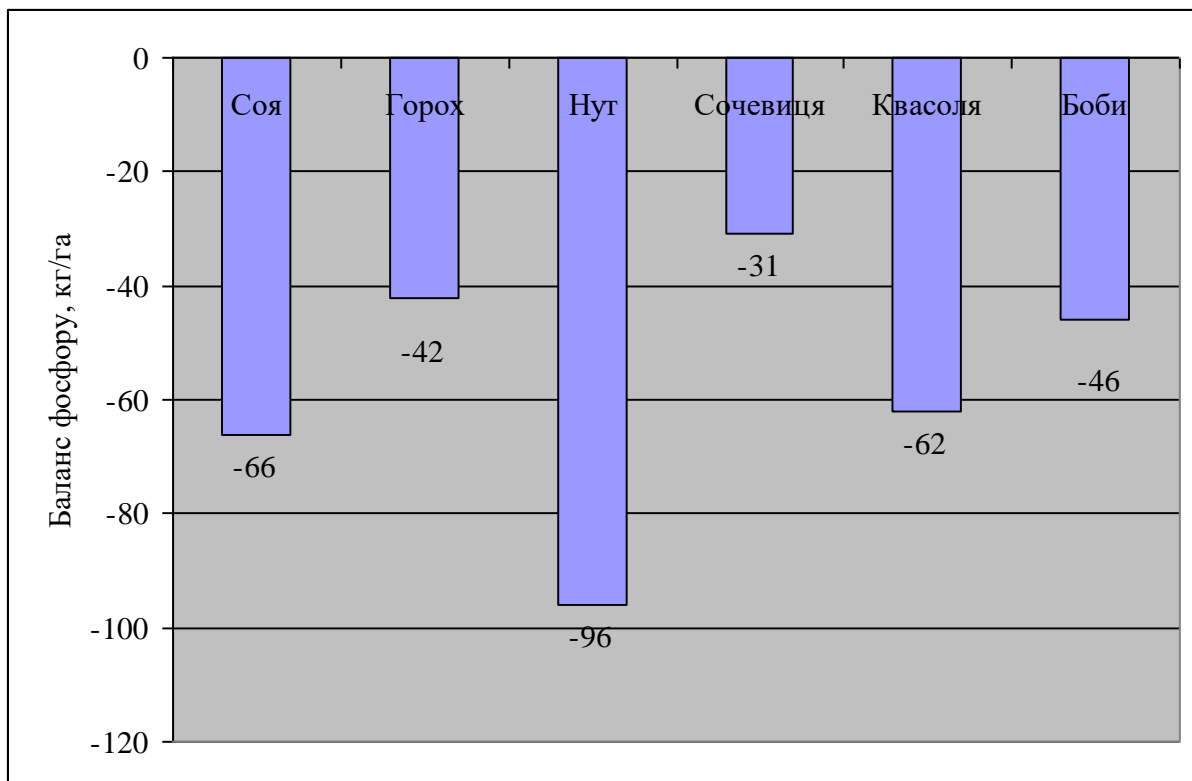


Рис. 5.9. Баланс калію у ґрунті після вирощування зернобобових культур із заорюванням їх рослинних рештків

Отже, при заорюванні побічної продукції зернобобових культур у ґрунт, найсприятливіший баланс азоту та фосфору спостерігатиметься після

вирощування нуту, а калію – після вирощування сочевиці.

Частка повернутих до ґрунту поживних речовин азоту з побічною продукцією та симбіотично фіксованого азоту посівами сої становить 69%, гороху – 106%, нуту – 134%, сочевиці – 128%, квасолі – 106%, бобів кормових – 97%. Частка повернутого фосфору становить у сої 16%, гороху – 30%, нуту – 25%, сочевиці – 28%, квасолі – 27%, бобів кормових – 30%. Повертається до ґрунту із побічною продукцією калію при вирощуванні сої 20%, гороху – 26%, нуту – 8%, сочевиці – 20%, квасолі – 14%, бобів кормових – 26%.

Висновки до розділу 5

1. В умовах сучасних сівозмін з обмеженим набором культур, найбільше надійде у ґрунт органічної маси відходів рослинництва з кукурудзи – 8,5-15,6 т/га. Проте, найбільше накопичення азоту у ґрунті буде спостерігатись при заорюванні відходів рослинництва кукурудзи і соняшнику – 62,9-115,4 т/га; фосфору і калію – при заорюванні соняшнику – 34,3-53,2 т/га та 217,6-337,4 т/га відповідно.

2. Доведено, що збільшення площ зернобобових культур у інтенсивній сівозміні здійснить позитивний вплив на агроекологічний стан ґрунту. Зокрема, вирощування бобів кормових дозволяє отримати найвищу масу відходів рослинництва, що може бути заорана у ґрунт – 3,5 т/га. Також відходи рослинництва бобів характеризуються найвищим вмістом мінерального фосфору – 3,6 кг/т, що забезпечує надходження у ґрунт найбільше мінерального фосфору – 12,6 кг/га серед усіх зернобобових культур, а також калію – 16,5 кг/га.

3. Відходи рослинництва сої характеризуються найвищим вмістом азоту – 12,0 кг/т, фосфору – 3,6 кг/т та калію – 5,0 кг/т. Це дозволяє після вирощування сої накопичити у ґрунті найбільше мінерального азоту – 38,4 кг/га. Також соя

характеризується найвищою симбіотичною азотфіксуючою здатністю серед усіх зернобобових культур – 120 кг/га.

4. Відходи рослинництва зернобобових культур мають вищий вміст азоту у 2,3-2,7 рази, фосфору – у 1,5-1,6 рази, порівняно з відходами рослинництва зернових культур. Також при заорюванні відходів рослинництва сої у ґрунт надійде мінерального азоту у 2 рази, а фосфору – у 1,1-1,3 рази більше, ніж при заорюванні відходів рослинництва пшениці озимої.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: <https://khoda.gov.ua/alternativn%D1%96zahodiv%D1%96dtvorenija-rodjuchost%D1%96grunt%D1%96v--vsuchasnih-umovah-gospodarjuvannja> (дата звернення 2.01.2022.).

2. Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть солому! *Agroexpert*. URL: [https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp\(6\)14.pdf](https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp(6)14.pdf) (дата звернення 2.01.2022.).

