

БАЛАНС ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ГРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Ткачук О.П., Врадій О.І.

Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна, 3, 21008, м. Вінниця
tkachukop@ukr.net

Проаналізовано за даними Державної служби статистики за 2021 рік рівні середньої урожайності найпоширеніших зернобобових культур в Україні: сої культурної, гороху посівного, нуту звичайного, сочевиці звичайної, квасолі зернової та бобів кормових. Визначено обсяг утворення ними побічної продукції залежно від частки урожаю насіння. Приведено вміст основних неорганічних елементів у побічній продукції зернобобових культур. Розраховано обсяги надходження мінеральних речовин до ґрунту із заорюванням рослинних решток зернобобових культур. Представлено обсяги симбіотичної азотфіксації зернобобових рослин. Подані дані щодо використання поживних речовин зернобобовими культурами для формування урожаю їх насіння. Обчислено загальне використання поживних речовин досліджуваними рослинами на запланований урожай. Розраховано баланс поживних речовин між їх використанням зернобобовими культурами для росту і розвитку та повернутими неорганічними елементами до ґрунту з побічною продукцією та симбіотичною азотфіксацією. На основі цього рекомендовані ті види зернобобових культур, які здійснюють найбільш позитивний вплив на агроекологічний стан ґрунту.

Залучення до сівозміни зернобобових культур, зокрема нуту, сочевиці, гороху та квасолі за умови повного повернення до ґрунту їх побічної продукції та з урахуванням симбіотичної азотфіксації дозволить збільшити запас мінерального азоту на 5–25 % без додаткового внесення мінеральних добрив, що істотно поліпшить агроекологічний стан ґрунту за рахунок підвищення його родючості та обмежить використання синтетичних мінеральних добрив. Баланс фосфору та калію у ґрунті за вирощування усіх видів зернобобових культур є негативним. Найбільш сприятливий баланс фосфору у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур спостерігається після нуту, сочевиці та квасолі, а калію – після сочевиці. *Ключові слова:* зернобобові культури, ґрунт, поживні речовини, баланс.

Balance of nutrients in the soil in the growing of legumins. Tkachuk O., Vradiy O.

According to the State Statistics Service for 2021, the levels of average yield of the most common legumes in Ukraine were analyzed: soybeans, peas, chickpeas, lentils, lentils, beans and fodder beans. The volume of by-products formation depending on the share of seed yield was determined. The content of basic inorganic elements in by-products of legumes is given. The volumes of mineral inflow to the soil with plowing of plant residues of legumes are calculated. Volumes of symbiotic nitrogen fixation of legumes are presented. Data on the use of nutrients by legumes for crop formation of their seeds are presented. The total use of nutrients by the studied plants for the planned harvest is calculated. The balance of nutrients between their use of legumes for growth and development and returned inorganic elements to the soil with by-products and symbiotic nitrogen fixation is calculated. Based on this, those types of legumes are recommended that have the most positive impact on the agro-ecological condition of the soil.

The research was carried out by calculation based on the assessment of yield levels of the main legumes: soybeans, peas, chickpeas, lentils, beans and beans according to the State Statistics Service of Ukraine. Reference data were used to determine the ratio of seed yield to by-products, the content of mineral elements in by-products, the amount of nutrients removed by legumes from the soil and their return with by-products, as well as the value of symbiotic nitrogen fixation.

Involvement of legumes, including chickpeas, lentils, peas and beans in crop rotation, provided that their by-products are fully returned to the soil and taking into account symbiotic nitrogen fixation, will increase mineral nitrogen reserves by 5–25 % without additional fertilizers, which will, significantly improve agroecological conditions, by increasing its fertility and limit the use of synthetic fertilizers. The balance of phosphorus and potassium in the soil for growing all types of legumes is negative. The most favorable balance of phosphorus in the soil in the cultivation of legumes is observed after chickpeas, lentils and beans, and potassium – after lentils. *Key words:* legumes, soil, nutrientsbalance.

