

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет

Льотка Г.І., Ткачук О.П.

**БОБОВІ БАГАТОРІЧНІ ТРАВИ
У КОРМОВИРОБНИЦТВІ ТА АГРОЕКОЛОГІЇ**

Монографія

Вінниця – 2021

УДК:636.2:636.083

Льотка Г.І., Ткачук О.П. Бобові багаторічні трави у кормовиробництві та агроекології: Монографія.

Видавництво ТОВ «Друк» 2021. 256 с.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Льотка Г.І. – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи, ВНАУ;

Ткачук О.П. – доктор с.-г. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, ВНАУ;

Рецензенти:

Кулик М.Ф., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу виробництва і використання кормів Інституту кормів і сільського господарства Поділля НААН, член-кореспондент НААН України;

Мудрак О. В., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, природничих та математичних наук КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», академік Академії наук вищої школи України;

Вдовенко С.О., доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету.

У монографії викладено теоретичний та експериментальний матеріал, який відображає комплексні теоретичні та експериментальні дослідження з вивчення екологічних проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтів сільськогосподарських угідь в зоні інтенсивного землеробства за високого рівня хімізації в рослинництві та вивчення доцільності введення в сівозміну бобових багаторічних трав, за вирощування яких спостерігається мінімальний екологічний ризик для ґрунтів.

Дана монографія може бути корисною для науковців, аспірантів і здобувачів, практичних фахівців, власників сільськогосподарських підприємств, технологів виробництва продукції рослинництва.

ISBN 978-617-7730-49-2

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного аграрного університету (протокол № 5 від 25 листопада 2021 р.)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. КОРМОВЕ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ	6
1.1. Кормове значення бобових багаторічних трав та їх застосування в тваринництві	6
1.2. Екологічна роль вирощування бобових багаторічних трав при відновленні та збереженні ґрунтів	19
1.3. Екологічні особливості добору бобових багаторічних трав різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування	32
1.4. Еколого-біологічні особливості розвитку кореневих систем бобових багаторічних трав	38
РОЗДІЛ 2. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ	41
2.1. Умови росту і розвитку бобових багаторічних трав	41
2.2. Урожайність вегетативної маси бобових багаторічних трав	73
2.3. Кормова цінність бобових багаторічних трав	91
2.4. Формування підземної маси бобових багаторічних трав як фактор зміни концентрації важких металів в ґрунті	99
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ НА АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ	121
3.1. Вплив кореневих систем бобових багаторічних трав на стан ґрунту	121
3.2. Агроекологічний стан ґрунтів за вирощування бобових багаторічних трав	150
3.3. Зміна агрофізичних властивостей ґрунтів за вирощування бобових багаторічних трав	160
3.4. Кореляційно-регресійний аналіз впливу бобових багаторічних трав на стан ґрунту	184
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ	198
4.1. Екологічна і енергетична оцінка вирощування бобових багаторічних трав	198
ВИСНОВКИ	206
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	210

ВСТУП

Лісостеп є найбільшою та найпотужнішою в Україні сільськогосподарською зоною, яка сприятлива для вирощування цілої низки культур, зокрема: пшениці, ячменю, жита, вівса, кукурудзи, проса, гречки, сої, гороху, соняшнику, ріпаку, гірчиці, цукрових буряків, багаторічних трав та овочевих. Однак, сучасна сівозміна у більшості господарств нараховує від трьох до п'яти культур.

Практика свідчить, що за таких умов виникає потреба у високому підживленні їх мінеральними речовинами та надійному захисті від шкочинних організмів. Це призводить до погіршення агроєкологічного стану ґрунту: накопичення у ньому важких металів, нітратів, кислот, солей та радіонуклідів, зниження вмісту гумусу, підкислення ґрунтового розчину, розвитку ерозійних процесів. Загалом спостерігається погіршення агроєкологічної стійкості ґрунтів, їх деградація та зниження родючості, що в кінцевому результаті призводить до зниження екологічної безпеки вирощеної на таких ґрунтах продукції рослинництва та ставить під пряму загрозу здоров'я і життя населення.

Актуальність теми. В останні десятиріччя в Україні суттєво зменшився набір культур у сівозмінах та зведено до мінімуму виробництво і використання органічних добрив, що негативно позначилось на стані ґрунту, урожайності культур. Компенсуються втрачені чинники продуктивності агроєкосистем за рахунок всезростаючих максимальних норм мінеральних добрив, які уже сягають по 200 кг/га мінерального азоту, фосфору і калію. Такі високі норми мінеральних добрив зумовлюють накопичення токсичних речовин, зокрема важких металів у ґрунті з подальшою їх міграцією у рослинницьку продукцію. Зокрема із засобами хімізації у ґрунт надходить до 20 г/га важких металів, найбільше свинцю, міді, цинку і кадмію.

При існуючому режимі експлуатації ґрунти втрачають властивість до самовідновлення, що призводить до їх деградації, зокрема до токсикації

грунту, значного зниження родючості, зменшення площ ґрунтів, придатних для обробітку, погіршення їх властивостей і, в кінцевому результаті, до зменшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції та погіршення її якості і безпеки. Тому одним із важливих завдань сьогодення в умовах хімізації землеробства є призупинення інтенсивності виснаження ґрунтів, підвищення рівня їх екологічної стійкості, родючості та відновлення.

Виходячи з цього виникає потреба в оптимізації ведення галузі рослинництва в умовах інтенсифікації землеробства в контексті збереження та підвищення екологічної чистоти ґрунтів і виробленої продукції рослинництва. Фактором стабілізації та підвищення показників якості ґрунту та покращення екологічної безпечності продукції рослинництва можуть бути бобові багаторічні трави. Це вимагає агроекологічного обґрунтування застосування бобових багаторічних трав для відновлення стану агроєкосистем, що обумовлює *актуальність теми*.

РОЗДІЛ 1

КОРМОВЕ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ

1.1. Кормове значення бобових багаторічних трав та їх застосування в тваринництві

Провідне місце в інтенсивному веденні тваринництва займає виробництво збалансованих за протеїном і амінокислотним складом кормів із багаторічних бобових трав та їх сумішей зі злаками. Збільшення виробництва тваринницької продукції, одне із найважливіших завдань сільського господарства України. Провідне місце в інтенсивному веденні тваринництва займає виробництво збалансованих за протеїном і амінокислотним складом кормів. Протягом останніх десятиріч актуальною проблемою залишається виробництво високобілкових, збалансованих за амінокислотним складом кормів. Корми, що нині виробляються, характеризуються низькою забезпеченістю кормової одиниці перетравним протеїном – 80 – 85 г.

Світовий досвід організації кормовиробництва, при інтенсивному веденні тваринництва, свідчить, що надійним шляхом збільшення виробництва високобілкових кормів є удосконалення структури посівних площ зернофуражних, зернобобових і кормових культур та організація культурних пасовищ.

Зі всіх культур, високою потенційною продуктивністю і високим вмістом протеїну відзначаються бобові багаторічні трави, в яких вміст перетравного протеїну може сягати 200 г в одній кормовій одиниці.

Крім того, бобові трави в симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні фіксувати 100 – 300 кг/га азоту з повітря, що дає змогу суттєво зменшити внесення дорогих і шкідливих азотних мінеральних добрив.

Багаторічність бобових трав сприяє суттєвому здешевленню отриманих кормів, а відтак – і тваринницької продукції, адже основна частка затрат при їх вирощуванні припадає на перший рік, коли проводять основний обробіток ґрунту і сівбу трав. У наступні роки затрати суттєво зменшуються, що робить

багаторічні бобові трави найбільш конкурентоздатними серед інших кормів з найбільшим коефіцієнтом енергетичної ефективності.

Широке запровадження різноманітних багаторічних бобових трав: люцерни синьої, жовтої та гібридної, конюшини лучної, білої та рожевої, еспарцету піщаного, посівного та закавказького, буркуну білого і жовтого, лядвенцю рогатого і козлятнику східного суттєво підвищує період надходження зелених кормів та дає змогу більш рівномірно розподілити їх протягом пасовищного періоду та закрити прогалини в надходженні зелених кормів.

Універсальність бобових трав також полягає у їх придатності для виготовлення різноманітних кормів: згодовування у свіжому вигляді, виробництва високоякісних сіна, сінажу, трав'яного борошна і гранул, силосу. Всі види кормів із бобових трав худоба добре поїдає, підвищує свою продуктивність.

Люцерна – найважливіша кормова рослина України. Її використовують для годівлі худобі у свіжому вигляді, готують з неї сіно, сінаж, трав'яне борошно, гранули, брикети, білковий концентрат, силос. Люцерна використовується як у польовому, так і в лучному кормовиробництві. Зелений корму люцерни у конвеєрному виробництві можна отримувати протягом 150 днів. Корми з люцерни використовуються у годівлі всіх видів тварин і птиці.

У зеленій масі люцерни на абсолютно суху речовину міститься 20,3% протеїну, в сіні – 18, силосі – 16,8% і сінному борошні – 19,2% протеїну. У сіні люцерни, зібраному у фазі бутонізації міститься до 10% білка, а у висушеному листі – до 20% білка, який за якостями не поступається білку курячих яєць. У люцерні є багато вітамінів, фосфору і кальцію. У 100 кг люцернового сіна містить 52 кормові одиниці і 8,5 кг перетравного білка, у 100 кг зеленої маси – до 20 кормових одиниць і 4 кг протеїну, силосу – 15,2%, трав'яного борошна – 47,7 кормових одиниць. За кормовою цінністю 2 кг люцернового сіна рівноцінно 1 кг зерна вівса. В одній кормовій одиниці

зеленої маси люцерни є 219 г перетравного протеїну, отави – 236 г, сіна – 269 г.

Проведені хімічні аналізи показали, що вміст макроелементів у сухій речовині люцерни складає, %: азоту – 3,2; фосфору – 0,325; калію – 1,062; кальцію – 1,739; магнію – 0,736; натрію – 0,178.

Вона відрізняється високими кормовими достоїнствами. Зелена маса її містить: 25,4% сухої речовини, 5,2% протеїну, 0,7% жиру, 6,8% клітковини, 1% безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) і 2,6% золи. Отава зеленої маси містить: 33,7% сухої речовини, 5,9% протеїну, 0,9% жиру, 9,3% клітковини, 14% безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) і 3,6% золи, в сіні: 84,8% сухої речовини, 15,4% протеїну, 1,8% жиру, 25,2% клітковини, 33,7% безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) і 8% золи. У вегетативній масі люцерни багато незамінних амінокислот і в достатній кількості майже всі вітаміни, необхідні тваринам. Перетравність поживних речовин досягає 70 – 80%.

Висока кормова цінність люцерни визначається високою облистяністю, яка сягає 50%. Частка сирого протеїну і жиру у листі становить відповідно 28 – 30 та 4,2 – 4,6%.

Серед кормових трав люцерна – найдешевший корм і багате джерело повноцінного за амінокислотним складом протеїну, каротину. В її листі містяться ксантофіл, вітаміни, мікроелементи, безазотисті екстрактивні речовини (глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль – близько 10 – 12%).

Особливо високу цінність має білок люцерни, зібраної у фазі закінчення стеблуння та початку бутонізації. Найбільше білка в листі, бутонах і квітках, найменше – у стеблах.

Люцерна жовта формує урожай сіна 75 – 145 ц/га. Має високу кормову цінність. Її поїдають всі види тварин в чистому вигляді та у травосумішках. У 100 кг зеленої маси міститься 22,3 – 23,8 кормових одиниць і 3,3 – 4,1 кг перетравного протеїну, у сіні – відповідно 57 і 11,8. Зелена маса люцерни жовтої містить 20 – 23% сухої речовини, 5,2 – 5,7% протеїну, 9 – 12 БЕР, 0,7

– 1% жиру, 5,5 – 8% клітковини; сіно: 16,2% протеїну, 38,3% БЕР, 2,4% жиру, 20,6% клітковини.

Конюшина – універсальна кормова культура. Вона охоче поїдається всіма тваринами, в тому числі птахами. З конюшини готують високоякісні сіно, сінаж, силос, високобілкове трав'яне борошно, гранули і брикети, використовується на зелений корм. Конюшина у своєму складі містить багато білка, мінеральних речовин, вітамінів. За поживністю поступається лише люцерні. Висока протеїнова поживність конюшинового корму полягає в тому, що з розрахунку на 1 кормову одиницю в ньому міститься в 1,5 рази більше перетравного протеїну, ніж згідно зоотехнічних норм. Тому використання конюшини, як і люцерни, дає змогу збалансувати вуглеводисті корми за вмістом протеїну.

В 100 кг сіна конюшини лучної міститься понад 52 кормові одиниці при 5,6 кг білка, а в трав'яного борошна з такого сіна – майже 84 кормові одиниці при 14,8 кг білка. У 100 кг свіжої зеленої маси конюшини лучної є 15 – 21 кормова одиниця при 1,9 – 2,6 кг білка. У 100 кг зеленої маси конюшини гібридної міститься 23,2 кормових одиниць і 3,6 кг перетравного протеїну, у сіні – відповідно 49,3 та 6,7 кг. У 100 кг зеленої маси конюшини повзучої міститься 20 кормових одиниць, 3,1 кг перетравного протеїну, у сіні – 50,2 та 7,9 кг відповідно. Як зелена трава, так і сіно багаті каротином (провітаміном А), у сіні конюшини його міститься до 75 мг/кг.

Конюшина, як і люцерна, має підвищений вміст незамінних амінокислот, зокрема лізину – 14,2 г/кг абсолютно сухої речовини, триптофану – 1,15 г/кг, метіоніну – 1,79 г/кг, та інших: ізолейцину, аргініну, лейцину, треоніну, валіну. На відміну від злакових трав і зерна злакових культур, конюшина відзначається підвищеним вмістом критичних амінокислот – лізину і триптофану.

У зеленій масі містяться ефірні і жирні масла, дубильні речовини, глікозиди трифолін та ізотрифолін, органічні кислоти (п-кумарова, саліцилова, кетоглутарова), ситостерол, ізофлавоїни, смоли, солі кальцію,

фосфору, мікроелементи, вітаміни (аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін, токоферол, А, В₁, В₂, С, D, Е).

У період початку цвітіння в надземній частині міститься білку 20 – 25%, жиру 2,5 – 3,5%, каротину до 0,01%, аскорбінової кислоти до 0,12%, вільних амінокислот до 1,5%, клітковини 24 – 26%, безазотистих екстрактивних речовин понад 40%, солі кальцію і фосфору. Конюшина біла містить білку понад 25%. Вміст перетравного протеїну в одній кормовій одиниці конюшини лучної становить 150 – 165 г, конюшини білої – 204 г, конюшини гібридної – 136 г. У насінні виявлено до 12% напіввисихаючого жирного масла. У соломі конюшини після збирання насіння міститься 12,6% білку.

При заготівлі сіна, особливо природного сушіння, частина листя обламується, втрачається, кормова цінність знижується. При заготівлі сінажу листя зберігається повністю, втрати поживних речовин мінімальні. Облистяність конюшини лучної становить 40 – 44%, повзучої – понад 50%.

Якість корму з конюшини повзучої вища, ніж з конюшини лучної, так як в укісній масі не буває стебел, вона складається з листя і черешків. Зелена маса – відмінна сировина для приготування сінажу і трав'яного борошна. Конюшина повзуча є однією з найцінніших трав, яку вводять у травосумішки для пасовищного використання. Вона дуже стійка і конкурентноздатна в травостой, добре витримує витоштування, зберігається у травостой понад 10 років. Не витісняється злаковими травами. Кормова цінність і поїдання її добрі. За кількістю білка переважає лучну і гібридну конюшину, містить багато вітамінів. Витримує 4 – 6 циклів випасання, формує до 400 ц/га зеленої маси.

Конюшина гібридна відзначається добрими поживними якостями. Маючи більший вміст протеїну, ніж конюшина лучна, вона гіркувата. Її варто згодовувати у сумішці із злаковими травами. Є добрим медоносом – дає 120 кг/га меду.

Еспарцет належить до цінних кормових рослин. У 100 кг зеленої маси міститься 19 – 20 кормових одиниць, в сінні – 50 – 53 кормових одиниць,

тобто за кормовою цінністю він не поступається люцерні. На пасовищах його охоче їдять коні, але інші види худоби – гірше. При згодовуванні зеленої маси еспарцету тварини не хворіють на тимпанію (здуття). Не стійкий проти випасання, особливо в перший рік використання. Сіно і зелений корм еспарцету добре поїдаються жуйними.