3. Іванчук М.Д. Способи обробітку рослинних решток. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/sposoby-obrobitku-roslynnyh-reshtok/> (дата звернення 2.01.2022.).

4. Пришвидшення мінералізації соломи та пожнивних решток. URL: https://zeolit.com.ua/attach/ceovit_259.pdf (дата звернення 2.01.2022.).

5. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. *Scientific achievements of modern society. Abstracts of IX international scientific and practical conference, April 28 – 30, 2020, Liverpool*. P. 1069-1076.

6. Овчарук В.В. Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту. *Dynamics of the development of world science. Vancouver, Canada*. 2020. № 9. P. 781-788.

7. Ovcharuk V. Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. *The scientific heritage*. 2020. № 49. P. 4-7.

8. Посівні площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур. *Державна служба статистики України*. URL: http://ukrstat.gov.ua/metaopus/2019/2_03_07_03_2019.htm (дата звернення 11.08.2020).

9. Камінський І.В. Ефективність використання зернобобових культур у польових сівоzmінах як попередника. *Економіка АПК*, 2013. № 10. С. 24 – 27.

10. Viktor Mazur, Ihor Didur, Oleksandr Tkachuk, Hanna Pantsyreva, Vitaliy Ovcharuk. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, №. 1. P. 54-60.

11. Бутенко А.О., Дерев'янко Ф.М., Павленко Д.Г. Властивості соломи як органічного добрива. Наукове мислення. *Двадцять четверта всеукраїнська практично-пізнавальна інтернет-конференція*. URL: <http://naukam.triada>. (дата звернення 11.08.2020).

12. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівоzmіні. *Сільське господарство та лісівництво*, 2020. № 18. С. 161-171.

РОЗДІЛ 6

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

6.1. Біоенергетична оцінка

Біоенергетична оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур ґрунтується на переведенні затрат на вирощування рослин у енергетичні величини та, відповідно, одержаний урожай переводиться у енергетичний еквівалент. Відношення енергетичного еквіваленту одержаного урожаю до енергетичних затрат на вирощування культури становить суть енергетичного оцінювання технологій вирощування культур. Чим вищий енергетичний коефіцієнт – тим менших затрат вимагає технологія вирощування культури, порівняно з отриманим урожаєм і тим більш енергетично привабливою вона буде.

При вирощуванні кукурудзи після падалишніх сидератів не потрібно здійснювати додаткових затрат на сівбу і насіння сидеральних культур, але для проростання падалишнього насіння попередньо зібраних культур необхідно провести неглибоке дискування поля. Затрати на цей захід становлять 510 МДж/га. Перед оранкою поля сидеральні культури необхідно закоткувати. На цей агротехнічний захід додатково необхідно затратити 279 МДж/га. За іншими технологічними операціями технологія вирощування кукурудзи після сидератів та без сидератів не відрізнялася.

Витрати енергії на вирощування кукурудзи із сидератами становили 81,6 ГДж/га. При вирощуванні кукурудзи без сидератів затрати енергії були на 0,8 ГДж/га меншими і становили 80,8 ГДж/га (табл. 6.1.).

Вихід валової енергії із зерном кукурудзи визначається її урожайністю і в середньому становить 14,9 ГДж/т зерна. Найбільший вихід валової енергії був встановлений на варіанті вирощування кукурудзи після сидерату ріпаку

озимого – 196,68 ГДж/га. Найменший вихід валової енергії із варіантів з сидератами забезпечив ячмінь ярий – 177,31 ГДж/га.

Контрольний варіант вирощування кукурудзи без сидератів мав найменший абсолютний вихід валової енергії з урожаєм кукурудзи – 150,49 ГДж/га.

Таблиця 6.1.

Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи після сидератів

Показники біоенергетичної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	81,6	81,6	81,6	81,6	80,8
Вихід валової енергії, ГДж/га	190,72	177,31	195,19	196,68	150,49
Енергоємність, ГДж/т зерна	6,38	6,86	6,23	6,18	8,00
Енергетичний коефіцієнт	2,33	2,17	2,39	2,41	1,86

Енергоємність зерна кукурудзи найменшою була на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 6,18 ГДж/га, а найбільшою – на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 8,00.

Енергетичний коефіцієнт, що визначає енергетичну доцільність застосування тієї чи іншої технології вирощування кукурудзи, повинен бути максимальним. Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті – 1,86. Отже, затрати, які передбачали дискування поля для проростання падалишніх сидератів та їх коткування для якісного проведення основного обробітку ґрунту були на багато меншими, ніж отримана прибавка урожаю від цих заходів.

При вирощуванні соняшнику після сидератів витрати енергії на його вирощування були такими ж, як і при вирощуванні кукурудзи, оскільки тут застосовувалися ті ж самі технологічні операції, у тому числі і при вирощуванні

сидератів (табл. 6.2.).

У одній тоні насіння соняшнику міститься приблизно 32,3 ГДж валової енергії. Вихід валової енергії залежав від урожайності соняшнику на досліджуваних варіантах. Найбільший вихід валової енергії – 113,37 ГДж/га мав варіант вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого – 113,37 ГДж/га, а найменший – на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 97,55 ГДж/га.

Таблиця 6.2.

Біоенергетична ефективність вирощування соняшнику після сидератів

Показники біоенергетичної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	81,6	81,6	81,6	81,6	80,8
Вихід валової енергії, ГДж/га	111,43	100,13	112,40	113,37	97,55
Енергоємність, ГДж/т насіння	23,65	23,93	23,45	23,25	26,75
Енергетичний коефіцієнт	1,37	1,23	1,38	1,39	1,21

Найнижча енергоємність насіння соняшнику була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 23,35 ГДж/т, а найвища – на контрольному варіанті без сидератів – 26,75 ГДж/т.

Найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах вирощування соняшнику після сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1,21, на контрольному варіанті без використання сидератів.

6.2. Економічна оцінка

Проблема підвищення ефективності агропромислового виробництва є визначальним фактором сільськогосподарської діяльності. В умовах економічної кризи будь-який запропонований агротехнічний прийом чи

технологія вирощування мають визначатись економічною ефективністю.

Економічна ефективність рослинництва визначається відношенням одержаних результатів до витрат засобів виробництва і живої праці, та направлена на одержання максимальної кількості продукції з одного гектара земельної площі відповідної якості при найменших затратах.