Постановка проблеми. Зернобобові культури належать до групи цінних в агроекологічному плані рослин сучасної інтенсивної сівозміни, оскільки здатні підвищувати родючість ґрунтів як за рахунок симбіотичної азотфіксації бульбичковими бактеріями на коренях рослин, так і завдяки оптимальному співвідношенню у їх вегетативній масі вуглецю та азоту, на відміну від зернових злакових культур. Проте на сьогоднішні посівні площі цих культур різко скоротилися, що позначається родючості ґрунтів [1; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тривалий час у структурі посівних площ польової

сівозміни серед зернобобових культур переважав горох, що займав площі до 10 % польового клину. За часів занепаду сільськогосподарського виробництва в Україні в 90-х роках 20-го століття посівні площі гороху різко скоротилися. Із запровадженням заходів інтенсивного землеробства на початку 21 століття була переглянута структура посівних площ у напрямі збільшення посівів економічно привабливих культур, таких як кукурудза, соняшник, пшениця, ріпак та соя. Більшість цих культур вимагають високих норм добрив та виснажують ґрунт. Саме зростання посівних площ сої, як зернобобової

культури, у структурі інтенсивної сівозміни, сприяло частковому збереженню агроекологічного стану ґрунтів [3–5].

На сьогодні соя залишаються найпоширенішою зернобобовою культурою у структурі посівних площ, як технічна і фуражна рослина. Проте певне посівне значення мають інші зернобобові культури: горох, нут, сочевиця – як харчові культури, квасоля – як овочева та боби – як кормова культура. Саме в умовах глобальної зміни клімату роль нетрадиційних та малопоширених зернобобових культур різко зростає, адже нут та сочевиця належать до жаростійких культур, боби – до вологолюбивих, горох – до помірних, а квасоля та соя – до посухостійких культур. Тому залежно від фактичних ґрунтово-кліматичних умов можна підібрати оптимальний вид зернобобових культур, який зможе забезпечити найвищу урожайність [6; 7].

Мета роботи. Важливою передумовою еколого-збалансованого землеробства при вирощуванні сільськогосподарських культур є розрахунок балансу поживних речовин у ґрунті, враховуючи винос їх з урожаєм зернобобових культур та кількість поживних речовин, що повертаються у ґрунт при заорюванні рослинних решток, а також з урахуванням накопичення симбіотичного азоту бульбочковими бактеріями на коренях рослин.

Методологія. Дослідження проводилися розрахунковим способом на основі оцінки рівнів урожайності основних зернобобових культур: сої, гороху, нуту, сочевиці, квасолі та бобів за даними Державної служби статистики в Україні [8]. Використовували довідкові дані для визначення співвідношення урожаю насіння з побічною продукцією, вмісту у побічній продукції мінеральних елементів, обсягу виношення поживних речовин зернобобовими культурами з ґрунту та їх повернення з побічною продукцією, а також величини симбіотичної азотфіксації [9–12].

Виклад основного матеріалу. Дані Державної служби статистики в Україні засвідчують урожайність зернобобових культур у 2021 році в межах 1,39–2,32 т/га. Найвищою зафіксована урожайність насіння бобів кормових – 2,32 т/га. Урожайність сої була на 1,3 % нижча, гороху – на 1,7 %, квасолі – на 31,5 %, нуту і сочевиці – на 40 % нижча (табл. 1).

Аналіз урожайності зернобобових культур в Україні показує, що їх можна умовно поділити на дві групи: умовно високоврожайні – боби кормові, соя, горох та умовно низькоурожайні – квасоля, нут та сочевиця, що мають середню урожайність на 30–40 % нижчу, ніж зернобобові культури першої групи.

Сучасне інтенсивне землеробство передбачає використання для господарських потреб лише основну частину урожаю: зерно, насіння, плоди та ін. У зернобобових культур продуктивною частиною урожаю є насіння. В той же час побічна продукція рослин використовується для повернення у ґрунт

та часткової компенсації затрачених з нього поживних речовин.