В середньому в 1 кг трави еспарцету міститься 28 г перетравного протеїну, 2,4 г кальцію, 0,6 г фосфору і 65 мг каротину. У отаві еспарцету фосфору міститься майже в два рази більше. В одному кілограмі сіна еспарцету піщаного міститься 180 – 200 г перетравного протеїну, 10,4 г кальцію, 2,4 г фосфору і 35 мг каротину. В 1 кг сухої речовини еспарцету міститься 0,65 – 0,88 кормових одиниць. На одну кормову одиницю припадає 90 – 140 г перетравного протеїну.

Надземна частина еспарцету містить значну кількість вуглеводів, білків, жирів, клітковину, деякі ферменти, зольні речовини. У траві еспарцету виявлено каротин і аскорбінову кислоту. На початку цвітіння зелена маса еспарцету містить 20 – 25% сухої речовини, 4,0 – 4,5% протеїну, 0,4 – 0,9% жиру, 4,5 – 6,1% клітковини, 8,6 – 11,0% безазотистих екстрактивних речовин, 1,5 – 1,6% мінеральних речовин. У сухій речовині міститься: протеїну 15 – 21%, жиру 2,2 – 3,2%, клітковини 28,4 – 30,3%, безазотистих екстрактивних речовин 33,7 – 45,3%, золи 13,7%, кальцію 1,53%, фосфору 0,24%, каротину 221,7 мг. У сумішці з іншими травами вміст сухої речовини підвищується, а перетравність органічних речовин знижується до 60 – 62%. Перетравність поживних речовин у фазі початку цвітіння становить: суха речовина – 65%, органічна речовина – 67%, протеїн – 66%, жир – 56, безазотисті екстрактивні речовини – 74%.

Вміст незамінних амінокислот становить: лізин – 10 г, метіонін – 1,54 г, триптофан – 1,47 г на 1 кг сухої речовини.

У багатьох степових і лісостепових районах еспарцет дає високі врожаї сіна. У зрошуваних районах він перевершує люцерну по урожаю сіна на 20 –

25%. Сіно еспарцету за вмістом сирого білка і кормовим достоїнством наближається до люцернового.

Еспарцет вирощують для отримання сіна, сінажу, зеленої маси і трав'яного борошна. У передових господарствах країни урожайність сіна становить 4 – 6 т/га, зеленої маси – до 60 т/га.

По мірі росту і розвитку рослин еспарцету вагова частка стеблової маси збільшується, листової – зменшується, що призводить до зниження вмісту протеїну в кормі. У першому укосі еспарцету облістяність складає 31,6%, в другому і третьому вона підвищується до 38 і 53%. Він охоче поїдається в свіжому і сухому вигляді кінями, великою рогатою худобою, свиньми і вівцями. В період цвітіння еспарцет менше грубіє, ніж люцерна. Оптимальна фаза скошування еспарцету на корм – початок цвітіння. При пізніших строках скошування доцільно виготовляти лише сінаж.

Буркун білий, поряд з люцерною, конюшиною і еспарцетом, є важливим джерелом виробництва кормового білка. За кормовою цінністю буркун білий майже не поступається переліченим багаторічним бобовим травам. Люцерна і буркун за хімічним складом і поживністю корму майже не відрізняються один від одного. Буркун переважає еспарцет за виходом перетравного протеїну і кальцію. Білок буркуну належить до повноцінних за складом незамінних амінокислот. За даними досліджень, поживність та якість зеленого корму буркуну білого за вмістом перетравного протеїну в два рази більша, порівняно з багаторічними злаковими травами.

У 100 кг зеленої маси буркуну білого скошеного у фазі початку цвітіння міститься 18 кормових одиниць, 27 г перетравного протеїну і близько 40 мг каротину, у 100 кг сіна – 44 кормові одиниці і 111 г перетравного протеїну. На 1 кормову одиницю припадає 180 – 220 г перетравного протеїну. За вмістом амінокислот буркун переважає горох, вику та сою. Його зелена маса багата кальцієм, фосфором, залізом, цинком, міддю та іншими зольними елементами, а також вітамінами, особливо групи А, В, Е і РР.

За даними інституту тваринництва силос, виготований з буркуну в чистому вигляді і в сумішці із злаковими травами, характеризувався високим вмістом протеїну. У 1 кормовій одиниці силосу з буркуну містилося 175 г перетравного протеїну, із сумішки буркуну з тимофіївкою – 142 г, з кострицею – 134 г, а вміст молочної кислоти до суми кислот становив 70,49 – 76,0%. В 1 кг силосу з буркуну, містилося 0,22 кормові одиниці з сумішки буркуну з тимофіївкою – 0,22, з кострицею – 0,23 кормові одиниці.

За хімічним складом буркун не поступається іншим бобовим культурам. Відповідно до узагальнених даних наукових установ у листостебловій масі буркуну білого, скошеної на початку цвітіння, міститься сухих речовин 21 – 23%, протеїну 3,6 – 4,6%, білку 2,6 – 3,7%, жиру 0,5 – 1,0%, клітковини 5,0 – 8,6%, БЕР 8,7 – 10,6%, золи 1,3 – 2,2%. Трава буркуну білого містить також кумарин 0,4 – 0,9%, меліотин, кумарову і меліотову кислоти, глікозид меліотозид, похідні пурину, жироподібні речовини 4,3%, ефірну олію 0,01%. Сіно містить у сухій речовині близько 17% протеїну, 2% жиру, 40% безазотистих екстрактивних речовин і 6% зольних сполук, вітамін С, каротин. У фазі повного цвітіння рослини грубіють, вміст клітковини у них збільшується у 1,5 рази. Кормова цінність зеленої маси міняється під впливом ґрунтово-кліматичних і агротехнічних умов. У 1-й рік життя рослини більш облистяні і містять більше протеїну та зольних елементів, ніж на 2-й рік вегетації.

Через специфічний запах і гіркуватий присмак кумарину велика рогата худоба зелену масу спочатку поїдає погано, але швидко звикає і їсть охоче. Кумарин, який міститься в кормах із буркуну, не тільки не впливає негативно на організм і продуктивність тварин, а навпаки, сприяє кращому травленню, посилює діяльність підшлункової залози, йому властиві антисептичні та протиглистові якості. Всі види буркуну містять органічну ароматичну речовину – кумарин у всіх частинах рослини – коренях, стеблах, листі, квітках і насінні. Вміст його змінюється в залежності від умов вирощування, фази розвитку, часу скошування. У сухих степових районах в буркуну

міститься більше кумарину, ніж в зонах з підвищеною кількістю опадів. Найбільший вміст його в рослині відзначається у фазі повного цвітіння – початку дозрівання. У ранкові та вечірні години вміст кумарину зменшується, в полудень – зростає. Тому буркун на пасовищі краще використовувати в ранкові години або перед заходом сонця. В цей же час слід скошувати його на сіно, сінаж або силос.

У фазі збирання буркун набуває солодкуватого аромату, який зумовлюється вмістом кумарину. Останній може відновлюватися до дикумаролу – речовини, яка стримує зсідання крові і може викликати у домашніх тварин «хворобу кровотечі». При заготівлі кормів потрібно враховувати, що дикумарол утворюється із нешкідливого кумарину при приготуванні сіна, сінажу або силосу внаслідок перегрівання або псування сировини.

Облистяність рослин буркуну до появи квіткових бруньок становить 67%, на початку їх появи – 59%, в період повного розвитку квіткових бруньок – 37% і на початок цвітіння – 35%.

При заготівлі буркуну білого на сіно можливе опадання листя. Кращі умови для заготівлі сіна створюються в перший рік вегетації при безпокровній сівбі. В цих умовах рослини тонкі та краще сохнуть. Загалом буркун білий краще використовувати на силос або сінаж, коли стебла стають м'якими і краще поїдаються.

Кормова стиглість буркуну настає раніше всіх однорічних трав, що дозволяє до початку їх масового збирання закінчити його збір. Рослини буркуну білого прекрасно відростають після скошування і можуть цвісти аж до заморозків. До цвітіння буркун білий добре поїдається тваринами. Характеризується хорошим відростанням після стравлювання, ніжністю зеленої маси, стійкістю до витоптування, тривалим періодом вегетації. Поїдаємість корму усіма видами сільськогосподарських тварин залежить від концентрації кумаринів у вегетативній масі буркуну.

Буркун жовтий – у травостої в чистому вигляді, внаслідок значного

вмісту кумарину та сильного його запаху, тваринами поїдається погано. У сїні поїдається добре, особливо кіньми. У 100 кг зеленої маси міститься 16 – 21 кормова одиниця і 3,4 кг перетравного протеїну, в 100 кг сїна – відповідно 44,5 та 11,9. У зеленому кормі буркуну жовтого міститься 4 – 4,5% протеїну, 7 – 9% БЕР, 1% ліпідів, 8 – 9% клітковини.

Зелена маса і сїно лядвенцю рогатого, завдяки тонкостебельності і високій облистяності, за поживністю перевершує конюшинове. Вміст сирого білка в сухій масі нерідко досягає 22%. У 100 кг зеленої маси міститься 25,7 кормових одиниць, 4,5 кг перетравного протеїну, що на 3 кормові одиниці і на 0,9 кг перетравного протеїну більше, ніж в 100 кг трави конюшини. У 100 кг сїна лядвенцю міститься 55 – 68 кормових одиниць і 15,1 кг перетравного протеїну. За нормальних умов лядвенець рогатий дає три-чотири укуси, або до 7 – 8 циклів випасу.

Зелену масу, скошену до цвітіння, добре поїдають тварини, і вона не викликає у них тимпанії. У фазі цвітіння в квітконосах утворюється ціаногенний глюкозид, який знижує поїдаємість. При незначному підв'ялюванні та сушінні, глюкозид розкладається і сїно відмінно поїдається всіма видами тварин. Вітамінне сїно з лядвенцю вважається дієтичним кормом для всіх сільськогосподарських тварин. Тварини охоче поїдають його, хоч на смак трава трохи гірка. Рослини рано відростають і володіють високою отавністю після скошування. Лядвенець надає молоку приємного смаку, а маслу жовтого забарвлення. При згодовуванні лядвенцю у тварин не спостерігається метеоризму, бо в рослинах міститься танін, який осаджує розчинні білки і не дає змоги їм утворювати стійкої піни в рубці тварин. Крім того, клітинна оболонка руйнується повільніше, ніж у люцерни і конюшини, що сприяє повільнішому виділенню речовин, які викликають метеоризм. При згодовуванні сїна даної культури тваринам збільшується їх жива вага і молочна продуктивність.

Біологічні особливості лядвенцю рогатого дозволяють дуже рано, незалежно від складних погодних умов, формувати укісних масу, давати

пізню отаву, в різні фенологічні фази бути технологічною сировиною для приготування різних кормів і випасу тварин, витримувати значне витоштування, добре відростати після скошування.

За хімічним складом лядвенець рогатий належить до кращих кормових трав. В сухій масі лядвенцю рогатого міститься: 14 – 22,3% протеїну, 1,5 – 3,6% жиру, 22,4 – 26,0% клітковини, 6,9 – 11,2% золи, 39,0 – 51,0% БЕР. За вмістом протеїну лядвенець рогатий переважає інші бобові трави. Вміст протеїну змінюється за фазами росту і розвитку та становить у фазу початку бутонізації 21,8%, початку цвітіння 18,24%, повного цвітіння 16,99%, початку утворення бобів 11,94%. Відрізняється високим вмістом вітамінів і мінеральних речовин. Зелена маса багата на каротин 44 – 72 мг% і вітамін С 123 – 130 мг%. Поживні речовини зеленої маси лядвенцю рогатого відзначається високою перетравністю. Перетравність протеїну становить 72%, білку 68%, жиру 55%, клітковини 65%, БЕР 72%. Сіно з лядвенцю м'яке, зберігає високу поживність в усі фази розвитку.

Лядвенець рогатий можна віднести до числа перспективних культур для закладки пасовищ. Він добре переносить затоплення, дуже швидко відростає навесні, після укусу і стравлювання худобою. Довго тримається в травостої, стравлювати його можна до пізньої осені. До цвітіння – це пасовищна культура, а з початку цвітіння – сінокісна.

Висока кормова цінність козлятнику східного зумовлена високою облістяністю рослин – 60 – 75%, що в 1,5 рази більша, ніж в люцерни. Велика частка листя в листостебловій масі у фазі бутонізації – початку цвітіння сприяє підвищеному вмісту в ній протеїну, каротину та аскорбінової кислоти.

Висока урожайність листостеблової маси козлятнику поєднується з повноцінністю. Білок містить повний набір незамінних амінокислот. Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном відповідає зоотехнічним нормам. Вміст вітамінів на 10 – 15% більший, ніж у люцерни і конюшини.

У зеленій масі козлятнику східного виявлено біологічно активні речовини, що стимулюють секрецію виділення молока, сприяють процесу кровообігу і приросту живої ваги тварин. Годівля кормами з козлятнику східного за даними Всесоюзного інституту кормів, сприяє підвищенню надоїв молока на 10 – 14%.

Даючи латинську назву цій рослині «галега», вчені мали на увазі її благотворний вплив на тварин. У перекладі з грецької «гала» означає молоко, «агенин» – діяти, тобто можна перекласти як «молокогон».

У фазі початку цвітіння зелена маса козлятнику східного містить 20,52% сухої речовини, а в ній, зокрема, протеїну – 23,56%, безазотистих екстрактивних речовин – 44,68%, в тому числі цукрів – 4,19%, ліпідів – 3,41%; жиру – 3%; клітковини – 21,97%, золи – 6,38%, аскорбінової кислоти – 900 мг/100 г, каротину – 50 – 60 мг/100 г. За вмістом сухої речовини, протеїну та незамінних амінокислот козлятник східний не поступається перед люцерною та конюшиною, а за деякими з них – переважає.

Амінокислотний склад білка козлятнику східного: лізин – 6,9%, треонін – 9,3%, валін – 8,7%, метіонін + цистин – 3,9%, ізолейцин – 6,9%, лейцин – 6,9%, фенілаланін + тирозин – 18,8%, гістидин – 2,9%, аргінін – 6,4%.

100 кг зеленої маси козлятнику східного містить 20 – 28 кормових одиниць і 3,0 – 3,5 кг перетравного протеїну, силосу – 20 – 22 кормові одиниці, сіна – 55 – 60 кормових одиниць, сінажу – 25 – 27 кормових одиниць, 100 кг трав'яного борошна – 75 кормових одиниць.

В одній кормовій одиниці зеленої маси міститься 115 – 158 г перетравного протеїну, – силосу – 160 – 190 г, сіна – 190 г, трав'яного борошна – 200 г перетравного протеїну.

Перетравність протеїну складає до 76%, білка – 75%, жиру – 55%, клітковини – 51%, БЕР – 81%. Найвища перетравність поживних речовин відмічається для зеленої маси, скошеної у фазі стеблуння. У міру розвитку рослин, перетравність погіршується.

Універсальність використання козлятнику східного полягає у тому, що його корми придатні для згодовування всім видам тварин у свіжому вигляді, а також для виготовлення сіна, сінажу, силосу, трав'яного борошна і білкового концентрату, використання отави до настання морозів, можливість випасання худоби. Листки при сушінні листостеблової маси не обсипаються, що важливо при заготівлі сіна.

Введення козлятнику східного у виробництво дає можливість наполовину знизити витрату концентратів, так як в сухій речовині козлятнику східного до 40% протеїну. Крім того 1 кормова одиниця сіна і 1 ц перетравного протеїну козлятнику обходяться значно дешевше, ніж у інших багаторічних трав, тому що вихід сухої речовини та білка досить високий. За два укуси можна отримати 70 – 180 ц/га сіна, 120 ц кормових одиниць та 18 – 25 ц/га перетравного протеїну.

Урожай другого укусу досягає у вересні – жовтні і становить 120 – 200 ц/га, що є резервом зеленої маси в пізньоосінній період.

Козлятник східний відзначається доброю пасовище-стійкістю. На пасовищі його добре поїдають коні, він не викликає тимпанії у тварин. Якісним кормом є солома козлятнику східного при збиранні насіння. Це пояснюється тим, що листя залишається зеленим у фазі повної стиглості, зберігаючи свою поживність. Після обмолоту насіння на високому зрізі – 40 – 45 см, солону можна використовувати для заготівлі сіна та сінажу. За вмістом поживних речовин вона рівноцінна сіну середньої якості із злакових багаторічних трав.