У значній мірі економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур визначається реалізаційною ціною зерна та насіння. Станом на 01.01.2022 р. ціна зерна кукурудзи складала 8000 грн/т. Виходячи з такої ціни та урожайності кукурудзи на різних варіантах, найвища вартість продукції була встановлена на варіанті вирощування кукурудзи після сидерату ріпаку озимого – 105600 грн./га. Найнижча вартість продукції встановлена на варіанті без вирощування сидератів – 80800 грн./га, що було на 97600 грн./га менше та на 14400 грн./га менше, ніж при вирощуванні кукурудзи після сидерату ячменю ярого, де отримано найнижчу вартість продукції серед варіантів із вирощуванням сидератів – 95200 грн./га (табл. 6.3.).

Таблиця 6.3.

Економічна ефективність вирощування кукурудзи після сидератів

Показники економічної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Урожайність зерна, т/га	12,8	11,9	13,1	13,2	10,1
Вартість продукції, грн./га	102400	95200	104800	105600	80800
Прямі витрати, грн./га	17100	17100	17100	17100	15800
Собівартість продукції, грн./т	1336	1437	1305	1296	1564
Прибуток, грн./га	85300	78100	87700	88500	65000
Рівень рентабельності, %	49,9	45,7	51,3	51,8	41,1

Прямі витрати на вирощування кукурудзи із вирощуванням сидератів

були однакові у всіх варіантів та склали 17100 грн./га. На контрольному варіанті без вирощування сидератів прямі витрати на вирощування кукурудзи були на 1300 грн./га меншими і становили 15800 грн./га. Найнижча собівартість зерна кукурудзи була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 1296 грн./т, а найвища – при вирощуванні кукурудзи на контрольному варіанті без сидератів – 1564 грн./га, що було на 268 грн./га більше.

Найвищий прибуток при вирощуванні кукурудзи був виявлений на варіанті із вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 88500 грн./га. На контрольному варіанті без вирощування сидератів прибуток вирощування кукурудзи був найменшим і становив 65000 грн./га. Він був на 1310023500 грн./га меншим, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів.

Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів.

Вирощування соняшнику з сидератами має подібну тенденцію щодо його економічної ефективності. При ціні насіння соняшнику станом на 01.01.2022 р. 18500 грн./т, найвища вартість продукції була встановлена на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 64935 грн./га. Це було на 9065 грн./га більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували і де встановлено найнижчу вартість продукції – 55870 грн./га (табл. 6.4.).

Найвищі прямі витрати на вирощування соняшнику були встановлені на усіх варіантах, де вирощували сидерати – 19880 грн./га. Вони були на 2340 грн./га більшими, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували. На цьому варіанті прямі витрати на вирощування соняшнику становили 17540 грн./га.

Найнижча собівартість одержаної продукції соняшнику була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 5664 грн./га. При

вирощуванні соняшнику на варіанті з сидератом ячменем ярим собівартість продукції була найвища і становила 5830 грн./га, що було на 166 грн./га більше, ніж після сидерату ріпаку озимого.

Таблиця 6.4.

Економічна ефективність вирощування соняшнику після сидератів

Показники економічної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярый	горох	ріпак озимий	без сидератів
Урожайність насіння, т/га	3,45	3,41	3,48	3,51	3,02
Вартість продукції, грн./га	63825	63085	64380	64935	55870
Прямі витрати, грн./га	19880	19880	19880	19880	17540
Собівартість продукції, грн./т	5762	5830	5713	5664	5808
Прибуток, грн./га	43945	43205	44500	45055	38330
Рівень рентабельності, %	22,1	21,7	22,4	22,7	21,8

Найвищий прибуток вирощування соняшнику було отримано на варіанті сидерату ріпаку озимого – 45055 грн./га. Це було на 6725 грн./га більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували. Тут прибуток становив 5808 грн./га.

Найвищий рівень рентабельності – 22,7%, був розрахований на варіанті вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого. Це було на 0,9% більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували.

Висновки до розділу 6

1. Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи, що характеризує як найбільш енергетично економну технологію, був встановлений на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті, без сидератів – 1,86.

2. При вирощуванні соняшнику найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах з вирощуванням сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1.21, на контрольному варіанті без використання сидератів.

3. Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи, що характеризує економічну вигідність, був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. При вирощуванні соняшнику найвищий рівень рентабельності також був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить теоретичне обґрунтування і експериментальне вирішення проблеми, пов'язаної із екологічно безпечними та мало затратними способами підвищення продуктивності, поліпшення якості та екологічної безпечності рослинницької продукції на основі використання падалишніх сидератів та повного залучення до землеробства відходів рослинництва.

1. Забезпечення сприятливих агротехнічних умов для росту падалишніх сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого може забезпечити ними впродовж 63-91 доби їх вегетації біологічної маси надземної та підземної частини 23,1-33,0 т/га за висоти 22-64 см. Найбільш продуктивними можуть бути сидерати ріпаку озимого та гороху.

2. Біологічна маса падалишніх сидератів, зароблена у ґрунт сприяє підвищенню вмісту гумусу на 0,11-0,14%, азоту лужногідролізованого – на 1,7-7,1%, калію обмінного – на 27,4-32,2%. Найвищий вміст гумусу у ґрунті забезпечують сидерати горох та ріпак озимий – по 2,44%, азоту лужногідролізованого – 127 мг/кг – горох, фосфору рухомого – 520 мг/кг – пшениця озима, калію обмінного – 230 мг/кг – ріпак озимий, найбільшу суму ввібраних основ – 16,8 мг-екв./100 г – горох, найменшу гідролітичну кислотність – 1,60 мг-екв./100 г – пшениця озима, найвище значення рН 5,85 – ячмінь ярий.

3. Використання сидератів зумовлює підвищення вмісту у ґрунті рухомих форм важких металів свинцю на 17,2-24,3%, кадмію – на 10,014,3%, міді – на 17,6-22,2%, цинку – на 34,7-39,9%, порівняно з варіантом без сидератів. Серед досліджуваних сидератів найменший вміст у ґрунті свинцю – 1,28 мг/кг та кадмію – 0,20 мг/кг, забезпечує ріпак озимий; міді – 0,51 мг/кг – горох і ріпак озимий; цинку – 1,73 мг/кг – ячмінь ярий.