Таблиця 1

Середня урожайність насіння зернобобових культур в Україні та обсяг утворення побічної продукції

№	Вирощувана культура	Урожайність насіння, т/га	Співвідношення насіння до побічної продукції рослин	Середній обсяг утворення побічної продукції, т/га
1	Соя культурна	2,29	1 : 1,4	3,2
2	Горох посівний	2,28	1 : 1,4	3,2
3	Нут звичайний	1,40	1 : 1,3	1,8
4	Сочевиця звичайна	1,39	1 : 1,2	1,7
5	Квасоля зернова	1,59	1 : 1,4	2,2
6	Боби кормові	2,32	1 : 1,5	3,5

Обліковують побічну продукцію рослин за відповідними коефіцієнтами та за співвідношенням основної продукції (насіння, зерно) до побічної продукції (соломи, стебел, бадилля, листя, стерні і т. д.). У зернобобових культур побічною продукцією виступають стебла та листя. На відміну від зернових культур у зернобобових частка побічної продукції є істотно більшою, ніж частка насіння та переважає основну продукцію в 1,2–1,5 рази залежно від виду рослин.

Найбільше побічної продукції відносно урожаю насіння формується у бобів кінських – в 1,5 рази більше, у сої, гороху та квасолі – в 1,4 рази більше, у нуту – в 1,3 рази, а у сочевиці – в 1,2 рази більше, ніж маса насіння.

З урахуванням середньої урожайності насіння зернобобових культур найбільше до ґрунту може повернутися побічної продукції бобів – 3,5 т/га. При вирощуванні сої та гороху до ґрунту може надійти побічної продукції на 8,6 % менше, ніж від бобів – 3,2 т/га, після квасолі – на 37,1 % менше – 2,2 т/га, а найменше – після нуту і сочевиці – 1,7–1,8 т/га, що у 2 рази менше, ніж надійде до ґрунту рослинної маси бобів.

Незважаючи на значну частку побічної продукції у зернобобових культур, порівняно з насінням, до ґрунту з площі 1 га надійде відносно не багато органічної рослинної маси, оскільки ці культури формують невисоку урожайність насіння. За кількістю повернутої рослинної маси зернобобові культури прирівнюються до ячменю ярого, але поступаються іншим культурам сучасної інтенсивної сівозміни, таким як озима пшениця, озимий ріпак, соняшник та кукурудза.

Вміст основних елементів живлення рослин у побічній продукції зернобобових культур становив: азоту – 10,0–12,0 кг/т, фосфору – 3,4–3,6 кг/т, калію – 4,6–5,0 кг/т. Найвищий вміст азоту мала побічна продукція сої – 12,0 кг/т, сочевиці – на 10 % менша, нуту, квасолі і бобів – на 11,7 % менша і гороху – на 16,7 % менша, ніж сої. Найвищий вміст фосфору мала побічна продукція сої та бобів – по 3,6 кг/т. У гороху, нуту та квасолі фосфору у побічній продукції містилося на 2,8 % менше, а у сочевиці – на 5,6 % менше, ніж у сої та бобів. Найбільший вміст калію у побічній продукції встановлений у сої – 5,0 кг/т. У нуту, квасолі та бобів його вміст був на 6,0 % менший, а у гороху та сочевиці – на 8,0 % менший. Таким чином, серед усіх зернобобових культур найвищий вміст азоту і калію у побічній продукції виявлений у сої, фосфору – у сої та бобів. Найменший вміст азоту спостерігався у побічній продукції гороху, фосфору – сочевиці, калію – гороху та сочевиці (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст основних елементів живлення у побічній продукції зернобобових культур, кг/т

Культура	Елементи живлення		
	N	P	K
Соя культурна	12,0	3,6	5,0
Горох посівний	10,0	3,5	4,6
Нут звичайний	10,6	3,5	4,7
Сочевиця звичайна	10,8	3,4	4,6
Квасоля зернова	10,6	3,5	4,7
Боби кормові	10,6	3,6	4,7