За кормовою цінністю і виходом корму з гектара ця рослина не поступається традиційним багаторічним бобовим культурам, а за довговічністю, ранньостиглістю, біологічною пластичністю значно переважає їх.

Таким чином, незважаючи на ряд позитивних особливостей та господарсько-цінних ознак козлятнику східного, йому приділяють

недостатню увагу. Далеко не до кінця використовують біологічні, агротехнічні можливості та кормові цінності.

1.2. Екологічна роль вирощування бобових багаторічних трав при відновленні та збереженні ґрунтів

Важливу роль відіграють багаторічні трави в підвищенні родючості ґрунтів, захисту їх від водної та вітрової ерозій тощо. Ці культури є найбільш продуктивними і стабільними в польовому кормовиробництві. За останні десятиліття в Україні стан земель сільськогосподарського призначення значно погіршився і набув загрозливого характеру. В першу чергу це стосується ґрунтового покриву, який в значній мірі втратив властивість до саморегуляції. Довготривале використання ґрунтів без достатнього поповнення поживними речовинами призвело до прогресування різних видів деградації: дегуміфікація, зниження вмісту поживних речовин, еродованість, переущільнення, зниження водопроникності, підкислення, осолонцювання та ін. Відомо, що дегуміфікація спостерігається на 39 млн. га сільськогосподарських угідь України, зокрема у Вінницькій області через велику розораність території цей вид деградації проявився на 90 % ріллі [1].

Враховуючи сучасний соціально-економічний стан країни в аграрному секторі стає зрозумілим, що розв'язати проблему утримання родючості ґрунтів на оптимальному рівні, що передбачає збільшення норм органічних добрив до 8 – 10 т/га і мінеральних – до 150 – 170 кг/га сівозмінної площі орних земель, є неможливим [2, 3]. Через різке зменшення поголів'я худоби у сучасному землекористуванні України для покриття втрат органічної речовини не вистачає традиційних органічних добрив. Тому головним завданням, на сьогоднішній день, є пошук шляхів відновлення та утримання на оптимальному рівні родючості ґрунтів. Одним із основних ресурсів і перспективним напрямком у вирішенні цієї проблеми може бути вирощування бобових багаторічних трав [4, 5].

Виклики та ризики, які виникли в сучасному світі, пов'язані, передусім, з енергетичними й продовольчими проблемами та глобальними кліматичними змінами, які негативно впливають на біосферні процеси в цілому та стан і розвиток агроecosystem [6 – 8]. У цих умовах сільськогосподарське виробництво повинно бути складовою довготривалого і адаптивного природокористування, у якому продукційні, ресурсовідновлювальні, природоохоронні, соціально-економічні і дизайно-психологічні функції агроecosystem і агроландшафтів однаково важливі [9, 10].

Кормовиробництво є одним із факторів, за допомогою якого можна стабілізувати процеси, що відбуваються у системах «грунт-рослина-тварина-людина». Велика фітомеліоративна роль багаторічних бобових трав на орних землях, оптимальне співвідношення розораних земель, сінокосів та пасовищ дасть можливість ліквідувати деструктивні процеси, які відбуваються в агроландшафтах, знизити ерозію та підвищити родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур [11 – 13].

Багаторічні бобові трави поліпшують родючість ґрунту, захищають його від вітрової і водної ерозії, залишають у ґрунті сухі корені й пожнивні рештки (від 40 до 100 – 120 ц/га). У їх кореневій системі міститься від 2,5 – 3 до 4 % азоту (з розрахунку на суху речовину). Після її відмирання й розкладання запаси азоту в ґрунті збільшуються на 150 – 200, іноді 300 кг/га. Акумуляований у кореневій системі та пожнивних рештках бобових багаторічних культур азот після їх розкладання в ґрунті добре засвоюється іншими культурами сівозміни [14, 15].

Більшість орних земель, що піддаються водній ерозії, на яких відсутнє травосіяння і не вносяться органічні добрива, уже через 50 – 75 років втрачають запаси гумусу на 40 – 50 % і 10 – 30 см товщини гумусового горизонту. Міжрядний обробіток при вирощуванні просапних культур і пов'язане з цим посилення процесів окислення є причиною зниження гумусу. У зв'язку з цим, характер балансу гумусу в ґрунті залежить, в основному, від

співвідношення бобових багаторічних трав і просапних, які за їх впливом на процес гуміфікації отримали назву гумусонакопичувачі і гумусоруйнівники [16].

Вивчення кругообігу азоту і рослинних решток у ґрунті різних ланок кормових сівозмін показує, що більша частина азоту виноситься із ґрунту господарською частиною урожаю високопродуктивних культур – вико-вівсяною сумішшю, кукурудзою на силос і багаторічними травами [16].

Оскільки 75 % вносу азоту конюшиною лучною поступає в результаті азотфіксації із повітря, то виніс його із ґрунту складає у перший рік користування 61,2 кг/га, у другий – 47,1 кг/га, або менше у порівнянні з кукурудзою на силос в 2 – 2,5 рази. У відповідності з цим, при вирощуванні конюшини лучної, мінералізація ґрунтового гумусу в 3 – 4 рази менша, ніж при вирощуванні кукурудзи на силос [16].

У залежності від виду культури і рівня її урожайності, змінюється і кількість рослинних решток, які повертаються в ґрунт, як матеріал, із якого в подальшому утворюється гумус. Максимальна кількість біомаси, яка поступає в ґрунт у вигляді корневих і післязбиральних решток, спостерігається після збору урожаю бобових багаторічних трав, а мінімальна – після вирощування капустяних кормових культур. В результаті процесу розкладу-синтезу органічних решток, в ґрунті накопичується гумус, кількість якого тим більша, чим більше в ґрунт поступило біомаси рослин [16].

Кількість відновлення гумусу далеко не повністю покриває його витрати без вирощування бобових багаторічних трав. Щорічні витрати гумусу в сівозмінних ланках в середньому з 1 га сівозмінної площі досягають досить значних розмірів – 9,1 – 11,2 ц/га. Особливо великі втрати гумусу відмічено при вирощуванні кукурудзи – 10,8 – 15,6 ц/га. При вирощуванні проміжних кормових культур відмічений нульовий баланс гумусу – 0,7 – 1,8 ц/га. Лише в ланках з вирощуванням бобових багаторічних трав складається позитивний баланс гумусу – 10,2 – 12,6 ц/га [16].

В ланках сівозміни без вирощування бобових багаторічних трав для покриття гумусу, що розпався, необхідно вносити щорічно в середньому на 1 га сівозмінної площі 15 – 19 т органічних добрив, а з урахуванням втрат гумусу з водною ерозією – 22 – 29 т/га. Це та кількість гною, яка є рівноцінною вирощування багаторічних бобових трав [16].

Коренева система конюшини лучної здатна іммобілізувати іони кальцію з підорного шару ґрунту, що сприяє структурації ґрунту. За трирічного використання конюшини у Заволжі Росії на каштанових ґрунтах, вона здатна після себе залишати в ґрунті 137 – 208 кг/га азоту, 48 – 74 кг/га фосфору та 73 – 109 кг/га калію. При дворічному використанні конюшини лучної в ґрунті накопичується 4,06 – 4,08 т/га сухої маси коренів, що містять 83,7 – 84,3 кг азоту, 24,4 – 24,5 кг фосфору і 51,1 – 51,4 кг калію [17 – 19].

За усередненими даними багатьох наукових установ України, азотфіксуюча здатність люцерни посівної складає 210 кг/га, еспарцету піщаного – 230 кг/га, лядвенцю рогатого – 140 кг/га, буркуну білого – 200 кг/га і козлятнику східного – 280 кг/га [20].

Люцерна за вегетаційний період здатна фіксувати 150 – 200 кг азоту, забезпечуючи при цьому 30 – 70 % своїх потреб [21].

За сприятливих умов росту і розвитку багаторічні бобові трави здатні фіксувати з повітря 500 – 800 кг/га азоту і залишати в ґрунті з кореневими і стерньовими рештками 150 – 200 кг/га азоту, що рівнозначно внесенню 40 т/га гною. При удобренні конюшини $P_{60}K_{90}$ кількість біологічно-фіксованого азоту становить 128 – 136 кг/га, а частка біологічно-фіксованого азоту у формуванні урожаю – 66 – 67 % [22].

Після трирічного використання травостою люцерни агрохімічний склад сірого лісового ґрунту поліпшився, де вміст гумусу зріс з 2,3 до 2,7 %, реакція ґрунтового розчину зменшилась з рН 4,6 до 5,4, вміст фосфору зріс з 14 до 15,5 мг/100 г ґрунту. Після трирічного використання травостою еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого – відповідно вміст гумусу склав 2,8 %, рН 5,4 і 5,9, фосфору – 17 і 18 мг/100 г ґрунту [23].

Дослідженнями встановлено, що застосування традиційної мінеральної системи удобрення бобових і злакових багаторічних трав сприяє збільшенню накопичення в ґрунті органічної речовини з кореневими та пожнивними рештками в 1,3 – 2,1 рази, що становить 7,9 – 12,97 т/га сухої речовини. За трирічного вирощування козлятнику східного у ґрунті було накопичено 7,72 – 12,82 т/га сухої маси коренів. У сухій речовині корневих решток козлятнику за 3 роки містилося 2,18 – 2,58 % азоту, 0,57 – 0,66 % фосфору, 0,38 – 0,51 % калію. За цей період у ґрунті з кореневими рештками накопичилось 167,9 – 331 кг/га азоту, 43,8 – 84,7 кг/га фосфору і 29,4 – 63,8 кг/га калію [24].

Буркун має добре розвинену кореневу систему, що сприяє накопиченню до 12 т/га сухої маси коренів у яких міститься до 200 – 250 кг/га азоту [25].

Позитивний вплив бобових багаторічних трав на підвищення родючості ґрунту проявляється завдяки нагромадженню азоту в кореневій масі і ґрунті. Так корені конюшини лучної накопичують 2,79 % азоту на суху речовину, люцерни – 2,47 %, що значно більше ніж у коренях злакових трав – 1,47 – 1,57 % при сприятливому співвідношенні його з вуглецем. Це сприяє швидкому розкладанню органічної речовини дернини бобових у ґрунті. Позитивний баланс азоту в ґрунті під бобовими забезпечується в першу чергу накопиченням його у кореневій масі бобових – до 250 кг/га, тим часом, як на азот, що накопичується у ґрунті припадає лише 40 – 53 кг/га. Розміри азотонакопичення істотно залежать від умов зволоження. При достатньому забезпеченні травостою конюшини вологою, що сприяє доброму її поширенню, накопичення азоту складають 228 кг/га, а за сухої погоди – 65 кг/га азоту за рік [26, 27].

Агротехнічні заходи при вирощуванні бобових багаторічних трав перш за все повинні бути направлені на створення оптимальних умов для життєдіяльності бульбочкових бактерій у поєднанні з культурою-господарем. За цих умов за 3 роки люцерна може фіксувати до 500 – 600 кг/га азоту

повітря, конюшина – 250 – 300 кг/га, лядвенець – 200 – 250 кг/га. У корневих і стерньових рештках бобових трав залишається до третини фіксованого азоту повітря, тобто 80 – 200 кг/га. При цьому біологічний азот засвоюється вищими рослинами на 100 %, а мінеральний – на 40 – 60 % [28].

Після дворічного вирощування буркуну у ґрунті залишається 12 т/га повітряно-сухої маси коренестерньових решток в яких міститься 230 – 240 кг/га азоту, 60 – 62 кг/га фосфору, 130 – 160 кг/га калію, 112 – 120 кг/га кальцію і 45 – 48 кг/га магнію [28].

В умовах чорноземної частини Росії вирощування бобових багаторічних трав сприяє накопиченню гумусу 0,2 – 0,6 т/га в рік і знижується під однорічними культурами на 0,4 – 1,0 т/га [29].

Метровий шар ґрунту після вирощування люцерни упродовж трьох років збагачується за рахунок післяукісних решток та коріння до 244 кг/га азоту; 39 – фосфору; 134 – калію; 102 кг/га – кальцію. Баланс гумусу в орному шарі ґрунту після трьох років вирощування цієї багаторічної бобової культури позитивний і складає плюс 1,56 т/га [30].

Після вирощування конюшини лучної в ґрунті залишається 10,5 – 11,0 т/га післяжнивних корневих решток. На дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах, при заорюванні у вересні отави конюшини лучної другого року життя в ґрунт надходить до 13,6 – 14,0 т/га рослинної маси у якій міститься 264 – 334 кг/га азоту, 81 – 130 кг/га фосфору та 300 – 310 кг/га калію. Відомо, що за сприятливих умов росту й розвитку багаторічні бобові трави здатні фіксувати з повітря від 500 до 800 кг/га азоту і залишати в ґрунті з корневими і стерньовими рештками 150 – 200 кг/га азоту, а це рівноцінно внесенню 40 т/га гною. За дворічного використання конюшини лучної накопичується 4,06 – 4,08 т/га сухої маси коренів, що містять 83,7 – 84,3 кг азоту, 24,4 – 24,5 кг фосфору та 51,1 – 51,4 кг калію [31 – 33].

Конюшина здатна фіксувати 150 – 180 кг/га азоту [34].

Люцерна за помірних норм мінерального добрива забезпечує урожайність 112 – 145 ц/га сухої речовини та нагромаджує в ґрунті близько 100 ц/га рослинних решток із вмістом 278 – 296 кг/га азоту [35].

При створенні оптимальних умов для росту і розвитку в рік сівби буркун білий в умовах Вінницької області після дворічного використання залишає в ґрунті 120 ц/га повітряно-сухої маси коренестерньових решток в яких міститься 230 – 240 кг азоту, 60 – 62 кг фосфору, 130 – 160 кг калію, 112 – 120 кг кальцію і 45 – 48 кг магнію, що характеризує культуру як кращий попередник для всіх сільськогосподарських культур [36].

Важлива роль люцерни в підвищенні родючості ґрунту. За три роки життя цієї культури накопичується при полицевому обробітку на глибину 28 – 30 см в орному (0 – 30 см) шарі ґрунту 8,64 т/га, а в метровому – 10,78 т/га післяжнивних та кореневих решток [37].

В орному шарі ґрунту розміщується 80,1 % коріння з післяжнивними рештками від загальної їх біомаси в метровому шарі ґрунту за оранки і 81,5 % – за безполицевого розпушення на глибину 12 – 14 см. В кореневій шийці з корінням (в шарі ґрунту 0 – 10 см) в осінній період вегетації культури відмічено 2,27 % азоту, 0,38 % фосфору, 1,25 % калію і 0,93 % кальцію. У корінні, що розміщується в шарі ґрунту 10 – 30 см, ці показники менші і становлять відповідно 2,16; 0,32; 1,10 і 0,85 % повітряно-сухої кореневої біомаси [37].

Орний шар ґрунту, після вирощування люцерни впродовж трьох років, поповнюється за рахунок пожнивних решток та коріння за оранки 197,4 кг/га азоту; 31,8 кг/га фосфору; 110,8 кг/га калію; 84,2 кг/га кальцію. У метровому шарі ці показники становлять 243,6 кг/га азоту; 38,7 кг/га фосфору; 134,3 кг/га калію; 102,4 кг/га кальцію відповідно. При розпушенні ґрунту накопичується на 15,1 % більше азоту, на 6,6 % – фосфору, на 6,5 % – калію, на 13,5 % більше кальцію. У метровому шарі ці показники вищі, порівняно з оранкою, на 11,9; 4,9; 5,1; 10,8 % відповідно [37].

Для утворення 1 т гумусу треба, в середньому, 17,2 т гною. При розрахунках зміни вмісту гумусу прийнято, що коефіцієнт гуміфікації рослинних залишків (за Г.Я. Чесняком) для люцерни складає 0,25, а середньорічна величина мінералізації гумусу – 0,60 т/га [38].

Встановлено, що як за глибокого полицевого, так і за мілкового безполицевого обробітків ґрунту під посіви люцерни, баланс гумусу в орному шарі ґрунту після трьох років вирощування культури позитивний: +1,56 і +1,71 т/га відповідно за наведеними способами [37].

Важливим показником є грошовий еквівалент підвищення ґрунтової родючості. Розрахунки його проводять наступним чином: 1 тонна гною коштує в середньому 80 грн., тобто вартість 1 т гумусу складає 1376 грн. Отже, на 1 га за оранки накопичено при вирощуванні люцерни протягом трьох років гумусу на суму 2147 грн. При застосуванні для основного обробітку ґрунту глибокого безполицевого розпушування рівень цього показника підвищується до 2353 грн./га, або на 9,6 % [37].