4. Падалишні сидерати пшениця озима, ячмінь ярий, горох та ріпак озимий сприяють підвищенню урожайності соняшнику на 11,4-14,0%, кукурудзи – на 15,1-23,5%, порівняно з контрольним варіантом без сидератів. Найвищу урожайність насіння соняшнику – 3,48-3,51 т/га та зерна кукурудзи – 10,1-10,2 т/га забезпечують падалишні сидерати горох та ріпак озимий.

5. Сидерати мали вплив на якісну цінність одержаної продукції. Зокрема вміст олії у насінні соняшнику зростав на 0,2-0,7%, проте збільшувалось кислотне число олії на 0,26-0,47 одиниць. Найвищий вміст олії у насінні соняшнику забезпечував падалишній сидерат ріпак озимий – 49,2%, а найменше кислотне число – пшениця озима – 1,12.

Сидерати підвищували вміст білка у зерні кукурудзи на 0,4-1,4% та жиру на 0,1-0,3%, але зменшували вміст крохмалю на 0,9-2,3%. Найвищий вміст білка і жиру забезпечував сидерат горох, відповідно 10,8% та 4,8%, крохмалю – ячмінь ярий – 56,3%.

6. Використання падалишніх сидератів ріпаку озимого, гороху та ячменю ярого зменшувало вміст свинцю у зерні кукурудзи на 3,6-4,5%, кадмію – на 16,0-34,0%, міді – на 18,2-37,5%, цинку – на 15,1-72,5%. Найменший вміст свинцю у зерні кукурудзи – 1,05 мг/кг містилося після сидератів гороху і ріпаку озимого, кадмію – 0,066 мг/кг і цинку – 1,99 мг/кг – після пшениці озимої, міді – 2,03 мг/кг – після пшениці озимої та гороху.

У насінні соняшнику вміст свинцю після вирощування сидератів зменшувався на 20,4-44,4%, кадмію – на 30,8-46,2%, міді – на 7,3-17,9%, цинку – на 12,9-40,8%. Найнижчий вміст свинцю, міді та цинку був виявлений після вирощування сидерату гороху, відповідно 0,30; 5,15 та 18,95 мг/кг, кадмію – після ячменю ярого та гороху – 0,07 мг/кг.

7. Коефіцієнт накопичення свинцю зерном кукурудзи після вирощування сидератів був на 17,3-26,9% меншим, кадмію – на 25,0-44,6%, міді – на 35,1-51,4% та цинку – на 47,3-83,4% меншим, ніж на варіанті без сидератів.

Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю був виявлений після сидерату ячменю ярого та гороху – 0,76; кадмію та міді – після пшениці озимої, відповідно 0,31 та 3,76; цинку – після гороху – 1,06.

У насінні соняшнику накопичувалось свинцю на 37,3-56,9%, кадмію – на 37,5-54,2%, міді – на 26,6-32,4% і цинку – на 45,9-64,4% менше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. Найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю, міді та цинку насінням соняшнику був встановлений після сидерату гороху, відповідно 0,22; 10,10 та 10,08, а кадмію – після гороху та ячменю ярого – 0,33.

8. В умовах інтенсивного землеробства з вирощуванням пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику, ріпаку озимого та сої від цих культур може утворитися в середньому 3,2-8,5 т/га відходів рослинництва, найбільше – з кукурудзи. Із цією кількістю відходів рослинництва у ґрунт може надійти 20,24-68,60 кг/га азоту, 10,12-34,30 кг/га фосфору, 16,00-217,56 кг/га калію. Найбільше азоту, фосфору та калію надійде до ґрунту з відходами рослинництва соняшнику.

9. Враховуючи виніс поживних речовин азоту фосфору і калію з ґрунту на формування урожаю цих культур, баланс поживних речовин азоту при поверненні усіх відходів рослинництва до ґрунту буде мінусовим – 71-114 кг/га, фосфору – мінус 36-38 кг/га, калію – за пшеницею – плюс 43 кг/га за іншими культурами – мінус 37-182 кг/га. Найменший баланс азоту у ґрунті спостерігатиметься після вирощування сої, фосфору – соняшнику, а найбільший: за азотом – після вирощування кукурудзи, фосфору і калію – сої.

При поверненні до ґрунту відходів рослинництва зернобобових симбіотично фіксованих азот культур, баланс азоту у ґрунті буде позитивним після вирощування нуту – плюс 25 кг/га, сочевиці – плюс 22 кг/га, гороху – плюс 5 кг/га та квасолі – плюс 2 кг/га. Баланс фосфору буде найменш негативним після нуту – мінус 19 кг/га, а калію – після сочевиці – мінус 31 кг/га.

10. Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи був

встановлений на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті, без сидератів – 1,86. При вирощуванні соняшнику найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах з вирощуванням сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1,21, на контрольному варіанті без використання сидератів.

11. Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. При вирощуванні соняшнику найвищий рівень рентабельності був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для підвищення вмісту легкогідролізованого азоту у сірому опідзоленому середньо суглинковому ґрунті на 7,1% необхідно використовувати падалишні сидерати гороху, калію обмінного на 32,2% – ріпаку озимого.

2. З метою отримання урожайності насіння соняшнику 3,48-3,51 т/га з вмістом олії 49,2% та зерна кукурудзи 10,1-10,2 т/га з вмістом білка у зерні кукурудзи 10,8% та для зменшення вмісту свинцю у зерні кукурудзи на 3,6-4,5%, кадмію – на 16,0-34,0%, міді – на 18,2-37,5%, цинку – на 15,1-22,5%, а у насінні соняшнику: свинцю – на 37,3-56,9%, кадмію – на 37,5-54,2%, міді – на 26,6-32,4% і цинку – на 45,9-64,4%, необхідно використовувати падалишні сидерати горох та ріпак озимий

ДОДАТКИ

Додаток А

Список опублікованих праць за темою дисертації

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за спеціальністю 201 Агрономія
Овчарука Віталія Віталійовича