З урахуванням утвореної та загорнутої в ґрунт побічної продукції зернобобових рослин, до нього надійде 19,1–38,4 кг/га мінерального азоту. Найбільше мінерального азоту у ґрунт надійде з побічною продукцією сої – 38,4 кг/га. З побічною продукцією бобів азоту надійде на 3,4 % менше, з продукцією гороху – на 16,7 %, квасолі – на 39,3 %, нуту – на 50,3 % та з продукцією сочевиці – на 52,1 % менше, ніж з побічною продукцією сої. Мінерального фосфору до ґрунту з побічною продукцією зернобобових культур надійде 5,8–12,6 кг/га. Найбільше накопичує фосфору побічна продукція бобів, сої – на 8,7 % менше, гороху – на 11,1 %, квасолі – на 38,9 %, нуту – на 50 % і сочевиці – на 54 % менше, ніж надійде до ґрунту фосфору із побічною продукцією бобів. Калію з побічною продукцією зернобобових культур надійде до ґрунту 7,8–16,5 кг/га. Найбільше калію накопичує побічна продукція бобів – 16,5 кг/га, сої – на 3 % менше, гороху – на 10,9 %, квасолі – на 37,6 %, нуту – на 48,5 % і сочевиці – на 52,7 % менше, ніж його надійде до ґрунту з побічною продукцією бобів. Таким чином, найбільше азоту з побічною продукцією надійде від сої – 38,4 кг/га, фосфору і калію –

з бобів – відповідно 12,6 та 16,5 кг/га. Найменше азоту, фосфору та калію надійде до ґрунту з побічною продукцією сочевиці (табл. 3).

Унікальною властивістю зернобобових культур є здатність акумулювати мінеральний азот у ґрунті з атмосфери завдяки симбіотичній азотфіксації бульбчкових бактерій на коренях бобових та зернобобових культур. Симбіотично фіксований азот використовується рослинами для свого росту і розвитку, а також залишається у ґрунті для наступних культур у сівозміні. Найбільше утворює симбіотично фіксованого азоту соя – 120 кг/га, боби – на 8,3 % менше, горох – на 16,7 %, сочевиця – на 29,2 %, нут – на 33,3 %, квасоля – на 41,7 % менше, ніж соя.

Загальне накопичення азоту у ґрунті від побічної продукції та симбіотичної азотфіксації зернобобових культур становить 93,3–158,4 кг/га. Найбільше накопичується у ґрунті азоту після вирощування сої – 158,4 кг/га, після бобів – на 7,1 % менше, після гороху – на 16,7 %, після сочевиці – на 34,7 %, після нуту – на 37,4 % і після квасолі – на 41,1 % менше, ніж після сої.

Таблиця 3

Обсяги накопичення у ґрунті основних елементів живлення при заорюванні побічної продукції зернобобових культур та їх симбіотична азотфіксація, кг/га

Культура	Елементи живлення			Симбіотична азотфіксація	Загальне накопичення азоту у ґрунті з побічною продукцією та симбіотичною фіксацією
	N	P	K		
Соя культурна	38,4	11,5	16,0	120	158,4
Горох посівний	32,0	11,2	14,7	100	132,0
Нут звичайний	19,1	6,3	8,5	80	99,1
Сочевиця звичайна	18,4	5,8	7,8	85	103,4
Квасоля зернова	23,3	7,7	10,3	70	93,3
Боби кормові	37,1	12,6	16,5	110	147,1

На утворення 1 т насіння зернобобові культури використовують з ґрунту 53–100 кг мінерального азоту. Найменше азоту використовує нут – 53 кг/т, квасоля і горох – на 3,6 % більше, сочевиця – на 8,6 %, боби – на 18,5 % та соя – на 47 % більше, ніж нут. Обсяги використання мінерального фосфору на формування 1 т урожаю насіння становлять 16–31 кг. Найменше фосфору використовує горох – 16 кг, нут, квасоля та боби – на 11,1 % більше, сочевиця – на 20 % і соя – на 48,4 % більше, ніж використовує нут. Споживання калію зернобобовими культурами ста-

новить 25–75 кг/т. Найменше використовує калію на формування 1 т насіння горох – 25 кг, боби – на 7,4 % більше, сочевиця – на 10,7 %, соя – на 30,6 % та нут – на 66,7 % більше, ніж горох (табл. 4).