У сухі роки у різних регіонах вирощування в рік сівби на період збирання козлятнику східного нагромаджується дещо менше сухої біомаси, а більше сухої маси коріння, а у вологі роки – навпаки. В рік сівби у козлятнику східного до кінця вегетації утворюється потужна коренева система, маса сухої речовини якої у 1,2 – 1,3 рази більша, ніж маса сухої речовини надземних органів.

Найбільше азоту акумулюється у підземних пагонах та дрібних корінцях – 4,63 %, менше в старому корінні – 2,89 % і найменше в стерні – 1,70 %. Подібна закономірність спостерігалася і за вмістом калію та фосфору. За вмістом кальцію встановлено обернено пропорційну залежність. Найбільше його в стерньових рештках, менше – в підземних пагонах та в дрібному корінні й найменше – в старому корінні.

За вісім років життя козлятник нагромаджує на гектарі 42,5 т кореневої маси у перерахунку на абсолютно-суху речовину. Крім того, щорічно у вигляді стерні та рослинних решток на поверхні травостою козлятнику

залишається 1,5 – 1,8 т органічної речовини, що за 8 років становило 13,0 т/га. В цілому, на 8-му році користування травостоем на посівах козлятнику за рахунок корневих та стерньових решток нагромаджувалося на кожному гектарі опідзоленого чорнозему 55,5 т органічної речовини або не менше 7,6 т/га за рік користування травостоем. Вміст азоту в цих залишках 2,55 %, фосфору – 0,44, калію – 0,49, кальцію – 0,60 % [39].

Таким чином, за вісім років користування травостоем козлятнику з корневими і стерньовими рештками надійшло в ґрунт 1415 кг азоту, або 175 – 200 кг/га на рік.

Так, за згадані роки вміст гумусу під покривом козлятнику східного на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому зріс на 0,27 % і склав 4,37 %.

Біологізація ґрунту під травостоем козлятнику східного найбільше залежала від нагромадження запасів органічної речовини. Підземну біомасу козлятнику становлять підземні пагони, дрібне коріння з великою кількістю бульбочок із бульбочковими бактеріями, старе коріння і стерня. Уже із другого року користування травостоем, внаслідок ущільнення ґрунту сповільнювалися процеси мінералізації органічної речовини в ґрунті, що вело до поступового утворення гумусу.

Збільшення кількості органічної речовини в ґрунті під козлятником східним тісно корелює з рівнем урожайності надземної біомаси і нагромадженням корневих та стерньових решток у ґрунті.

Дослідження проведені у Тернопільській області показали, що протягом восьми років у ґрунті під козлятником східним нагромаджувалося щорічно 175 – 200 кг/га азоту. Це стільки, скільки його може надійти у ґрунт з внесенням 35 – 40 т/га гною. Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах західної частини Лісостепу треба щорічно вносити 10,7 т/га гною. Козлятник східний забезпечував у 3,27 – 3,74 рази вищу його норму, ніж наведена норма. Отже, щорічне високе нагромадження органіки та мінімальний обробіток ґрунту сприяють збільшенню гумусу під козлятником східним [39].

З тонною високоякісного гною у ґрунт потрапляє у середньому 280 кг органічної речовини (в перерахунку на суху речовину) і не менше 5 кг азоту. Розрахунки свідчать, що вміст органічної речовини й азоту, що нагромадились в ґрунті після восьмирічного користування травостоєм козлятнику, еквівалентні 283 т/га гною, а за азотом – 4,0 т/га аміачної селітри. Але при вирощуванні козлятнику немає затрат на транспортування і внесення гною та мінеральних добрив.

Таким чином, провадження у виробництво козлятнику східного є одним з важливих факторів біологізації землеробства. В симбіозі з бульбочковими бактеріями він щорічно фіксує з повітря 500 кг/га і більше азоту і залишає в ґрунті більше 7 т/га кореневих та стерньових решток, які містять 175 – 200 кг/га азоту.

Фітосанітарна активність мікроорганізмів корневих систем бобових багаторічних трав зростає у такій послідовності: козлятник східний, люцерна мінлива, лядвенець рогатий, еспарцет піщаний, конюшина лучна на сірих ґрунтах Татарстану [40].

Після однорічного вирощування буркуну білого у ґрунті залишається до 8,4 т/га корневих і стерньових решток, а конюшини – до 8,9 т/га. За два роки вирощування цих трав, кількість решток зростає у два рази. В цих рештках запас азоту складає 131 кг/га, в т.ч. 54 кг/га симбіотичного у буркуну і відповідно 172 та 96 кг/га – у конюшини. Збільшення вмісту гумусу склало 0,7 %. Вміст азоту зріс у ґрунті на 23 %, фосфору – на 48,7 %, калію – на 48,1 % [41].

Під козлятником накопичується 11 – 13 т/га сухої маси коренів з 180 – 212 кг/га азоту [42].

Позитивний вплив вирощування бобових багаторічних трав проявляється також на покращенні агрофізичних властивостей ґрунту, зокрема утворення агрономічно-цінної структури. Частка агрономічно цінної фракції ґрунту розміром 0,25 – 10 мм під люцерною зросла з 66,9 до 73,5 %, а під стоколосом – з 67,8 до 74,2 % за 4 роки на чорноземах суглинкових.

Коефіцієнт структурності зріс з 2,02 до 2,77 і 2,11 до 2,89 % відповідно, водостійкості – з 0,72 до 0,73 і з 0,70 до 0,73 відповідно. Об'ємна вага ґрунту на кінець досліджень склала 1,3 і 1,25 г/см³ відповідно [43].

Козлятник східний в 30-см шарі ґрунту залишає 23,2 – 23,4 т/га сухої маси коренів, тим більше, чим сухіший ґрунт. В перший рік використання він залишає в ґрунті до 300 кг/га азоту, 65 кг фосфору і 115 кг/га калію. Потужний розвиток кореневої системи не сприяє інтенсивному росту надземної маси. Співвідношення між надземною і підземною масою козлятнику складає 1 до 4,5 на користь підземної [44].

В підземній масі бобових багаторічних трав накопичуються поживні елементи, які після відмирання і розкладу коренів є доступними для наступних культур. В орному шарі найбільше кореневих залишків залишає козлятник – 15,1 т/га, люцерна – 13,2 т/га, конюшина – 9 – 11 т/га [45].

Конюшина лучна здатна фіксувати до 280 кг/га азоту, частка біологічного азоту становить 69 – 80 % [46].

Конюшина лучна на фоні фосфорно-калійних добрив за 2 роки користування забезпечує 22,1 т/га сухої маси, в якій міститься 541 кг азоту, з них 403 кг – симбіотичного. Для отримання такої продукції із злакових трав, необхідно 480 кг азоту з мінеральних добрив. В рік сівби конюшина лучна дає урожай 2,5 – 3 т/га сухої речовини з вмістом 80 – 110 кг/га азоту, а разом з кореневими рештками – 120 – 150 кг/га, що рівноцінно 20 – 30 т/га гною. Перший укіс конюшини лучної використовують на зелену масу, а другий – на сидерат в кінці липня на початку серпня і готують площу під посів озимої пшениці [47].

Козлятник залишає до 16,6 т/га кореневих рештоків з якими надходить в ґрунт до 229 кг/га азоту, до 93 кг/га фосфору і до 141 кг/га калію [48].

За даними ВНИИ сільськогосподарської мікробіології в Росії розміри симбіотичної азотфіксації конюшини становлять 140 – 180 кг/га в рік, люцерни 180 – 250 кг/га, інших бобових трав 100 – 150 кг/га. В ґрунті залишається відповідно 60 – 70, 80 – 120 і 50 – 60 кг/га азоту [49 – 51].

Азотфіксація конюшини лучної 250 – 300 кг/га, а люцерни 450 – 500 кг/га в рік [52 – 54]. Лядвенець фіксує 150 – 300 кг/га азоту [55 – 57].

Козлятник східний з урожаєм сухої речовини 6 т/га залишає в ґрунті 16 т/га органічних решток, в яких міститься 315 кг азоту, з якого 46 % залишається в ґрунті, а решта виноситься з урожаєм в умовах Іванівської області на фоні $P_{90}K_{120}$ [58, 59].

Після вирощування конюшини вміст гумусу зріс на 0,9 %, а запаси гумусу – на 2,9 т/га [60].

Люцерна на лучно-бурих землях Приморського краю за 4 роки сприяє зростанню коефіцієнта структурності ґрунту з 1,69 до 6,59, кількість водостійких агрегатів зростає на 36 – 51 % [61].

Під козлятником накопичується до 17 т/га органічних решток і залишається в ґрунті до 150 кг/га азоту, 75 кг фосфору, 26 кг калію [62].

Люцерна залишає до 10 т/га сухої маси коренів за 3 роки, що на 3,4 – 3,7 т/га більше, ніж конюшина лучна [63].

На дерново-підзолистому ґрунті коефіцієнт структурності ґрунту після конюшини лучної становить 1,53, лядвенцю рогатого – 1,44. Відсоток водостійких агрегатів – відповідно 43 % і 43,3 %, щільність ґрунту в кінці другого року життя трав, відповідно 1,46 і 1,48 г/см³ [64].

Основним показником середовищепокращуючих властивостей бобових багаторічних трав є накопичення коренепоживної маси і вміст в ній поживних елементів. В коренях лядвенця міститься 43 % біологічного азоту, буркуну – 39 %, конюшини – 60 %. Після двох років вирощування буркуну в ґрунті залишається 27 ц/га сухої речовини коренів з вмістом 44 % азоту, 16 % фосфору, 35 % калію, конюшини – 43 ц/га з 67 % азоту, 26 % фосфору, 67 % калію, лядвенцю – 34 ц/га з 47 % азоту, 16 % фосфору, 495 калію [65].

Люцерна залишає до 10 т/га коренів з вмістом 100 кг/га азоту [66, 67].

Після трирічного вирощування лядвенцю рогатого, люцерни посівної та еспарцету піщаного, сівби після них озимої пшениці, вміст гумусу на сірих лісових ґрунтах був найвищим після лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного

та склав 2,8 %, що на 0,1 % більше, ніж після люцерни посівної та на 0,5 % більше, ніж після чорного пару. Вміст легкогідролізованого азоту становив 7,3 мг/100 г ґрунту після лядвенцю, що на 0,2 мг більше, ніж після люцерни та еспарцету, рухомого фосфору – 18 мг/100 г ґрунту, що на 1 мг більше, ніж після еспарцету, на 2,5 мг більше, ніж після люцерни та на 4 мг більше, ніж після чорного пару. Вміст обмінного калію після еспарцету склав 5,7 мг/100 г ґрунту після еспарцету, що на 0,3 мг більше, ніж після лядвенцю та на 1,5 мг більше, ніж після люцерни і на 1,7 мг більше, ніж після чорного пару. Гідролітична кислотність найменша була після вирощування лядвенцю – 2,86 мг. екв./100 г ґрунту, що на 0,65 мг менше, ніж після люцерни, на 0,75 мг менше, ніж після еспарцету та на 2,06 мг менше, ніж після пару чорного [68].

Отже, проведений літературний аналіз свідчить, що бобові багаторічні трави здійснюють комплексний позитивний вплив на показники родючості ґрунту, збільшуючи запас гумусу, поживних речовин азоту, фосфору, калію і кальцію, зменшують кислотність ґрунту та покращують структурність і водостійкість ґрунтових агрегатів.

Показано, що мінеральний азот після вирощування бобових багаторічних трав накопичується переважно у їх кореневій масі, в той час як у ґрунті його вміст у 6 разів менший, особливо за сухої погоди в період вегетації трав. Також суха погода сприяє збільшенню маси кореневих систем трав.

Вирощування більшості бобових багаторічних трав рівноцінне внесенню 35 – 40 т/га гною. Перетворення маси коренів у гумус починається з другого року життя трав, коли ґрунт під ними ущільнюється та сповільнюється процес мінералізації. Сприяє гуміфікації та накопиченню у ґрунті мінеральних поживних речовин заміна оранки бобових трав на глибоке рихлення. В той же час такі позитивні впливи на ґрунт вивчені лише для обмеженого набору бобових трав – люцерни посівної, конюшини лучної і козлятнику східного, а для решти культур – еспарцету піщаного, буркуну білого і лядвенцю рогатого – недостатньо, що потребує обґрунтування.

1.3. Екологічні особливості добору бобових багаторічних трав різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування

Бобові багаторічні трави в першу чергу є збалансованим та повноцінним кормом для тваринницької галузі сільськогосподарського виробництва, тому при виборі видів бобових багаторічних трав для різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, враховують їх урожайність, придатність для отримання певного виду кормів, стійкість в агроєкосистемі, а також їх екологічну роль щодо комплексного впливу на ґрунт та наступні культури у сівозміні.

Правильна система виробництва кормів повинна мати оптимальне співвідношення польового і лучного кормовиробництва. Особливе значення мають багаторічні бобові трави на польових землях і природних кормових угіддях, які є не тільки важливим джерелом кормів, але й основним фактором біологізації землеробства. При обмеженому ресурсному забезпеченні сільського господарства, коли баланс органічних речовин ґрунтів несприятливий, зростає значення біологізації землеробства, оскільки щорічні витрати від мінералізації гумусу дуже значні.

За даними В.Ф. Сайка, щорічні втрати ґрунту в Україні становлять близько 600 млн. т, зокрема понад 20 млн. т гумусу. Щоб відновити цю втрату, треба вносити 15 – 20 т органічних добрив на гектар, замість 0,2 – 0,5 т, які нині вносяться [101, 102].

Відновлення родючості ґрунту можливе за рахунок внесення органічних добрив або посіву бобових багаторічних трав. Враховуючи те, що в останні роки внесення органічних і мінеральних добрив зменшилось в 3 – 5 разів, головну роль у підтриманні бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах і їх родючості належить бобовим багаторічним травам та зернобобовим культурам, які за рахунок фіксації азоту із повітря залишають в ґрунті до 80 – 150 кг/га біологічного азоту.

Виключно велике значення мають бобові багаторічні трави у вирішенні проблеми ресурсозбереження і стабілізації урожайності сільсько-господарських культур, тому що на їх вирощування витрачається в 2 – 3 рази менше енергії в порівнянні із зерновими і просапними культурами [103].

Оптимізація структури посівних площ бобових багаторічних трав і збільшення продуктивності кормових культур знизить дефіцит гумусу на 20 – 25 %, а надходження біологічного азоту зросте у 2 рази. Кормовиробництво є одним з основних стабілізуючих факторів, за допомогою якого можна забезпечити не тільки продуктивність, але й стійкість агроландшафтів. Проте, внаслідок потепління клімату важливим є оптимізація видової структури бобових багаторічних трав [104].

У структурі польових кормових культур найбільшу частку повинні займати бобові багаторічні трави, площі посіву яких необхідно відновити до рекомендованих для зони Лісостепу норм 45 – 50 %. Серед багаторічних бобових трав особливе місце відводиться люцерні – найбільш продуктивній та найменш енергоємній високобілковій культурі. У Лісостепу вона повинна займати 50 – 60 % від усіх посівів бобових багаторічних трав. На кислих ґрунтах перевага надається конюшині лучній. Для сухих земель потрібно використовувати еспарцет піщаний [105]. Одним з вирішальних факторів при виборі трав в умовах змін клімату є їх адаптивність до періодичної протягом вегетаційного періоду нехватки вологи. Цьому сприяє глибокий розвиток кореневої системи трав, що в першу чергу властиве для люцерни. Вона здатна швидко відновлювати ріст при покращенні вологозабезпечення. Поряд із цим, розміщення люцерни на бідних і кислих ґрунтах обмежує ріст коренів і зменшує посухостійкість. Люцерна накопичує до 9 т/га сухої речовини і 180 кг/га біологічного азоту. Лядвенець має меншу стійкість до засухи, ніж люцерна. Його коренева система добре розгалужена та проникає вглиб до 1,5 м і добре адаптована до кислих та бідних ґрунтів. Лядвенець дає 7,5 т/га сухої речовини і накопичує 70 кг/га біологічного азоту. Козлятник східний також є посухостійким, але добре розвивається при нейтральній

кислотності і родючих ґрунтах з високою водоутримуючою здатністю. Урожай сухої речовини козлятнику східного сягає 9 – 10 т/га [106].