№ з/п	Назва	Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від усіх інших	Кількість друкованих сторінок / др. арк.	Прізвище співавторів
1	2	3	4	5
Статті у наукових фахових виданнях віднесених до міжнародних наукометричних баз				
1	Agroecological assessment of green manures grown from winter grain harvest lost in the conditions of the right-bank forest-steppe of ukraine	<i>International Journal of Ecosystems and Ecology Science.</i> 2021. Vol. 11/4. DOI: 10.31407/ijees11.429 URL: https://ijees.net/images/pdf/RazanovSerhiy1OvcharukVitaliy2KrasnyakOlena3BakhmatMykola4BakhmatOleg5AGROECOLOGICALASSESSMENTOFGREENMANURESGROWNFROMWINTERGRAINHARVESTLOSTINTHECONDITIONSOFTHERIGHT-BANKFOREST-STEPPEOFUKRAINEpage895-902;-d8bbf83f21.pdf (Web of Science)	P. 895-902 0,78 (0,16)	Razanov S., Krasnyak O., Bakhmat M., Bakhmat O.,
2	Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change	<i>Scientific Horizons.</i> 2021. Vol. 24. № 1. DOI: 10.48077/scihor.24(1).2021.54-60 URL: https://sciencehorizon.com.ua/rufjournals/tom-24-1-2021/agroyekologichna-stiykist-sortiv-maloposhiryenikh-zvernobobovikh-kultur-v-umovakh-zmini-klimatu (Scopus)	P. 54-60 0,63 (0,13)	Mazur V., Didur I., v c Tkachuk O., Pantsyreva H.
Статті у наукових фахових виданнях України				
3	Оцінювання хімічного складу бобових багаторічних трав, вирощених в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами	<i>Вісник Уманського Національного Університету Садівництва.</i> 2017. № 2. URL: https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buleten2017/2/12.pdf	C. 40-43 0,39 (0,10)	Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Кравченко В.С.
4	Інтенсивність накопичення важких металів зерном пшениці озимої	<i>Збалансоване природокористування.</i> 2018. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2018_1_34	C. 165-169. 0,43 (0,14)	Разанов С.Ф., Ткачук О.П.,

	залежно від попередників			
5	Вплив рівня забруднення ґрунтів важкими металами на інтенсивність накопичення їх у листі розторопші плямистої (<i>silybum marianum</i>)	<i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2019. № 3 (14). DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-17 URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/January2020/qjiiKgH1SLzO3pg32xLf.pdf	<u>С. 196-205</u> 0,30 (0,10)	Разанов С.Ф., Разанова А.М.
6	Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні	<i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2020. № 3 (18) DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3 URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2020/MkINhd3XJ6QLvYt7izsA.pdf	<u>С. 161-171</u> 0,43 (0,22)	Ткачук О.П.
7	Вплив сидератів на родючість ґрунту	<i>Збалансоване природокористування</i> . 2021. № 4. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253101 URL: http://journals.uran.ua/bnusing/issue/view/15194	<u>С. 144-152</u> 0,65 (0,16)	Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Овчарук І.І.
Патенти на корисну модель				
8	Спосіб вирощування сидератів	Патент UA 151011 U України, МКП 2022 A01C 21/00, A01B 79/00 № u202105548, заявл. 01.10.2021; опубл. 26.05.2022 р. Бюл. 21/2022	<u>2 с.</u> 0,11 (0,06)	Разанов С.Ф.,
Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації				
9	Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers	<i>The scientific heritage</i> . 2020. № 49. P. 4. URL: http://www.scientific-heritage.com/wp-content/uploads/2020/09/VOL-4-No-49-49-2020.pdf	<u>P. 4-7.</u> 0,38	-
Інші видання (тези доповідей)				
10	Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту	<i>Dynamics of the development of world science: abstracts of IX International Scientific and Practical Conference</i> . 13-15 May 2020. Vancouver, Canada. 2020. URL: https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/05/DYNAMICS-OF-THE-DEVELOPMENT-OF-WORLD-SCIENCE-13-	<u>С. 781-788</u> 0,31	-

		<u>15.05.20.pdf</u>		
11	Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту	<i>Scientific achievements of modern society: abstracts of IX international Scientific and Practical Conference. 28-30 April 2020. Liverpool. United Kingdom 2020. URL: https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/05/SCIENTIFIC-ACHIEVEMENTS-OF-MODERN-SOCIETY-28-30.04.2020.pdf</i>	<u>C. 1069-1076</u> 0.30 (0,15)	Ткачук О.П.

Всього за темою дисертаційної роботи «Оцінка впливу сидератів і відходів рослинництва на агроєкологічний стан ґрунту та якість продукції в умовах лісостепу правобережного» опубліковано 11 наукових праць загальним обсягом 4,79 друк. арк. (власний доробок автора 1,95 умовн. др. арк.), у тому числі 1,41 друк. арк. у наукових періодичних виданнях інших держав, включених до міжнародних наукометричних баз; 2,39 друк. арк. у наукових фахових виданнях України; 0,38 друк. арк. у виданнях що засвідчують апробацію матеріалів дисертації; 0,61 друк. арк. у інших виданнях.

Автор



Овчарук В.В.

Вчений секретар



Шпаковська Г.І.



2022 р.

Апробація результатів дисертації на науково практичних конференціях

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
ДИСЕРТАЦІЇ НА НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ
за спеціальністю 201 Агрономія
Овчарук Віталій Віталійович

№ з/п	Тема доповіді	Назва конференції, дата, місце проведення
1	2	3
<i>Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях</i>		
1	Вплив сумісного використання соломи та сидератів на агроекологічний стан ґрунту Лісостепу правобережного	Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Молодіжний науковий форум», м. Ладижин 23-24 квітня 2019 р.
2	Пріоритети вирощування сидеральних культур в умовах інтенсивного землеробства	Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів. «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів», м. Вінниця 15-16 травня 2019 р.
3	Вплив соломи пшениці озимої на хімічний стан ґрунту	IX International Scientific and Practical Conference «Scientific achievements of modern society», 28-30 April 2020, Liverpool, United Kingdom.
4	Потенціал органічних решток як аналог сидератів	IX International Scientific and Practical Conference «Dynamics of the development of world science», 13-15 May 2020, Vancouver, Canada.
5	Перспективи застосування сидератів для зменшення забруднення ґрунтів важкими металами	Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів. «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів». м. Вінниця, 14-15 травня 2020 р.
6	Вплив важких металів на врожайність та якість сільськогосподарської продукції	Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Молодіжний науковий форум», м. Могилів-Подільський, 4-5 червня 2020 р.
7	Вплив зернобобових культур на агроекологічний стан ґрунту в сучасній інтенсивній сівозміні	Всеукраїнська науково-практична конференція «Реалізація європейського зеленого курсу в Україні: погляд молодих учених» 14-15 травня 2021 року, ВНАУ, Вінниця.