Таблиця 4

Використання поживних речовин з ґрунту на формування урожаю зернобобових культур, кг/т

Культура	Елементи живлення		
	N	P	K
Соя культурна	100	31	36
Горох посівний	55	16	25
Нут звичайний	53	18	75
Сочевиця звичайна	58	20	28
Квасоля зернова	55	18	45
Боби кормові	65	18	27

Із сформованим урожаєм насіння зернобобових культур, вилучення із ґрунту поживних речовин є значно вищим і становить 74–229 кг/га. Зокрема із урожаєм насіння сої 2,29 т/га з ґрунту буде використано найбільше азоту серед усіх зернобобових культур – 229 кг/га, з урожаєм бобів азоту буде вилучено на 34,1 % менше, гороху – на 45,4 %, квасолі – на 61,6 %, сочевиці – на 64,6 % та нуту – на 67,7 % менше, ніж з урожаєм сої. Зокрема нут із середньою урожайністю 1,4 т/га найменше використовує азоту з ґрунту серед усіх зернобобових культур – лише 74 кг/га (табл. 5).

Таблиця 5

Внесення поживних речовин з ґрунту урожаєм зернобобових культур при їх середній урожайності, кг/га

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

Фосфору з урожаєм зернобобових культур буде вилучено з ґрунту 28–71 кг/га. Найбільше виносить цього елемента з ґрунту соя – 71 кг/га, боби – на 40,8 % менше, горох – на 47,9 %, квасоля – на 59,2 %, сочевиця – на 60,6 % і нут – на 64,8 % менше, ніж з урожаєм сої.

Обсяги витрат калію з ґрунту при вирощуванні зернобобових культур становлять 39–105 кг/га. Найбільше виносить калію на формування урожаю нут – 105 кг/га, соя – на 21,9 % менше, квасоля – на 31,4 %, боби – на 40 %, горох – на 45,7 %, сочевиця – на 62,9 % менше, ніж виносить з урожаєм нут. Загалом найбільше азоту і фосфору з ґрунту виносить з урожаєм соя, калію – нут.

Найменший виніс з урожаєм азоту і фосфору має нут, а калію – сочевиця.

При порівнянні обсягів винесення поживних речовин з ґрунту урожаєм досліджуваних зернобобових культур з тією кількістю поживних речовин, які повернуться до ґрунту з післяжнивними рештками при їх повному заорюванні та з урахуванням надходження азоту від симбіотичної фіксації, виявлено, що позитивний баланс азоту у ґрунті після вирощування зернобобових культур спостерігається після нуту – плюс 25 кг/га, сочевиці – плюс 22 кг/га, гороху – плюс 7 кг/га та квасолі – плюс 5 кг/га. Від’ємний баланс азоту у ґрунті спостерігається після вирощування сої – мінус 71 кг/га та бобів – мінус 4 кг/га (табл. 6).

Таблиця 6

Баланс основних елементів живлення у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур

Культура	Елементи живлення		
	N	P	K
Соя культурна	–71	–59	–66
Горох посівний	+7	–26	–42
Нут звичайний	+25	–19	–96
Сочевиця звичайна	+22	–22	–31
Квасоля зернова	+5	–21	–62
Боби кормові	–4	–29	–46

Баланс фосфору у ґрунті після вирощування зернобобових культур негативний і складає мінус 19 – мінус 59 кг/га. Найбільше виносить фосфору з ґрунту після вирощування сої – мінус 59 кг/га, після бобів – на 50,8 % менше, після гороху – на 55,9 %, після сочевиці – на 62,7 %, після квасолі – на 64,4 %, а найменше – після вирощування нуту – мінус 19 кг/га, що на 67,8 % менше, ніж після вирощування сої.

Баланс у ґрунті калію після вирощування зернобобових культур також негативний і становить мінус 31 – мінус 96 кг/га. Найбільш негативний баланс калію у ґрунті після вирощування нуту – мінус 96 кг/га, після сої – на 31,3 % менш негативний, після квасолі – на 35,4 %, після бобів – на 52,1 %, після гороху – на 56,3 %, а найменш негативний – після вирощування сочевиці – мінус 31 кг/га, що на 67,7 % кращий, ніж після нуту.