Люцерна посівна вирощується в Лісостепу з давніх-давен, краще пристосована до ґрунтового-кліматичних факторів та зміни умов вирощування, відзначається пластичністю, довговічністю, багатокісністю, високою кормовою цінністю і забезпечує найбільший урожай листостеблової маси та вихід поживних речовин з найвищою енергетичною ефективністю. Тому на сьогоднішній день вона залишається основною бобовою культурою Лісостепу. Проте, використання еспарцету піщаного, лядвенцю рогатого, буркуну білого та козлятнику східного має бути доповнюючим з максимальним використанням їх біологічних особливостей в конкретних ґрунтового-кліматичних умовах. Зокрема у еспарцету піщаного – це стала насіннева продуктивність, раннє досягнення укісної стиглості в першому укосі та висока біологічна стійкість до несприятливих умов вирощування. У буркуну білого – це здатність формувати високі врожаї зеленої маси на піщаних, малородючих та засолених ґрунтах, висока посухостійкість і зимостійкість. У лядвенцю рогатого – продуктивне довголіття і здатність рости на низькопродуктивних та кислих ґрунтах. У козлятнику східного – це продуктивне довголіття, висока біологічна пластичність. Переваги цих трав дадуть можливість в деяких умовах отримати урожай вищий, ніж люцерни посівної [20]. В умовах Хмельницької області більшу урожайність зеленої маси забезпечує конюшина лучна: за 2 укоси – 39,5 т/га, люцерна – 37 т/га першого року використання і 36,6 т/га 2-го року використання. На 3-й і 4-й роки використання травостою люцерни її урожайність різко падає. За сприятливих умов вегетації урожайність конюшини становить 48,4 т/га, а люцерни 1-го року використання 43,9 т/га, а 2-го року – 49,1 т/га. За несприятливих погодніх умов урожай конюшини становить 32,8 т/га, а люцерни – 31,9 та 27,2 т/га відповідно. Зниження урожайності під впливом погодніх умов у конюшини склало 32 %, у люцерни першого року використання – 27 %, 2-го – 45 % [107].

Еспарцет піщаний добре росте на всіх ґрунтах, за винятком кислих, витримує засолення. Має добру розчинність кореневих виділень і може рости на кам'янистих та грубих щербенистих ґрунтах, де інші культури не дають урожаю. Не витримує лише тривалого (понад 30 днів) затоплення весняними водами [108, 109].

За біологічними особливостями буркун білий характеризується як посухостійка та морозостійка і менш вибаглива до ґрунтових умов вирощування культура. Біологічною особливістю буркуну є здатність до засвоєння фосфору із важкорозчинних сполук та збагачення ґрунту обмінними формами калію [36, 110, 111].

В кормовиробництві використовується обмежений набір кормових культур, що призводить до перебоїв у зеленому конвеєрі. Необхідність підвищити ефективність використання потенціалу продуктивності рослин вимагає залучення в господарське використання малопоширених у виробничих умовах видів бобових багаторічних трав з одночасною розробкою технології їх вирощування [112, 113].

Серед традиційних багаторічних бобових трав – люцерни посівної, конюшини червоної та еспарцету піщаного, останніми роками набувають широкого розповсюдження козлятник східний, а в південних регіонах буркун білий і навіть лядвенець рогатий. Про переваги нових культур чи їх недоліки, у порівнянні з давно відомими степовими травами, до сьогоднішніх умов господарювання ніхто не повідомляв і не проводив. Дослідження, проведені Маткевичем В.Т. (2006) в Україні показали, що козлятник східний забезпечує найвищий збір сухої речовини – 86,84 ц/га, в той час як люцерна посівна, конюшина червона, еспарцет та буркун білий поступаюся відповідно на 25,0, 27,9, 23,3 та 26,8 ц/га, а лядвенець рогатий – на 41,8 ц/га [114 – 116].

В умовах буроземних ґрунтів Карпат найвищу урожайність забезпечує конюшина лучна – 670 ц/га, люцерна – на 62 ц/га менше, а лядвенець – на 151 ц/га менше. Запас сухої кореневої маси змінювався в рік сівби до третього

року життя у люцерни – 12,9 т/га, 13,3 і 16,2 т/га, у конюшини – 13,8 т/га, 16 т/га і 12 т/га у лядвенцю – 7 т/га, 9,9 т/га, 8,7 т/га [117].

Серед бобових трав, які невибагливі до умов зростання та стійкі до екстремальних погодних умов виділяється лядвенець рогатий [118, 119].

Одним з найкращих видів при вирощуванні на схилі, низькопродуктивних землях, є лядвенець рогатий. Серед багаторічних бобових трав він надійно захищає ґрунт від ерозії. Для нього характерні висока поживність і кормова цінність, зимостійкість, довговічність, стійкість до втоптування при випасанні, здатність порівняно добре рости і розвиватися на кислих ґрунтах. Навіть при рН сольової витяжки 4,0 лядвенець рогатий росте задовільно, може фіксувати азот близько 60 % від його потенційної здатності. Конюшина лучна при такій кислотності фіксує не більше 5 – 6 % азоту [120 – 123].

Лядвенець рогатий відзначається доброю зимостійкістю, стійкістю до втоптування, достатньою посухостійкістю, довговічністю – в травостой тримається до 10 років. Краще інших бобових трав переносить ґрунтову кислотність – він здатний рости на ґрунтах з широким діапазоном рН (4,9 – 7,7), але оптимальною є рН 5,8. Особливо цінна культура для бідних піщаних і супіщаних ґрунтів. Крім стійкості до несприятливих факторів середовища, лядвенець рогатий привабливий ще й тим, що за вмістом сухої речовини і білка у зеленій масі не поступається таким бобовим культурам як люцерна і конюшина [124 – 126].

Лядвенець добре відростає після скошування і спасування, за вегетаційний період можна одержати 3 – 4 укуси зеленої маси [127, 128].

У сучасному кормовиробництві все ширше використовують нетрадиційні кормові рослини, які відрізняються меншою собівартістю кормів, високою адаптивністю, а також допомагають вирішувати проблему родючості та захисту ґрунтів. Зокрема, в цьому плані до перспективних кормових рослин, які заслуговують на освоєння сільськогосподарським виробництвом, відносять галегу східну. Вона забезпечує стабільні врожаї

високобілкового корму на виведених із сівозміни полях (зеленої маси – 300 – 800 ц/га, сіна 60 – 160 ц/га) і не поступається традиційним бобовим травам – конюшині, люцерні, буркуну та перевершує їх за зимостійкістю і довготривалістю. Ця багаторічна рослина відзначається дуже раннім відростанням і тривалою, до глибокої осені, вегетацією [129, 130].

Посіви, які набули повного розвитку, невибагливі до умов вирощування, на одному місці без будь-якого догляду можуть рости та давати продукцію більше десяти років [131].

Козлятник східний – багаторічник з біологічно- та господарсько-цінними ознаками. Культура відзначається високою врожайністю надземної маси і за цим показником значно перевищує конюшину та люцерну. Зимостійкість та холодостійкість козлятнику східного зумовлює ранньовесняне відростання надземної маси та тривалість періоду вегетації аж до замерзання ґрунту. Завдяки цьому з другого року вирощування можливо отримувати за 2 – 3 укоси від 30 до 70 т/га зеленої маси [132, 133].

Продуктивність козлятнику східного на Київщині перевищує люцерну і врожай зеленої маси протягом п'яти років сягає 650 ц/га. В господарствах Тернопільщини козлятник східний проростає на одному місці більше десяти років і врожайність зеленої маси складає 836 ц/га [134 – 137].

В умовах Карелії в перший рік використання травостою козлятник дає урожай 18,1 т/га зеленої маси, а конюшина – 48,6 т/га, а в наступний – відповідно 63,4 та 55,5 т/га [138].

Отже, проаналізувавши літературні джерела, встановлено, що внаслідок деградації ґрунтів та змін клімату важливим є оптимізація видового складу бобових багаторічних трав. Використання різноманіття видів бобових багаторічних трав має бути доповнюючим до основних видів – люцерни і конюшини. Максимальне використання біологічних особливостей малопоширених бобових багаторічних трав дозволить не тільки отримати вищі врожаї зеленої маси, ніж традиційних трав, а й покращити екологічний стан ґрунтів.

1.3. Еколого-біологічні особливості розвитку корневих систем бобових багаторічних трав

Відомо, що процеси, які відбуваються у вегетуючих органах багаторічних бобових трав мають прямий зв'язок з функцією підземної частини рослини. Чим більший об'єм і протяжність кореневої системи, тим більша урожайність зеленої маси багаторічних трав. Добре розвинена коренева система сприяє ефективному використанню поживних елементів та вологи з ґрунту [139, 141].

Одним з показників розвитку кореневої системи бобових багаторічних трав є діаметр кореневої шийки – коронки. Чим більший її діаметр, тим більше бруньок відновлення формує рослина [142].

У посушливих умовах корені люцерни в рік сівби за безпокровного вирощування проникають до глибини 120 – 140 см, а за сівби під покрив ячменю на зерно – до 40 см. За достатнього вологозабезпечення кореневій системі немає необхідності проникати глибоко [87].

В рік сівби козлятник формує масу сирих коренів 7,2 – 18,6 т/га. Чим більша маса коренів, їх об'єм і довжина, тим більша надземна вегетативна маса [143 – 144].

Найбільш стійкі в посівах є еспарцет піщаний, лядвенець рогатий і люцерна жовта в умовах чорноземів Белгорода. На 6-й рік вегетації люцерна посівна зріджується більше, ніж вказані трави. Люцерна, лядвенець і еспарцет забезпечують найбільший урожай на 3-й рік життя – відповідно 5,9, 5,9 та 6,5 т/га абсолютно сухої речовини, а конюшина – на 2-й рік – 5,2 т/га. Найбільшою стійкістю за роками по урожайності відзначався еспарцет піщаний. На 6-й рік він зменшив урожай сухої речовини на 43,7 % порівняно з 3-м роком. Дякуючи глибокій кореневій системі, він не відчуває нестачі вологи. Люцерна зменшила урожай на 68,5 %, а лядвенець займав проміжне місце [145]. Показником морозостійкості бобових багаторічних трав є

глибина залягання кореневої шийки. У конюшини вона становить 1 – 2 см, у люцерни до 8 – 9 см. Тому люцерна є більш морозостійкою [146].

В той же час потужний розвиток кореневої системи козлятнику не сприяє інтенсивному росту його надземної маси. Співвідношення між надземною і підземною масою козлятнику складає 1 до 4,5 на користь підземної [147].

В рік сівби у люцерни швидше наростає надземна маса, ніж підземна. Їх співвідношення становить 1 до 0,3. Підземна маса починає переважати надземну починаючи з другого року [148].

Багаторічні бобові трави, які є довгорічними, на початку свого росту і розвитку формують кореневу систему [149 – 150].

У козлятнику зростає маса кореневої системи від першого до наступних років, а у люцерни найбільша маса коренів була 2-го року, а потім знижувалась. На 5-й рік вегетації козлятник накопичує 13 – 16 т/га кореневої маси у якій міститься 270 – 320 кг азоту, 80 – 95 кг фосфору, 160 – 200 кг калію. В умовах зрошення він дає за рік 4 укоси і за урожайністю переважає люцерну в 1,1 – 1,6 рази [152].

У буркуну корінь потовщений у верхній частині, з добре розвиненими бічними коренями, глибоко проникає в ґрунт, досягаючи підґрунтя. До ґрунтів маловимогливий. Росте на пісках, солончаках, пересушених ґрунтах. Не перносить надмірної вологи, запливаючих ґрунтів, погано керованих, кислих. Буркун в рік посіву за ранньої сівби може зацвісти. В перший рік життя до середини травня його надземна маса відповідає підземній. В кінці червня надземна маса переважає підземну в 4 рази, в кінці липня – в 5 раз, в кінці серпня – в 3, а у вересні – в 1,5 рази [151].

Еспарцет піщаний має добре розвинений корінь, який проникає до 150 – 200 см. З кореневої шийки розвивається вторинне коріння. Через 1,5 – 3 тижні після появи сходів коренева шийка втягується в ґрунт на 1,5 – 2 см. Цей процес триває до 2 – 3-го року життя. Найвища продуктивність на 2 – 3-й рік життя. Посухостійкий, зимостійкий.

Конюшина в польових умовах росте 2 – 3 роки. Коренева система становить 40 % надземної маси. Вона проникає в ґрунт від 20 см в рік сівби до 150 – 200 см. Найвищу урожайність дає на другий рік життя, на третій сильно зріджується, а на четвертий майже вся випадає. Вологолюбна, не посухостійка. Добре росте при сумі опадів за рік не менше 450 – 500 мм. Пошкоджується морозами мінус 15 градусів, а на весні навіть при мінус 8. Не витримує кислих, солоних і супіщаних ґрунтів.

Люцерна росте 5 – 7 років. Корінь проникає до глибини 10 м і більше. В шарі ґрунту 0 – 200 см його вага становить 4 – 5 т/га. Корінь скорочується і втягує у ґрунт на 3 – 5 см нижче від поверхні кореневу шийку. Розвивається дуже швидко. В перший рік життя при ранній безпокровній сівбі забезпечує високу урожайність. Повного розвитку досягає на 2 – 3 рік життя, а з 4-го року дуже зріджується. Посухостійка, не витримує кислих ґрунтів. Має більшу зимостійкість і отавність, ніж конюшина.

Лядвенець рогатий має корінь, що сягає глибини 150 см. Росте 5 – 6 і більше років. Помірнопосухостійка і зимостійка рослина, солевитривала, не вибаглива до ґрунтів. Більш зимо- і посухостійка, ніж конюшина лучна, більш пластична до кислого і солоного ґрунту, але дає меншу урожайність [153 – 154]. В засушливих умовах в рік сівби козлятник східний дуже зріджується і впродовж кількох наступних років дає низький урожай. В той час лядвенець рогатий краще переносить посуху і дає вищий урожай [155 – 156]. Такі біологічні особливості бобових багаторічних трав дозволяють отримати коефіцієнт енергетичної ефективності: у люцерни – 6,2, у конюшини – 5,1, у козлятнику – 5,6 [157 – 160]. Отже, проведеним аналізом визначено, що об'єм і протяжність корневих систем бобових багаторічних трав впливає на поглинання вологи і поживних речовин з ґрунту, морозостійкість рослин і в результаті – на урожайність зеленої маси. В той же час невідомо, як морфологічні особливості кореневої системи бобових багаторічних трав впливають на поглинання токсичних речовин з ґрунту.

РОЗДІЛ 2

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ

2.1. Умови росту і розвитку бобових багаторічних трав

Дослідження проводилися впродовж 2013 – 2017 рр. у Науково-дослідному господарстві (НДГ) «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету у селі Агрономічне Вінницького району за 7 км на південь від обласного центру міста Вінниці, а також у господарствах Вінницького та Тиврівського району Вінницької області, що застосовують інтенсивні технології хімізації землеробства при вирощуванні сільськогосподарських рослин.

Дослідне поле Науково-дослідного господарства «Агрономічне», де проводилися польові дослідження, знаходиться в центрі Вінницької області і розміщене майже на межі двох геоморфологічних районів: Летичівсько-Літинської давньоалювіальної і водно-льодовикової западини та Вінницької денудаційно-аккумулятивної хвилястої рівнини Придніпровської височини [361].

Територія господарства має рівнинний рельєф, що характеризується незначним підняттям і слабким розчленуванням території. Абсолютні висоти сягають 298 м над рівнем моря. Перепад висот між найвищою частиною вододілів і зниженням балок складає 25 – 30 м.

Поле дослідної ділянки має широкохвилястий тип рельєфу, рівнинні землі значно переважають схилі. Поверхня вододільних плато вирівняна, нахил її не перевищує 2 – 3°, тому поверхневий стік атмосферних і талих вод повільний і змив ґрунтів майже відсутній. Зволоження ґрунту відбувається за рахунок атмосферних опадів, рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 10 – 15 м.

За агрогрунтовим районуванням дослідна ділянка належить до Вінницько-Немирівського підрайону Центрального агрогрунтового району, майже на межі з Хмільницько-Погребищенським агрогрунтовим районом, північної підпровінції Лісостепу правобережного [362, 363].

Грунт на дослідній ділянці – сірий лісовий середньосуглинковий. Агрохімічний склад ґрунту дослідної ділянки характеризується такими показниками: вміст гумусу – 2,0%, азоту легкогідролізованого (за Корнфілдом) – 13,3 мг/100 г ґрунту – низький, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 39,0 мг/100 г ґрунту – дуже високий, обмінного калію (за Чіріковим) – 6,4 мг/100 г ґрунту – середній, кальцію – 12,6 мг /100 г ґрунту – достатній, кислотність гідролітична 0,53 мг.-екв./100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину $pH_{\text{сол.}}$ 7,0 – нейтральна. Забезпечення ділянки мікроелементами: мідь – 5,4 мг/кг ґрунту, цинк – 6,0 мг/кг ґрунту, вміст важких металів: свинець – 1,4 мг/кг ґрунту, кадмій – не виявлений (табл. 1).