серпень 2022 р.

Овчарук В.В.

Шпаковська Г.І.

Ріст і розвиток сидеральних культур, середнє 2018 р., М±m

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	30.07. ±3	21±3	75±3	кущення
Ячмінь ярий	07.08. ±3	24±3	64±3	кущення-вихід у трубку
Горох	24.07. ±3	26±3	76±3	бутонізація
Ріпак озимий	15.07. ±3	19±3	92±3	початок цвітіння

Ріст і розвиток сидеральних культур, середнє 2019 р., М±m

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	28.07. ±3	19±3	73±3	кущення
Ячмінь ярий	05.08. ±3	22±3	62±3	кущення-вихід у трубку
Горох	22.07. ±3	24±3	74±3	бутонізація
Ріпак озимий	13.07. ±3	17±3	90±3	початок цвітіння

Ріст і розвиток сидеральних культур, середнє 2020 р., М±m

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	31.07. ±3	22±3	76±3	кущення
Ячмінь ярий	08.08. ±3	25±3	65±3	кущення-вихід у трубку
Горох	25.07. ±3	27±3	77±3	бутонізація
Ріпак озимий	16.07. ±3	20±3	93±3	початок цвітіння

Ріст і розвиток сидеральних культур, 2021 р., М±m

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	27.07. ±3	18±3	72±3	кущення
Ячмінь ярий	04.08. ±3	21±3	61±3	кущення-вихід у трубку
Горох	21.07. ±3	23±3	73±3	бутонізація
Ріпак озимий	12.07. ±3	16±3	89±3	початок цвітіння

**Сформована біологічна маса сидеральних культур,
2018 р., М±m**

Сидерат	Густота рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Біологічна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	20±4	24±4	23,3±0,03
Ячмінь ярий	28±5	30±3	23,7±0,03
Горох	33±4	51±3	29,9±0,02
Ріпак озимий	41±5	66±5	33,2±0,03

**Сформована біологічна маса сидеральних культур,
2019 р., М±m**

Сидерат	Густота рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Біологічна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	16±4	20±4	23,0±0,03
Ячмінь ярий	24±5	26±3	23,3±0,03
Горох	29±4	47±3	29,6±0,02
Ріпак озимий	37±5	62±5	32,8±0,03

**Сформована біологічна маса сидеральних культур,
2020 р., М±m**

Сидерат	Густота рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Біологічна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	18±4	22±4	23,1±0,03
Ячмінь ярий	26±5	28±3	23,5±0,03
Горох	31±4	49±3	29,8±0,02
Ріпак озимий	39±5	64±5	33,0±0,03

**Сформована біологічна маса сидеральних культур,
2021 р., М±m**

Сидерат	Густота рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Біологічна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	18±4	22±4	23,1±0,03
Ячмінь ярий	26±5	28±3	23,5±0,03
Горох	31±4	49±3	29,8±0,02
Ріпак озимий	39±5	64±5	33,0±0,03

**Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після
сидератів, 2018 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	111±1	110±1	112±1	113±1	108±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	4,9±0,1	4,8±0,2	5,1±0,1	5,1±0,1	4,7±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	181±3	179±2	185±2	187±2	176±3

**Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після
сидератів, 2019 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	109±1	108±1	110±1	111±1	106±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	4,7±0,1	4,6±0,2	5,0±0,1	5,0±0,1	4,5±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	179±3	177±2	183±2	185±2	174±3

**Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після
сидератів, 2020 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	112±1	111±1	113±1	114±1	109±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	5,0±0,1	4,9±0,2	5,2±0,1	5,1±0,1	4,8±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	182±3	180±2	186±2	188±2	177±3

**Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після
сидератів, 2022 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	108±1	107±1	109±1	110±1	105±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	4,6±0,1	4,5±0,2	4,8±0,1	5,0±0,1	4,4±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	178±3	176±2	182±2	184±2	173±3

**Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після
сидератів, 2018 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	112±1	110±2	114±1	115±1	107±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	6,1±0,1	6,1±0,1	6,2±0,1	6,2±0,1	6,0±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	268±3	264±4	275±2	277±2	250±3

**Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після
сидератів, 2019 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	112±1	110±2	114±1	115±1	107±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	6,1±0,1	6,1±0,1	6,2±0,1	6,2±0,1	6,0±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	268±3	264±4	275±2	277±2	250±3

**Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після
сидератів, 2020 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	114±1	112±2	116±1	117±1	109±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	6,3±0,1	6,3±0,1	6,4±0,1	6,4±0,1	6,2±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	270±3	266±4	277±2	279±2	252±3

**Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після
сидератів, 2021 р., М±m**

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	110±1	108±2	112±1	113±1	105±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м ²	6,0±0,1	6,0±0,1	6,0±0,1	6,0±0,1	6,0±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	266±3	262±4	273±2	275±2	248±3

Урожайність соняшнику у 2018 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	3,40	3,50	3,47	3,43	3,45
ячмінь ярий	3,40	3,42	3,41	3,41	3,41
горох	3,50	3,46	3,47	3,49	3,48
ріпак озимий	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
без сидератів	3,00	3,00	3,04	3,04	3,02

Урожайність соняшнику у 2019 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	3,42	3,52	3,49	3,45	3,47
ячмінь ярий	3,42	3,44	3,43	3,43	3,43
горох	3,52	3,48	3,49	3,51	3,50
ріпак озимий	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
без сидератів	3,02	3,02	3,06	3,06	3,04

Урожайність соняшнику у 2020 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	3,40	3,50	3,47	3,43	3,45
ячмінь ярий	3,40	3,42	3,41	3,41	3,41
горох	3,50	3,46	3,47	3,49	3,48
ріпак озимий	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
без сидератів	3,00	3,00	3,04	3,04	3,02