Таким чином встановлено, що вирощування зернобобових культур без додаткового внесення добрив, але з повним поверненням до ґрунту побічної продукції та з урахуванням симбіотичної азотфіксації, баланс азоту буде позитивним після вирощування нуту, сочевиці, гороху та квасолі. Баланс фосфору і калію у ґрунті після усіх досліджуваних зернобобових культур буде негативним.

При проведенні залежностей між досліджуваними величинами встановлено, що соя відзначається найбільшим вмістом у побічній продукції азоту, фос-

фору та калію, найвищою симбіотичною азотфіксацією, що дозволяє накопичити у ґрунті найбільше азоту. В той же час соя серед усіх зернобобових культур найбільше споживає з ґрунту азоту і фосфору на формування 1 т її насіння, що призводить до найбільшого їх винесення з ґрунту на сформований урожай та забезпечує найбільш негативний баланс азоту і фосфору у ґрунті після її вирощування.

У побічній продукції гороху міститься найменше азоту і калію серед усіх зернобобових культур. В той же час горох найменше використовує з ґрунту на формування 1 т насіння фосфору і калію та забезпечує позитивний баланс азоту у ґрунті після нього.

Нут використовує на формування 1 т урожаю насіння найменше азоту, але найбільше – калію серед усіх зернобобових культур, найменше виносить з сформованим урожаєм азоту і фосфору, але найбільше – калію, що забезпечує після вирощування нуту найбільш позитивний баланс азоту у ґрунті, найбільш негативний – калію та найменший негативний баланс фосфору серед усіх зернобобових культур.

Сочевиця формує серед усіх зернобобових культур найменший урожай насіння, а також вихід побічної продукції, найменше споживає фосфору і калію на формування 1 т урожаю, але найбільше – азоту, найменше виносить з урожаєм калію та забезпечує позитивний баланс азоту в ґрунті і найменш негативний баланс калію серед усіх зернобобових культур.

Квасоля серед усіх зернобобових культур відзначається найнижчою симбіотичною азотфіксацією, проте забезпечує позитивний баланс азоту у ґрунті через низький обсяг його винесення з урожаєм.

Боби відзначаються найвищою урожайністю насіння та найбільшим виходом побічної продукції серед усіх зернобобових культур, містять найбільше фосфору у побічній продукції, найбільше накопичують у ґрунті фосфору і калію при заорюванні його рослинних решток.

Отже, при заорюванні побічної продукції зернобобових культур у ґрунт та з урахуванням симбіотичної азотфіксації, 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 фіксованим азотом, відносно використаного для свого росту і розвитку посівами сої становить 69 %, гороху – 106 %, нуту – 134 %, сочевиці – 128 %, квасолі – 106 %, бобів кормових – 97 %. Частка повернутого фосфору з побічною продукцією 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 %.

Головні висновки. Залучення до сівозміни зернобобових культур, зокрема нуту, сочевиці, гороху та квасолі за умови повного повернення до ґрунту їх побічної продукції та з урахуванням симбіотичної азотфіксації дозволить збільшити запас мінерального азоту на 5–25 % без додаткового внесення мінеральних добрив, що істотно поліпшить агро-екологічний стан ґрунту за рахунок підвищення його родючості та обмежить використання синтетичних мінеральних добрив.

Література

1. Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: <https://khoda.gov.ua/alternativn%D1%96-zahodi-v%D1%96dtvorennja-rodjuchost%D1%96-grunt%D1%96v--v-suchasni-umovah-gospodarjuvannja> (дата звернення: 2.01.2022).
2. Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть соломку! *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 поживних 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: 11.08.2021).
9. Камінський І. В. Ефективність використання зернобобових культур у польових сівозмінах як попередника. *Економіка АПК*, 2013. № 10. С. 24–27.
10. Viktor Mazur, Ihor Didur, Oleksandr Tkachuk, Hanna Pansyryeva, 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 сівозміні. *Сільське господарство та лісівництво*, 2020. № 18. С. 161–171.