Таблиця 1

Агрохімічні показники дослідної ділянки Науково-дослідного господарства «Агрономічне»

№	Показник	Величина	Оцінка
1	Вміст гумусу, %	2,0	Низький
2	Азот легкогідролізований, мг/100 г ґрунту	13,3	Низький
3	Фосфор рухомий, мг/100 г ґрунту	39,0	Дуже високий
4	Калій обмінний, мг/100 г ґрунту	6,4	Середній
5	Кальцій, мг/100 г ґрунту	12,6	Достатній
6	Кислотність гідролітична, мг.-екв./100 г ґрунту	0,53	Нейтральна
7	Реакція ґрунтового розчину, $pH_{\text{сол.}}$	7,0	Нейтральна
8	Мідь, мг/кг	5,4	1,80 ГДК
9	Цинк, мг/кг	6,0	0,26 ГДК
10	Свинець, мг/кг	1,4	0,24 ГДК
11	Кадмій, мг/кг	-	-

За агрокліматичним районуванням територія дослідного господарства віднесена до першого, помірно теплого вологого району [364, 365].

Отже, на основі проведеного аналізу встановлено, що найсприятливіші умови вегетації з урахуванням температурного режиму і рівня зволоженості, були у 2014 році, що відповідає другому року вегетації трав. Найнесприятливіші умови вегетації були характерні для 2016 року, коли трави вегетували четвертий рік.

Експериментальну роботу виконували у ряді дослідів:

Дослід 1. Вивчити вплив вирощування бобових багаторічних трав на зміну агроекологічних і агрофізичних властивостей ґрунту, підвищення його стійкості та здійснення комплексного позитивного впливу на стан агроєкосистем. Вивчали наступні види бобових багаторічних трав: люцерна посівна, конюшина лучна, еспарцет піщаний, буркун білий, лядвенець рогатий, козлятник східний.

Дослід 2. Вивчити процеси росту, розвитку, формування надземної і підземної маси бобових багаторічних трав.

Повторність дослідів чотириразова. Облікова площа ділянки кожного польового дослідів – 50 м², загальна площа ділянки – 70 м². Варіанти у досліді розміщуються систематично у 7 блоків.

Умови росту і розвитку бобових багаторічних трав у значній мірі визначають їх агроекологічне значення щодо позитивного впливу на підвищення родючості ґрунту, зниження концентрації важких металів у ґрунті, зміну коефіцієнта накопичення важких металів послідуною культурою у сівозміні озимою пшеницею і підвищення її урожаю та якості продукції. Основними умовами росту і розвитку бобових багаторічних трав, що визначають їх агроекологічний вплив на загальний стан агроєкосистеми, є схожість та енергія проростання насіння, проходження фаз росту і розвитку, динаміка висоти і густоти.

Схожість та енергія проростання насіння відіграють важливу роль в підтриманні стійкості агроєкосистем. Зокрема висока схожість насіння та його енергія проростання сприяє підвищенню стійкості травостою в

агроекосистемі, його кращій конкурентоздатності з іншими організмами та більшому впливу на агроекологічну стійкість ґрунту.

Проростання насіння бобових багаторічних трав розпочалось на 2-й день після закладки на пророщування і закінчилось на 10-й день. Проте, в межах видів трав спостерігались відмінності. Зокрема найшвидше почало проростати насіння люцерни посівної, буркуну білого і козлятнику східного, в той час як конюшини лучної і лядвенцю рогатого – на 2 дні пізніше, а еспарцету піщаного – на 5 днів пізніше (табл. 2).

Таблиця 2

Схожість та енергія проростання насіння бобових багаторічних трав											
Вид бобових багаторічних трав	Відсоток проростання насіння на день після закладки на пророщування									Енергія проростання, %	Схожість насіння, %
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Люцерна посівна	41	66	83	92	93	94	99	99	99	66	99
Конюшина лучна	-	-	34	35	57	81	83	83	83	-	83
Еспарцет піщаний	-	-	-	-	-	42	53	71	80	-	80
Буркун білий	28	30	44	51	60	74	74	74	74	30	74
Лядвенець рогатий	-	-	60	61	62	64	64	64	64	-	64
Козлятник східний	30	53	61	61	63	64	64	73	73	53	73

На 7 – 8-й день закінчилось проростання насіння люцерни посівної, конюшини лучної та лядвенцю рогатого. Насіння козлятнику східного закінчило проростати на 9-й день, що зумовлено його твердонасінністю, а еспарцету піщаного – на 10-й день.

Найвища енергія проростання на 3-й день після закладки насіння на пророщування відмічена у люцерни посівної – 66 %, козлятнику східного – на 7 % менша, а буркуну білого – на 36 % менша. Решта бобових багаторічних трав, за виключенням еспарцету піщаного, почали проростати на 4-й день після закладки, а еспарцет піщаний – на 7-й день, що пов'язано із

значними розмірами його насінини, наявністю плодової шкірки і, відповідно, повільнішим насиченням вологою.

Найдовше проростало насіння козлятнику східного – 8 днів, люцерни посівної – 7 днів, а найменше – еспарцету піщаного та лядвенцю рогатого – 4 дні. Насіння люцерни посівної найбільш інтенсивно проростало з 2-го по 4-й день, коли проросло 83,7 % всього схожого насіння, конюшини лучної – 4-го, 6-го і 7-го дня, коли проросло 97,6 % схожого насіння, буркуну білого – з 2-го по 6-й день, коли проросло 81,1 % всього схожого насіння, лядвенцю рогатого – на 4-й день з відсотком проростання всього схожого насіння 93,8 %, еспарцету – з 7-го по 9-й день – коли проросло 88,8 % всього схожого насіння, а козлятнику східного – з 2-го по 3-й день, коли проросло 72,6 % всього схожого насіння.

Загальна схожість насіння бобових багаторічних трав становила 64 – 99 %. Найбільшою вона була у люцерни посівної, а найменшою – у лядвенцю рогатого [451].

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення схожості та енергії проростання насіння бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- найшвидше розпочинає – на 2-й день, та найдовше продовжує проростати насіння люцерни посівної, козлятнику східного та буркуну білого – 6 – 8 днів;
- насіння лядвенцю рогатого проростає практично одночасно – за 1 – 2 дні;
- найпізніше починає проростати насіння еспарцету піщаного – на 7-й день;
- трави з пізнім строком початку проростання (еспарцет піщаний, лядвенець рогатий, конюшина лучна) мають скорочений термін повного проростання, який становить 1 – 3 дні.

Як правило багаторічні трави у рік сівби розвиваються дуже повільно, часто відстають у рості, програють конкуренцію іншим організмам (бур'янам). Це значно знижує їх позитивну агроекологічну роль як в

агроекосистемі загалом, так і щодо покращення стану ґрунту зокрема. Тому нашими дослідженнями передбачалось сформувати травостій бобових багаторічних трав безпокровним способом. За таких умов рослини можуть розвиватися набагато швидше, проте потребують більш інтенсивного захисту від несприятливих абіотичних та біотичних факторів.

Проростання бобових багаторічних трав почалось практично одночасно – на 7 – 8-й день після сівби при середньодобовій температурі 16 °С і накопиченні 112 – 128 °С. Повні сходи всіх трав з'явилися на 11-й день при накопиченні 179 °С і середньодобовій температурі 17,3 °С (табл. 3).

Таблиця 3

Проходження фаз росту і розвитку бобових багаторічних трав у рік сівби, днів від сівби

Вид бобових багаторічних трав	Фази росту і розвитку									
	Поч. сходів	Повні сходи	1-й трійч. листок	3-й трійч. листок	Гілкування	Бутонізація	Поч. цвітіння	Поч. відростання	Поч. цвітіння 2 укіс	Поч. цвітіння 3 укіс
Люцерна посівна	7	11	16	24	35	64	70	6	51	-
Конюшина лучна	7	11	18	26	36	80	83	4	49	-
Еспарцет піщаний	8	11	16	24	35	60	62	8	46	-
Буркун білий	7	11	21	24	35	-	-	8	-	-
Лядвенець рогатий	8	11	16	22	35	49	60	8	21	57
Козлятник східний	8	11	21	32	43	-	-	-	-	-

Перший простий листок утворюють еспарцет піщаний, конюшина лучна, буркун білий та козлятник східний. В той час лядвенець рогатий та люцерна посівна формують зразу ж перший складний листок. В цей час на посівах бобових багаторічних трав розвиваються бульбочкові довгоносики, а травостій засмічуються мишієм. Найбільше бульбочкових довгоносиків зустрічається на люцерні посівній, дещо менше – на конюшині лучній і буркуну білому. На решти травах їх не спостерігається.

Таблиця 4

Накопичення активних температур посівами бобових багаторічних трав у різні фази росту і розвитку, °С

Вид бобових багаторічних трав	Фази росту і розвитку									
	Поч. сходів	Повні сході	1-й трійч. листок	3-й трійч. листок	Гілкування	Бутонізація	Поч. цвітіння	Поч. відростання	Поч. цвітіння 2 укіс	Поч. цвітіння 3 укіс
Люцерна посівна	112	179	272	421	612	1142	1267	118	989	-
Конюшина лучна	112	179	309	459	627	1464	1519	73	918	-
Еспарцет піщаний	128	179	272	421	612	1059	1101	166	901	-
Буркун білий	112	179	365	421	612	-	-	-	-	-
Лядвенець рогатий	128	179	272	384	612	843	1059	166	423	1030
Козлятник східний	128	179	365	565	740	-	-	-	-	-

Перший трійчастий листок на 16-й день після сівби з'явився у люцерни посівної, еспарцету піщаного та лядвенцю рогатого при накопиченні суми активних температур 272 °С, на 2 дні пізніше – у конюшини лучної та на 5 днів – у буркуну білого і козлятнику східного.

Третій трійчастий листок найраніше утворився на 22-й день після сівби у лядвенцю рогатого при накопиченні суми активних температур 384 °С та на 24 день – у люцерни посівної, еспарцету піщаного та буркуну білого при накопиченні суми активних температур 421 °С. У конюшини лучної третій трійчастий листок утворився на 2 дні пізніше, ніж у люцерни посівної, а у

козлятнику східного – на 8 днів пізніше. Найшвидше у цей час розвивається лядвенець рогатий.

Гілкування бобових багаторічних трав розпочалось одночасно на 35 – 36 день після сівби при накопиченні суми активних температур 612 °С, окрім козлятнику східного, де даний процес розпочався на 8 днів пізніше при сумі активних температур 740 °С [452, 453].

В цей час спостерігаються морфологічні зміни у досліджуваних трав. Зокрема у еспарцету піщаного після формування 5-го листка з головки на кореневій шийці утворюється кущ, який включає 6 – 12 листків. Подібно розвивається і конюшина лучна, але кількість листків, що відростають з головки у неї становить 5 штук. Поступово кількість стебел у кущах вказаних трав збільшується до 20-ти. Через 46 днів після сівби у еспарцету піщаного відособлюється основне стебло, яке у подальшому утворює квітку.

Гілкування у лядвенцю рогатого починається при утворенні 5-ти листків. При утворенні 8-ми листків у нього спостерігається відростання стебел з підземних бруньок на стеблі.

У буркуну білого гілкування розпочинається при формуванні 6 листків. Гілки в нього розміщені перпендикулярно до основного стебла.

У люцерни посівної при утворенні 7-го листка відростає гілка з бруньок розміщених на підземному стеблі. Через 15 днів відростають гілки з нижніх вузлів надземної частини стебла.

У козлятнику східного відростання гілок з бруньок підземного стебла також розпочинається при утворенні 5-го листка.

Починаючи з фази бутонізації у бобових багаторічних трав спостерігаються відмінності у її настанні. Зокрема у рослин конюшини лучної вона настає через 42 дні після фази гілкування, а у лядвенцю рогатого – через 12 днів.

Фази бутонізації та початку цвітіння в рік сівби бобових багаторічних трав характерні не для всіх видів. Зокрема фаза початку цвітіння у лядвенцю рогатого почалась через 60 днів після сівби при накопиченні суми активних

температур 1059 °С, а у еспарцету піщаного – на 2 дні пізніше. Люцерна посівна почала цвісти через 10 днів після лядвенцю рогатого, а конюшина лучна – через 23 дні при накопиченні суми активних температур 1519 °С. Козлятник східний та буркун білий в рік сівби не цвіли. У буркуну білого відсутність цвітіння компенсується великим надземним вегетативним ростом, а у козлятнику східного надземний ріст в рік сівби мінімальний.

У фазу початку цвітіння рослини лядвенцю рогатого утворюють кущ з 20 – 25 стебел. На кожному стеблі є 7 складних листків. Складні листки трійчасті з 2-ма прилистками. Прості листочки продовгувато-заокруглені, а прилистки загострені. В основі 2-го і наступних складних листків формуються гілки. Кожна гілка несе 1 – 3 складні листки з прилистками. В основі 4 – 7-го складних листків з гілок розвивається квітка.

Кущ еспарцету піщаного включає до 17 стебел. На стеблі є 8 складних листків. У кожному складному листку розміщені 13 – 17 простих листочків. Листя непарно-перисте ланцетовидне, продовгувате. В основі складних листків є невелика гілка з 10 – 12 простими листочками, які є непарноперистими. В основі 5-го і наступних складних листків розвивається квітка.

Кущ люцерни посівної складається з 4-х стебел. Кожне стебло включає 8 гілок. Кожна гілка несе 5 – 8 складних листків. Майже кожне стебло куща утворює квітку.

Таким чином, в рік сівби лядвенець рогатий, еспарцет піщаний, люцерна посівна і конюшина лучна при безпокровній ранньовесняній сівбі розвиваються за ярим типом розвитку, а буркун білий і козлятник східний – за озимим. За несприятливих умов безпокровної сівби (засміченість посіву бур'янами, пригнічення гербіцидом, кислим ґрунтом, недостатнім забезпеченням вологою і поживними речовинами) розвиток трав затримується і може проходити за озимим типом [454, 455].

Відростання бобових багаторічних трав після скошування відбувається через 4 – 8 днів, що залежить від наявності вологи у ґрунті і при накопиченні

суми активних температур 73 – 166 °С. Лядвенець рогатий відростає з нескошеної частини стебла з надземних бруньок та бруньок, розміщених на підземній частині стебла. Люцерна посівна відростає з бруньок, розміщених на рівні ґрунту, а також з бруньок на нескошеній частині стебла. Еспарцет піщаний і конюшина лучна відростають з бруньок, розміщених на рівні ґрунту. Буркун білий відростає з бруньок, розміщених на нескошеній частині стебла, але початковий ріст дуже повільний. З бруньок розвиваються маленькі листочки, але їх лінійний ріст майже відсутній.

При безпокровній сівбі бобових багаторічних трав та їх дуже повільний ріст і розвиток, вони часто заростають бур'янами. Це вимагає застосування гербіцидів. Проте, часто за вологої погоди одноразового обприскування посівів є недостатньо. На це впливає лінійний ріст трав і формування ними листової поверхні. За рахунок інтенсивного росту та великої облистяності еспарцету піщаного і буркуну білого, вони самі себе захищають від другої хвилі бур'янів, і у їх травостой (урожаї зеленої маси) відсоток бур'янів незначний. Лядвенець рогатий та люцерна посівна є більш забур'яненіми, але конкурентоздатними з бур'янами. На безпокровних посівах перерахованих трав достатньо одного обробітку гербіцидами, а у деякі вологі роки додатковий обробіток трав вимагають люцерна посівна і лядвенець рогатий. Найменш конкурентоздатними з бур'янами є конюшина лучна і особливо козлятник східний. Ці трави при безпокровній сівбі вимагають дворазового застосування гербіцидів, а козлятник східний, за певних умов, і триразового. За конкурентоздатністю з бур'янами, багаторічні бобові трави розміщуються у такій послідовності (від більшої до меншої): буркун білий – еспарцет піщаний – люцерна посівна – лядвенець рогатий – конюшина лучна – козлятник східний.

У другому укосі серед бобових багаторічних трав найкраще відростає в рік сівби лядвенець рогатий, який уже через 21 день після скошування, при накопиченні суми активних температур 423 °С, досягає фази початку цвітіння. Еспарцет піщаний, конюшина лучна і люцерна посівна сформували

другий укіс у фазі початку цвітіння через 46 – 51 день після скошування при накопиченні суми активних температур 901 – 989 °С.