Урожайність соняшнику у 2021 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	3,38	3,48	3,45	3,41	3,43
ячмінь ярий	3,38	3,40	3,39	3,39	3,39
горох	3,48	3,44	3,45	3,47	3,46
ріпак озимий	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49
без сидератів	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Урожайність кукурудзи у 2018 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	10,0	9,6	9,7	9,9	9,8
ячмінь ярий	9,0	9,0	8,8	8,8	8,9
горох	10,2	10,0	10,2	10,0	10,1
ріпак озимий	10,4	10,0	10,3	10,1	10,2
без сидератів	7,1	7,0	7,2	7,1	7,1

Урожайність кукурудзи у 2019 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	10,0	9,2	9,7	9,5	9,6
ячмінь ярий	9,0	9,0	8,4	8,4	8,7
горох	10,2	10,0	10,2	10,0	10,1
ріпак озимий	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
без сидератів	7,0	7,0	7,0	7,1	7,0

Урожайність кукурудзи у 2020 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	10,0	9,6	9,7	9,9	9,8
ячмінь ярий	9,0	9,0	8,8	8,8	8,9
горох	10,2	10,0	10,2	10,0	10,1
ріпак озимий	10,4	10,0	10,3	10,1	10,2
без сидератів	7,1	7,0	7,2	7,1	7,1

Урожайність кукурудзи у 2021 р. по повтореннях та варіантах, т/га

Сидерат	1 повторення	2 повторення	3 повторення	4 повторення	Середнє
пшениця озима	10,3	9,6	9,7	9,9	9,9
ячмінь ярий	9,0	9,0	8,8	8,8	8,9
горох	10,2	10,0	10,5	10,3	10,3
ріпак озимий	10,4	10,0	10,3	10,1	10,4
без сидератів	7,1	7,0	7,5	7,6	7,3

Акти впровадження у виробництво ФГ «Зоря Василівки»

АКТ
впровадженнь у виробничий процес № 11
від 11.03.2022

1. Назва установи – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.

2. Назва завершеної НДР, що поставлена на впровадження – Використання сидератів для підвищення урожайності вирощуваних культур, поліпшення екологічної безпечності одержаної продукції та покращення родючості ґрунту.

3. Автори завершеної НДР – Ткачук Олександр Петрович – доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету – керівник, Овчарук Віталій Віталійович, аспірант Вінницького національного аграрного університету – відповідальний виконавець.

4. Впровадження здійснювались на базі ФГ «Зоря Василівки» смт. Тиврів Тиврівського району Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення впровадження:
від Вінницького національного аграрного університету – Овчарук В.В. – аспірант;

від господарства – голова – Ільченко І.І.

6. Умови проведення впровадженнь:
територія господарства розташована у Правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі опідзолені середньосуглинкові, клімат – помірно континентальний.

7. Площа впровадженнь – 60 га.

8. Культура, на якій проводилася впровадження – кукурудза.

9. Строк проведення впровадженнь – 2021 р.

10. Порівняння проводили з технологією вирощування кукурудзи без використання сидератів.

11. Результати впровадженнь:

За використання сидератів при вирощуванні кукурудзи урожайність її зерна підвищилась на 12,5%, вміст важких металів у зерні зменшився на 3 – 9%, вмісту гумусу у ґрунті зріс на 0,05%.

13. Рекомендації виробництву:

Аграрним господарствам при вирощуванні кукурудзи використовувати сидерати.

Автори НДР:



О.П. Ткачук

В.В. Овчарук

Голова




І.І. Ільченко

Акти впровадження у виробництво ФГ «Про-Харвест»

АКТ
впровадженнь у виробничий процес № 12
від 11.03.2022

1. Назва установи – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.

2. Назва завершеної НДР, що поставлена на впровадження – Використання сидератів для підвищення урожайності вирощуваних культур, поліпшення екологічної безпечності одержаної продукції та покращення родючості ґрунту.

3. Автори завершеної НДР – Ткачук Олександр Петрович – доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету – керівник, Овчарук Віталій Віталійович, аспірант Вінницького національного аграрного університету – відповідальний виконавець.

4. Впровадження здійснювались на базі ФГ «Про-Харвест» смт. Тиврів Тиврівського району Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення впровадження:

від Вінницького національного аграрного університету – Овчарук В.В. – аспірант;

від господарства – голова – Овчарук І.І.

6. Умови проведення впровадженнь:

територія господарства розташована у Правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі опідзолені середньосуглинкові, клімат – помірно континентальний.

7. Площа впровадженнь – 40 га.

8. Культура, на якій проводилася впровадження – кукурудза.

9. Строк проведення впровадженнь – 2021 р.

10. Порівняння проводили з технологією вирощування кукурудзи без використання сидератів.

11. Результати впровадженнь:

За використання сидератів при вирощуванні кукурудзи урожайність її зерна підвищилась на 12,5%, вміст важких металів у зерні зменшився на 3 – 9%, вмісту гумусу у ґрунті зріс на 0,05%.

13. Рекомендації виробництву:

Аграрним господарствам при вирощуванні кукурудзи використовувати сидерати.

Автори НДР:



О.П. Ткачук

В.В. Овчарук

Голова




І.І. Овчарук

Акт впровадження у навчальний процес



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
вул.Сонячна, 3, м.Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03
email: office@vsau.org, rector@vsau.org, код ЄДРПОУ 00497236

2 жовтня 2020р. № 01.1-60-1539
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень
дисертаційної роботи Овчарука Віталія Віталійовича
на тему: «Вплив сидератів та залишків рослинництва на
агроекологічний стан ґрунту та якість рослинництва Лістостепу
правобережного»

Повідомляємо, що наукові розробки Овчарука Віталія Віталійовича за вказаною темою дисертації мають практичну цінність, що зумовило їх впровадження у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва.

Положення дисертаційної роботи використовуються при викладанні окремих частин навчальної дисципліни «Екотрофологія».

Довідка видана Овчаруку В.В. для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту його дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 02.10.2020 р., протокол №3.

В.о. ректора



В.А. Мазур

Вик.: Ромигайло І.Ю.

№ 002074

Протоколи лабораторних досліджень сільськогосподарської продукції



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517198

07.10.2021 № 158-06/03.031/531 На № _____ від _____

Овчаруку В.В.