Кущ рослин еспарцету піщаного в другому укосі складається з 13 стебел, на кожному з яких в середньому є 8 складних листків. Квітка знаходиться в основі 6-го та наступних листків. На центральному стеблі формується 3 квітки. Порівняно з рослинами еспарцету піщаного в першому укосі, у другому зменшується кількість стебел в кущі на 4, а квітка розвивається на 1 листок вище.

Кущ люцерни посівної має 4 – 7 стебел з 18 складними листками на одному стеблі і 26 квітками. Квітки розміщені на першій гілці в основі 5-го і наступних листків. Порівняно з першим укосом – у другому спостерігається зростання кількості стебел у кущі люцерни посівної на 3 стебла.

Кущ конюшини лучної утворює 22 стебла, з яких лише 3 утворюють квітку. Як правило, в другому укосі цвітіння досягають ті стебла, які не цвіли в першому укосі, тому цвітіння є зрідженим та формується рідкий кущ з великою кількістю прикореневого листя.

Буркун білий у другому укосі утворює лише вегетативні пагони. Спочатку відростання розпочинається дуже повільно з бруньок на нескошеній частині стебла. При висоті скошування 20 см, залишаються нескошеними 4 бруньки. Висота нижньої – 1 см від поверхні ґрунту, наступної – 3 см від попередньої, третьої – 5 см і четвертої – 8 см від попередньої. На краях ділянки по периметру він відростає більш інтенсивно (до 1 м від краю ділянки), що пов'язано із надходженням більшої кількості світла до рослин, що ростуть по краях ділянки. Ця закономірність підтверджується дослідженнями. Проте, через 20 – 25 днів після скошування, рослини буркуну білого також починають відростати з бруньок, розміщених на рівні ґрунту. Рослини буркуну білого, що не були скошені в першому укосі, в першій половині серпня, тобто через 110 днів після сівби, починають засихати, так і не досягнувши фаз бутонізації і цвітіння.

Рослини козлятнику східного вегетували до пізньої осені. Подібно до рослин буркуну білого, через 110 днів після сівби спостерігалось їх засихання. Через 130 днів після сівби спостерігається вилягання рослин козлятнику східного – у кінці серпня – початку вересня.

Після скошування 2-го укосу трав, еспарцет піщаний відростає з бруньок, розміщених на нескошеній частині стебла, а також частково з бруньок на рівні ґрунту. Люцерна посівна відростає з бруньок на рівні ґрунту.

Третього укосу серед бобових багаторічних трав у рік сівби досягає лише лядвенець рогатий через 57 днів після скошування 2-го укосу при накопиченні суми активних температур 1030 °С.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення особливостей росту і розвитку бобових багаторічних трав у рік сівби, необхідно відмітити:

- бобові багаторічні трави мають відмінності як у морфологічних особливостях, так і у процесах росту і розвитку;

- за ярим типом розвиваються лядвенець рогатий, еспарцет піщаний, люцерна посівна, конюшина лучна, за озимим – козлятник східний і буркун білий;

- найраніше досягає фази початку цвітіння лядвенець рогатий – на 60-й день після сівби та до кінця вегетації формує ще 2 укоси у фазі початку цвітіння. Найпізніше починає цвісти конюшина лучна – через 23 дні після лядвенцю рогатого;

- найбільш конкурентоздатними з бур'янами є буркун білий і еспарцет піщаний, а найменше – козлятник східний і конюшина лучна;

Висота рослин відіграє важливу роль у загальній агроекологічній стійкості агроєкосистеми. Чим швидше зростає висота рослин – тим більш конкурентоздатні вони в такій екосистемі, більше поглинають з ґрунту важких металів, потребують менше антропогенної енергії та, відповідно, більше збагачують ґрунт надземним опадам.

Всі бобові багаторічні трави в рік сівби при безпокритому вирощуванні мають дуже повільний ріст перших 30 днів. До цього часу вони виростають від 4 см – козлятник східний, до 10 см – еспарцет піщаний. Середньодобові прирости в цей час становлять від 0,2 см у козлятнику східного до 0,5 см у еспарцету піщаного. Такий повільний ріст бобових багаторічних трав спостерігається до утворення 3-го складного листка у трав (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка висоти бобових багаторічних трав у рік сівби, см													
Вид бобових багаторічних трав	На день після сівби												
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Люцерна посівна	4	8	28	46	78	83/*	12	33	43	55	73/	8	11
Конюшина лучна	3	6	16	24	56	63	68/	11	20	30	34/	5	7
Еспарцет піщаний	7	10	30	43	95/	12	23	31	44	62/	9	9	12
Буркун білий	3	5	26	42	95	118	130/	20	20	27	62	69	69/
Лядвенець рогатий	2	6	16	26	49/	6	21	32/	6	7	22	26/	5
Козлятник східний	3	4	16	19	23	51	61	64	64	64	64	62/	20

* П р и м і т к а : / - відбулось скошування вегетативної маси трав.

Починаючи з 30-го по 60-й день вегетації прирости істотно зростають у еспарцету піщаного, люцерни посівної, буркуну білого. На 60-й день вегетації найвищими є еспарцет піщаний та буркун білий – 95 см, а також люцерна посівна – 78 см. Середньодобові прирости за вказаний проміжок часу коливались від 3,0 см у буркуну білого до 2,3 см у люцерни посівної. Конюшина лучна, лядвенець рогатий і козлятник східний мають прирости за цей час менші – від 1,7 см/добу у конюшини лучної, до 1,0 см/добу у козлятнику східного. За цей час трави проходять фази гілкування, бутонізації, а деякі – початок цвітіння. Зокрема еспарцет піщаний та

лядвенець рогатий досягли фази початку цвітіння з висотою 95 см та 49 см відповідно.

За наступний проміжок часу – з 60-го по 80-й день вегетації інтенсивність лінійного приросту зменшується у люцерни посівної і конюшини лучної до 0,5 – 0,6 см/добу. Це співпадає з фазами початку бутонізації – початку цвітіння люцерни посівної та гілкування – початку бутонізації – початку цвітіння – конюшини лучної. Люцерна посівна досягла висоти 83 см, а конюшина лучна – 68 см.

Буркун білий продовжував інтенсивно рости і в наступний часовий проміжок – з 60-го по 90-й день з середньодобовими приростами 1,2 см, що пов'язано з відсутністю фаз бутонізації і цвітіння в цей час.

Рослини козлятнику східного інтенсивно росли з 30-го по 70-й день з середньодобовими приростами 1,2 см, а з 70-го дня інтенсивність росту зменшилась до 0,65 см/добу.

Найбільші середньодобові прирости бобових багаторічних трав у першому укосі, за виключенням козлятнику східного, спостерігались за період 50 – 60-й день вегетації, а у козлятнику східного – за 60 – 70-й день вегетації [456].

Під час формування другого укосу трав середньодобові прирости лядвенцю рогатого склали 1,52 см/добу, люцерни посівної – 1,43 см/добу, еспарцету піщаного – 1,35 см/добу. Прирости конюшини лучної були в 2 рази меншими і склали 0,70 см/добу. У цих трав вегетативний ріст протягом всього терміну формування 2-го укосу був приблизно рівномірним.

У другому укосі бобових багаторічних трав не спостерігається єдиної тенденції щодо переваги якогось часового проміжку у швидкості росту. Це зумовлено скошуванням трав у різний календарний строк та різні погодні умови. Так, люцерна посівна і еспарцет піщаний найбільш інтенсивно росли в період з 10-го по 20-й та з 40-го по 50-й день після скошування першого укосу, буркун білий – з 30-го по 40-й день, а лядвенець рогатий – з 20-го по 30-й день.

Трави, що формують один укіс протягом вегетації (козлятник східний і частково буркун білий), мають інтенсивний вегетативний ріст перші 90 – 100 днів. Потім ріст затухає і практично припиняється. При скошуванні буркуну білого через 80 днів після сівби, за його висоти 130 см, відновлення вегетативного росту відбувається через 30 днів у вигляді розпускання листочків з бруньок на нескошеній частині стебла, але їх лінійний ріст практично відсутній. Лише через 35 – 40 днів після скошування, ріст буркуну білого істотно зростає і сягає 69 см через 60 днів після скошування. Інтенсивніший ріст буркуну білого спостерігався по периметру ділянки, що пов'язано з нерівномірним освітленням рослин в першому укосі.

Найвищими у другому укосі є рослини люцерни посівної – 73 см, буркуну білого – 69 см та еспарцету піщаного – 62 см. Проте, середньодобові прирости рослин буркуну білого склали 1,15 см, що на 0,2 – 0,3 см/добу менше, ніж у люцерни посівної та еспарцету піщаного.

Третій укіс серед бобових багаторічних трав утворили лише рослини лядвенцю рогатого з середньодобовими приростами 0,46 см при кінцевій висоті травостою 26 см.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення особливостей збільшення висоти бобових багаторічних трав у рік сівби, необхідно відмітити:

- перші 30 днів вегетації, до фази 3-го складного листка, всі бобові багаторічні трави мають дуже повільний ріст і розвиток та в найбільшій мірі в цей час потребують захисту від бур'янів;

- наступні 30 днів, коли трави перебувають у фазах стеблуння – гілкування, інтенсивність росту суттєво зростає у 5 – 6 разів у рослин буркуну білого, еспарцету піщаного та люцерни посівної. Прирости у 3 – 4 рази більші, ніж у перші 30 днів вегетації, спостерігаються у козлятнику східного, конюшини лучної та лядвенцю рогатого;

- при досягненні фази бутонізації, інтенсивність лінійного росту зменшується у люцерни посівної та конюшини лучної. Найбільш скоростиглі

трави – еспарцет піщаний та лядвенець рогатий, продовжують інтенсивно рости і при досягненні фази бутонізації;

- із 70-го дня вегетації у трав, які не досягнули бутонізації (буркун білий і козлятник східний), інтенсивність росту зменшується в 2,0 – 2,5 рази;

- найбільшої висоти в рік сівби сягає буркун білий, як дворічна культура, а найменшої – козлятник східний та лядвенець рогатий, як найбільш довговічні культури.

Густота рослин є важливим показником агроекологічної стійкості рослин впродовж усіх років життя. Адже чим більша кількість рослин на одиниці площі – тим більш панівну роль відіграє даний вид в агроecosистемі та є сильноедифікаторним компонентом біоценозу.

Всі бобові багаторічні трави сформували необхідну густоту в рік сівби для високої продуктивності. Найбільшою вона була у лядвенцю рогатого – 468 шт./м², а найменшою у еспарцету піщаного – 198 шт./м². Проте, необхідно відзначити, що різні бобові багаторічні трави мають різну норму висіву, на що впливає габітус (розмір, потужність) рослин та розміри їх насіння. Інші трави сформували густоту на рівні 300 – 450 шт./м² (табл. 6.2.5.).

Польова схожість у бобових багаторічних трав складала 38 – 59 %. Найбільшою вона була у люцерни посівної, а найменшою – у буркуну білого, козлятнику східного та еспарцету піщаного.

Зменшення польової схожості відносно лабораторної у більшості трав склало 32 – 40 % і лише у лядвенцю рогатого 11,5 %.

На другий рік вегетації більшість бобових багаторічних трав зменшили свою густоту, порівняно з першим роком на 40,8 – 52,9 %, лише зрідження рослин еспарцету піщаного склало 13,1 %, що зумовлено формуванням потужних і міцних рослин, які добре протистоять конкуренції бур'янів, хвороб, шкідників та стійкі до несприятливих факторів довкілля. Незначне зрідження травостою козлятнику східного – 2,1 %, пояснюється

розростанням пагонів з материнських рослин, що зумовлює утворення окремих рослин у міжряддях та вільному просторі ґрунту.

Найбільша фактична густина травостою другого року вегетації спостерігалась у посівах козлятнику східного і лядвенцю рогатого – 284 – 277 шт./м² рослин, а найменша – у буркуну білого та еспарцету піщаного – 185 – 172 шт./м² рослин. Густина люцерни посівної і конюшини лучної була подібною і склала 198 – 224 шт./м² рослин.

Таблиця 6

Динаміка густоти травостоїв бобових багаторічних трав за роки вегетації

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації							
	1		2		3		4	
	густина, шт./м ²	польова схожість, %	густина, шт./м ²	зрідженість, %	густина, шт./м ²	зрідженість, %	густина, шт./м ²	зрідженість, %
Люцерна посівна	420	58,9	198	52,9	59	70,2	12	79,7
Конюшина лучна	442	49,6	224	49,3	0	100	-	-
Еспарцет піщаний	198	41,7	172	13,1	53	69,2	26	50,9
Буркун білий	337	37,8	185	45,1	0	100	-	-
Лядвенець рогатий	468	52,5	277	40,8	145	47,7	77	46,9
Козлятник східний	290	40,7	284	2,1	112	60,6	91	18,8

Густина рослин бобових багаторічних трав не відіграє значної ролі у формуванні величини вегетативної маси, оскільки кожна рослина формує кущ, що може складатися з кількох десятків стебел.

На початок третього року вегетації повністю випали з травостою рослини буркуну білого і конюшини лучної. Загибель рослин буркуну білого почалась після першого укусу другого року вегетації і це повністю відповідає його біологічним особливостям. Конюшина лучна може розвиватись і третього року вегетації. Проте через безпокритий спосіб створення її

травостою та формування високого урожаю другого року вегетації, вона повністю випала.

Густота рослин бобових багаторічних трав на початок третього року життя склала 53 – 145 шт./м². Найменшу густоту мали посіви еспарцету піщаного і люцерни посівної, а найбільшу – лядвенцю рогатого і козлятнику східного.

Зрідження бобових багаторічних трав порівняно з другим роком вегетації склало 47,7 – 70,2 %. Найбільше загинуло рослин люцерни посівної і еспарцету піщаного, а найменше – лядвенцю рогатого.

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав відбувається подальше зменшення густоти рослин. Найменшою вона була на посівах люцерни посівної – 12 шт./м², в той час як рослин лядвенцю рогатого – 77 шт./м², а козлятнику східного – 91 шт./м².

Зрідження рослин бобових багаторічних трав порівняно з третім роком вегетації склало 18,8 – 79,7 %. Найбільше випало рослин люцерни посівної, а найменше – козлятнику східного. Значне зрідження травостою також спостерігалось у посівах еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого [457].

Аналіз зрідженості бобових багаторічних трав впродовж чотирьох років вегетації показав, що зменшення густоти травостою люцерни посівної зростає з 52,9 до 79,7 % по відношенню до попереднього року рівномірно по роках із збільшенням частки загинувших рослин із зростанням тривалості життя травостою.

Найбільше зрідження травостою еспарцету піщаного спостерігалось на третьому році життя – 69,2 %. Досягнувши максимального зрідження, на четвертий рік вегетації воно зменшується на 20 % порівняно з третім роком. В той же час на другий рік вегетації еспарцету піщаного, його зрідження було незначним.

Зрідження травостою лядвенцю рогатого було рівномірним впродовж усіх років вегетації і склало 40,8 – 47,7 %.

Зменшення густоти рослин козлятнику східного було найбільшим на третій рік вегетації – 60,6 % із несуттєвим зрідженням на другий і четвертий рік вегетації.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення особливостей зміни густоти рослин бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- всі бобові багаторічні трави відзначаються невисокою польовою схожістю насіння – 37,8 – 58,9 %;

- починаючи з другого року вегетації відбувається зрідження травостою усіх бобових багаторічних трав. Найбільше випадають трави на третьому році вегетації;

- на початок другого року вегетації майже не змінюється, порівняно з першим роком, густота рослин козлятнику східного і еспарцету піщаного;

- за безпокритого вирощування, через два роки вегетації повністю випадають з травостою буркун білий і конюшина лучна, через чотири роки – люцерна посівна і еспарцет піщаний, але продовжують розвиватися лядвенець рогатий і козлятник східний;

- за періодом росту буркун білий і конюшина лучна відносяться до малорічних, люцерна посівна і еспарцет піщаний – до середньорічних, а лядвенець рогатий і козлятник східний – до довгорічних трав.

Починаючи з другого року життя бобові багаторічні трави вступають у етап свого повного розвитку. У цей період і аж до загибелі всі трави розвиваються подібно, тому фенологічні спостереження та динаміка висоти рослин розглядається в сукупності всіх років життя трав.