м. Вінниця

На Ваше звернення від 25 вересня 2021 надаємо результати лабораторних досліджень сільськогосподарської продукції:

Шифр зразка	Сидерат	Важкі метали, мг/кг			
		свинець	кадмій	мідь	цинк
1.1	Пшениця	1,15	0,065	2,03	1,97
1.2		1,17	0,069	2,05	1,96
1.3		1,18	0,067	2,04	2,01
1.4		1,14	0,066	2,00	2,01
2.1	Ячмінь	1,05	0,070	2,65	2,02
2.2		1,02	0,073	2,69	2,05
2.3		1,09	0,071	2,64	2,03
2.4		1,08	0,075	2,67	2,06
3.1	Горох	1,02	0,073	2,01	2,02
3.2		1,05	0,068	2,05	2,00
3.3		1,08	0,070	2,06	1,97
3.4		1,06	0,069	2,00	1,99
4.1	Ріпак	1,04	0,087	2,33	6,16
4.2		1,07	0,082	2,31	6,14
4.3		1,04	0,084	2,36	6,13
4.4		1,06	0,085	2,29	6,13

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії

Зав. лабораторії



Р.П. Паламарчук

С.П. Ковальова

Протоколи лабораторних досліджень зерна кукурудзи



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517198

16.11.2021 № 158-06/03.03/618 На № _____ від _____

Аспіранту Вінницького Національного
 аграрного університету
 Овчаруку Віталію
 м. Вінниця

На Ваше звернення від 29 жовтня 2021 року надаємо результати лабораторних досліджень зерна кукурудзи:

Шифр зразка	Назва зразка	Важкі метали, мг/кг															
		свинець				кадмій				мідь				цинк			
Повторності		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Д1	Кукурудза	1,37	1,33	1,35	1,38	0,068	0,063	0,067	0,069	2,03	1,99	2,01	2,05	1,99	1,97	1,99	1,98
Д2		1,04	1,02	1,03	1,05	0,072	0,069	0,073	0,074	2,67	2,63	2,65	2,68	2,05	2,02	2,04	2,06
Д3		1,06	1,03	1,04	1,07	0,070	0,068	0,071	0,072	2,25	2,21	2,23	2,27	5,57	5,55	5,56	5,58
Д4		1,07	1,04	1,06	1,08	0,085	0,082	0,084	0,086	2,31	2,28	2,30	2,33	6,14	6,12	6,13	6,15

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії

Р.П. Паламарчук

Зав. лабораторії

С.Н. Ковальова
С.Н. Ковальова



Протоколи лабораторних досліджень насіння соняшнику



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517198

27.09.2021 № 158-06/03.03/502 На № _____ від _____

Овчаруку В.В.

м. Вінниця

На Ваше звернення від 10 вересня 21 надасмо результати лабораторних досліджень насіння соняшника, врожаю 2021 року:

Шифр зразка	Назва зразка	Повторюваність	Вміст важких металів, мг/кг				Якісні показники		
			свинець	кадмій	мідь	цинк	вологість, %	кислотне число олії, мг КОН/г	масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %
1с	Сидерат без удобрення	1	2,83	0,274	15,75	39,97	5,41	1,35	49,0
2с		2	2,79	0,272	15,81	39,99	5,42	1,32	49,4
3с		3	2,84	0,271	15,70	40,01	5,41	1,34	49,1
4с		4	2,81	0,275	15,86	40,04	5,43	1,30	49,2
1	Без сидерату та без удобрення	1	2,88	0,378	16,10	41,09	5,83	0,86	48,7
2		2	2,84	0,376	16,08	41,07	5,85	0,87	48,9
3		3	2,87	0,376	16,13	41,04	5,82	0,86	48,1
4		4	2,90	0,379	16,09	41,13	5,85	0,84	48,4
1су	Сидерат з удобренням	1	2,45	0,350	14,35	41,55	4,90	1,58	48,0
2су		2	2,44	0,359	14,27	41,59	4,92	1,55	48,1
3су		3	2,47	0,355	14,28	41,58	4,94	1,56	48,5
4су		4	2,44	0,349	14,33	41,53	4,95	1,59	48,6
1у	Без сидерату з удобренням	1	2,80	0,415	14,60	47,85	5,00	1,45	45,5
2у		2	2,82	0,412	14,64	47,85	5,01	1,47	46,2
3у		3	2,79	0,419	14,64	47,89	5,03	1,46	46,3
4у		4	2,79	0,410	14,59	47,76	5,00	1,42	46,6

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії
 Зав. лабораторії

Р.П. Паламарчук
 С.П. Ковальова



Протоколи лабораторних досліджень ґрунту



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517198

17.05.2021 № 158-06/03.03/258

На № _____ від _____

Овчаруку В.В.

м. Вінниця

На Ваше звернення від 05 травня 2021 року надаємо результати лабораторних досліджень ґрунту:

№ з/п	Показник	Шифр зразка							
		Сидерат				Без сидерату			
		1с	2с	3с	4с	1	2	3	4
1	Вміст рухомих сполук важких металів, мг/кг:								
2	свинець	1,35	1,40	1,38	1,28	1,02	1,07	1,05	1,08
3	кадмій	0,211	0,207	0,210	0,204	0,181	0,190	0,181	0,175
4	мідь	0,540	0,525	0,510	0,505	0,417	0,420	0,414	0,416
5	цинк	1,82	1,73	1,88	1,82	1,15	1,08	1,11	1,19
6	Агрохімічні показники:								
7	рухомий фосфор, мг/кг	520	510	515	517	608	628	631	620
8	обмінний калій, мг/кг	215	218	220	230	156	154	157	158
9	лужногідролізований азот, мг/кг	125	120	127	120	117	118	119	117
10	обмінна кислотність, од. рН	5,75	5,85	5,65	5,55	6,1	6,2	6,0	5,9
11	гідролітична кислотність, ммоль/100 г	1,6	1,65	1,7	1,72	1,58	1,6	1,65	1,55
12	сума ввібраних основ, мг-екв./100г	16,2	16,4	16,8	16,4	17,1	17,2	17,9	17,8
13	гумус, %	2,42	2,41	2,44	2,44	2,3	2,31	2,28	2,29

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії

Р.П. Паламарчук

Зав. лабораторії

С.П. Ковальова



Патент на корисну модель