Початок відростання бобових багаторічних трав на 2-й та наступні роки вегетації припав у середньому за усіх роки досліджень на 8 – 15-те березня і лише козлятнику східного – на 27-ме березня. Найшвидше почали відростати рослини еспарцету піщаного – 8-го березня. Це пов'язано з тим, що дана культура здатна відновлювати весняну вегетацію при найнижчій серед усіх багаторічних бобових трав середньодобовій температурі – 3,8 °С.

На один день пізніше починає відростати конюшина лучна при середньодобовій температурі 4,1 °С. На 4 дні пізніше від еспарцету піщаного відростає буркун білий при середньодобовій температурі 5,0 °С і на 7 днів пізніше – люцерна посівна та лядвенець рогатий, які розпочинають весняну вегетацію на другий та наступні роки вегетації при середньодобовій температурі 6,0 °С.

Таблиця 7

Проходження фаз росту і розвитку бобових багаторічних трав, днів від початку відростання, середнє за другий та наступні роки вегетації

Вид бобових багаторічних трав	Фази росту і розвитку										
	Дата поч. відростання	Кущення	Гілкування	Бутонізація	Початок цвітіння	Поч. відростання 2-й укіс	Бутонізація	Початок цвітіння	Поч. відростання 3-й укіс	Бутонізація	Початок цвітіння
Люцерна посівна	15.03.	34	42	75	90	5	26	34	10	30	46
Конюшина лучна	9.03.	40	54	80	88	7	23	31	5	44	51
Еспарцет піщаний	8.03.	41	49	70	75	21	35	40	8	45	52
Буркун білий	12.03.	37	42	87	93	-	-	-	-	-	-
Лядвенець рогатий	15.03.	34	53	66	71	8	33	45	4	19	24
Козлятник східний	27.03.	21 ¹	28	53	58	8	50	59	17	-	-

¹ П р и м і т к а : ¹ козлятник східний: фаза кущення відповідає розростанню і виходу на поверхню підземних пагонів.

Надземне відростання козлятнику східного розпочалось на 19 днів пізніше, ніж еспарцету піщаного та на 12 днів пізніше, ніж люцерни посівної та лядвенцю рогатого за середньодобової температури 9,2 °С.

Початок відростання бобових багаторічних трав характеризувався появою одиничних пагонів на рослинах.

Накопичення активних температур посівами бобових багаторічних трав у різні фази росту і розвитку, °С, середнє за другий та наступні роки вегетації

Вид бобових багаторічних трав	Середньодобова температура початку відростання	Фази росту і розвитку									
		Кущення	Гілкування	Бутонізація	Початок цвітіння	Поч. відростання 2-й укіс	Бутонізація	Початок цвітіння	Поч. відростання 3-й укіс	Бутонізація	Початок цвітіння
Люцерна посівна	6,0	257	327	798	994	82	548	758	235	779	1050
Конюшина лучна	4,1	287	482	885	1030	114	492	663	106	1052	1142
Еспарцет піщаний	3,8	293	415	686	783	379	758	838	208	991	1091
Буркун білий	5,0	275	343	1119	1201	-	-	-	-	-	-
Лядвенець рогатий	6,0	257	513	708	805	154	652	943	96	543	623
Козлятник східний	9,2	149 ¹	243	613	710	14	106	1299	359	-	-

¹ П р и м і т к а : ¹ козлятник східний: фаза кущення відповідає розростанню і виходу на поверхню підземних пагонів.

Заморозки на поверхні ґрунту мінус 6,0 °С, які спостерігались на початку квітня другого року життя трав зумовили підмерзання листочків бобових багаторічних трав. Зокрема було пошкоджено 30 % поверхні листків козлятнику східного, по 10 % поверхні рослин лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного, 5 % поверхні рослин конюшини лучної. Зовсім не пошкодились заморозком сходи люцерни посівної і буркуну білого.

Через 34 – 41 день після початку відростання, у бобових багаторічних трав спостерігається формування куща з пагонів (стеблуння). Найшвидше ця фаза наставала у люцерни посівної і лядвенцю рогатого, а найпізніше – у еспарцету піщаного. За календарним строком дана фаза настала у більшості бобових багаторічних трав одночасно – 18 – 19 квітня при середньодобовій температурі 9,3 – 10,0 °С і сумі активних температур 257 – 293 °С.

Дещо по іншому в цей час розвивався козлятник східний. На відміну від решти бобових багаторічних трав, які формують кущ, у козлятнику східного спостерігається розростання окремих пагонів з бруньок відновлення на підземній частині стебла, що характеризувало настання фази початку весняного відростання, та із бруньок горизонтальних кореневих паростків, пагони з яких виходять на поверхню ґрунту, займаючи таким чином вільний простір ґрунту, не зайнятий рослинами (міжряддя). Таким чином, одна материнська рослина козлятнику східного формує не кущ, а сукупність окремих (одиночних) пагонів, розосереджених між собою.

Фаза гілкування характеризується появою бічних гілок на центральному пагоні. У більшості трав ця фаза наставала через 42 – 53 дні після початку весняного відростання і лише у козлятнику східного – через 28 днів, що на 14 днів швидше, ніж у люцерни посівної та буркуну білого, і на 25 – 26 днів – ніж у лядвенцю рогатого і конюшини лучної.

За календарними строками, найшвидше фаза гілкування настала у буркуну білого – 23-го квітня і козлятнику східного – 24-го квітня, а найпізніше – у лядвенцю рогатого – 7-го травня.

У рослин конюшини лучної гілкування «умовне», оскільки у них немає центрального пагона, а листя піднімається на гілочках з кореневої шийки.

На початку травня спостерігались заморозки – 2,0 °С. Трави в цей час перебували у фазі гілкування. Серед усіх бобових, були приморожені лише 15 % рослин козлятнику східного з пошкодженням 15 % поверхні листя.

Фаза бутонізації настала через 53 – 87 днів після початку відростання бобових багаторічних трав. Найшвидше – у козлятнику східного, а найпізніше – у буркуну білого.

За календарними строками найраніше даної фази досягли еспарцет піщаний – 17-го травня, козлятник східний – 19-го травня, лядвенець рогатий – 20-го травня, а найпізніше – буркун білий – 7-го червня.

Фаза початку цвітіння, коли відбулось скошування бобових багаторічних трав, найраніше наставала у рослин козлятнику східного – через

58 днів після початку відростання, з накопиченням суми активних температур 710 °С, у лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного – відповідно через 71 і 75 днів, з сумою температур 805 і 783 °С, у конюшини лучної і люцерни посівної – через 88 і 90 днів відповідно, з накопиченням суми активних температур 1030 і 994 °С, а найпізніше – у рослин буркуну білого – через 93 дні після початку відростання з сумою температур 1201 °С.

За календарними строками, найшвидше досягали фази початку цвітіння посіви еспарцету піщаного, козлятнику східного і лядвенцю рогатого – відповідно 22-го, 24-го і 25-го травня. Потім конюшина лучна – 4-го червня і найпізніше люцерна посівна і буркун білий – 13-го червня.

Початок відростання трав у другому укосі спостерігався через 5 – 8 днів після скошування і лише еспарцету піщаного – через 21 день, що пов'язано із формуванням надзвичайно великої маси в першому укосі та сильним виснаженням трав. Посіви еспарцету піщаного характеризувались дуже нерівномірним і розтягнутим у часі періодом відростання, що не дозволяло точно встановити початок фази.

Найшвидше починали відростати рослини люцерни посівної, а рослини буркуну білого після скошування 1-го укосу вже не відростали.

Фази початку цвітіння у 2-му укосі бобові багаторічні трави досягали через 31 – 59 днів після початку відростання 2-го укосу, найшвидше – конюшина лучна, люцерна посівна і еспарцет піщаний – відповідно через 31, 34 і 35 днів, а найпізніше – козлятник східний і лядвенець рогатий – через 59 і 45 днів відповідно. Посіви люцерни посівної та конюшини лучної формували другий укіс, використавши для цього на 236 – 367 °С менше, ніж на формування першого укосу. Решта трав затратили на 55 – 600 °С більше, ніж на перший укіс, особливо козлятник східний.

За календарними строками, найшвидше сформували 2-й укіс посіви конюшини лучної – 12-го липня, потім лядвенцю рогатого – 17-го липня, еспарцету піщаного і люцерни посівної – 22-го липня та найпізніше – козлятнику східного – 30-го липня.

Відростання трав після скошування 2-го укосу відбувалось через 4 – 17 днів: найшвидше – рослин лядвенцю рогатого і конюшини лучної, а найпізніше – козлятнику східного.

Сформували повноцінний третій укіс всі трави, окрім козлятнику східного. Час, необхідний для формування бобовими багаторічними травами третього укосу, склав 24 – 52 дні, найменше – у рослин лядвенцю рогатого, а найбільше – конюшини лучної і еспарцету піщаного. Для формування третього укосу люцерна посівна, конюшина лучна і еспарцет піщаний затратили найбільшу кількість активних температур, порівняно з першим і другим укосами, а лядвенець рогатий – найменшу.

За календарними строками найшвидше досягали фази початку цвітіння у 3-му укосі лядвенець рогатий – 17-го серпня, потім конюшина лучна – 6-го вересня, еспарцет піщаний і люцерна посівна – відповідно 15-го і 16-го вересня. Найбільш повно використовували суму активних температур вегетаційного періоду посіви лядвенцю рогатого, конюшини лучної і люцерни посівної – 2839 – 2802 °С, еспарцет піщаний на 120 °С менше, а козлятник східний – на 467 °С менше.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення особливостей росту і розвитку бобових багаторічних трав на другий і наступні роки вегетації, необхідно відмітити:

- майже всі бобові багаторічні трави починають відростати на другий та наступні роки вегетації впродовж тижня, лише козлятник східний – на 12 – 19 днів пізніше. При найнижчій середньодобовій температурі починають вегетацію еспарцет піщаний і конюшина лучна – 3,8 – 4,1°С;

- настання фази кущення – початку інтенсивного росту бобових багаторічних трав, визначається не стільки накопиченням суми активних температур, як досягненням середньодобової температури навколишнього середовища 9,0 – 10,0 °С;

- починаючи з фази гілкування, спостерігається прискорення розвитку рослин козлятнику східного, порівняно з іншими бобовими багаторічними

травами на 14 – 26 днів від початку весняного відростання, але враховуючи пізні строки початку відростання козлятнику східного, дана фаза за календарними строками настала майже одночасно з іншими видами бобових багаторічних трав;

- з фази бутонізації спостерігається затримка розвитку рослин буркуну білого, порівняно з іншими бобовими багаторічними травами;

- фаза початку цвітіння найраніше настає у рослин козлятнику східного – через 58 днів після початку відростання, а найпізніше – у буркуну білого – через 93 дні. За календарними строками найшвидше досягають даної фази посіви козлятнику східного, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого, а найпізніше – люцерни посівної і буркуну білого;

- заморозки на поверхні ґрунту до мінус 6,0 °С зумовлюють пошкодження таких трав (у порядку зменшення пошкодження): козлятник східний – лядвенець рогатий і еспарцет піщаний – конюшина лучна. Найбільш стійкими до зниження температури були посіви люцерни посівної та буркуну білого. Заморозки мінус 2,0 °С ушкоджували лише рослини козлятнику східного;

- відростання бобових багаторічних трав після скошування першого укосу було рівномірним, окрім еспарцету піщаного, який сильно відставав у розвитку та буркуну білого, який вже не відростає, а рослини відмирають;

- найшвидше досягають другої укісної стиглості, від початку відростання, конюшина лучна, люцерна посівна і еспарцет піщаний, а найпізніше – козлятник східний і лядвенець рогатий. За календарними строками, відповідно, конюшина лучна і козлятник східний;

- відростання бобових багаторічних трав після скошування другого укосу значно розтягується у часі. Найшвидше починають відростати рослини лядвенцю рогатого і конюшини лучної, а найпізніше – козлятнику східного, які третього укосу не формують;

- найкоротший час для формування 3-го укосу був необхідний посівам лядвенцю рогатого, а найдовший – конюшини лучної і еспарцету піщаного.

За календарними строками найшвидше формують укiсну стиглiсть рослини лядвенцю рогатого, а найпiзнiше – люцерни посiвної i еспарцету пiщаного;

- еспарцет пiщаний на високому агрофонi або при вирощуваннi на родючому ґрунтi i за сприятливих погодних умов на другий рiк життя безпокpивної сiвби формує надзвичайно великий урожай зеленої маси у першому укосi, а потiм сильно виснажується, зрiджується та випадає з травостою. На нижчому агрофонi вiн дає менший урожай, тому пiсля скошування першого укосу краще вiдростає та може розвиватися задовiльно i на третiй рiк;

- конюшина лучна на високому агрофонi та родючому ґрунтi в кiнцi другого року життя має кращий вигляд, нiж на бiдному агрофонi. Це пов'язано з вищими її вимогами до родючостi ґрунту. На родючих ґрунтах вона накопичує бiльше поживних речовин та є бiльш стiькою та довговiчною. Проте це не дозволило її посiвам розвиватись третього року.

Порiвнюючи проходження фаз росту i розвитку бобових багаторiчних трав у рiк сiвби i наступнi роки вегетацiї, встановлено:

- спiвпадання тривалостi перiодiв вiд появи сходiв до гiлкування – в рiк сiвби та вiд початку весняного вiдновлення вегетацiї до кущення – другого року вегетацiї, у всiх бобових багаторiчних трав;

- в рiк сiвби сума активних температур, необхідна для початку цвiтiння трав, була в середньому на 200 °С бiльшою, нiж другого року вегетацiї у першому укосi та на 50 – 250 ° С – у другому укосi. Оскiльки на час вiдновлення вегетацiї бобових багаторiчних трав середньодобова температура становила 4,0 – 6,0 °С i впродовж наступних 30 – 40 днiв вона не пiдiймалась вище 8,0 °С, iнтенсивнiсть росту трав у цей час була незначною. Зокрема рослини конюшини лучної i еспарцету пiщаного, якi розпочали вегетацiю найранiше серед усiх бобових багаторiчних трав, а також лядвенцю рогатого – повiльно росли впродовж перших 40 днiв вегетацiї iз середньодобовими приростами 0,1 – 0,2 см (табл. 9).

Посіви люцерни посівної і буркуну білого, які починають вегетацію на 7 днів пізніше, повільно росли впродовж перших 30-ти днів вегетації з середньодобовими приростами 0,20 – 0,25 см, оскільки середньодобова температура була дещо вища внаслідок пізнішого в часі відростання.

Козлятник східний розпочинає вегетацію в кінці березня при середньодобовій температурі 9,0 °С, що сприяло інтенсивному його росту від початку відновлення вегетації. В наступні періоди, починаючи з фази кушення, інтенсивність ростових процесів бобових багаторічних трав істотно зростає. Найбільш рівномірно росли від фази кушення до початку цвітіння рослини люцерни посівної і конюшини лучної з середньодобовими приростами 0,9 – 1,9 см. Це пов'язано з довготривалим періодом вегетації в першому укосі – 88 – 90 днів до початку цвітіння.

Таблиця 9

Динаміка висоти бобових багаторічних трав, середнє за другий та наступні роки вегетації, см
 На день після початку весняного відростання

Вид бобових річних трав	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
багато-	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Людцерна посівна	6	7	11	20	33	45	63	82	94/*	11	26	60	69/	6	26	35	48	62/	-
Конюшина лучна	4	5	6	7	16	33	46	64	79/	15	20	36	60/	7	12	17	20	46/	-
Еспарцет піщаний	8	9	10	12	42	53	71	94/	7	12	18	26	36	82/	7	13	19	34	48/
Буркун білий	4	5	8	14	40	50	76	112	174/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лядвенець рогатий	3	4	6	9	14	26	48/	5	10	22	27	33/	7	20	35/	-	-	-	-
Козлятник східний	4	10	28	64	77	105/	10	18	25	48	58	79/	7	12	22	-	-	-	-

* П р и м і т к а : / - відбулось скошування вегетативної маси трав.

Середньодобові прирости рослин еспарцету піщаного і козлятнику східного становили 1,1 – 3,6 см. Найвищі вони були у рослин еспарцету піщаного на 40 – 50-й день вегетації у фазі кущення – гілкування та на 70 – 80-й день – у фазі бутонізації. Найбільші прирости рослин козлятнику східного припали на 30 – 40-й день вегетації – у фазі гілкування та на 50 – 60-й день – у фазі бутонізації. Подібність ростових процесів еспарцету піщаного і козлятнику східного визначається ранньостиглістю обох трав.

Ростові процеси лядвенцю рогатого були більш рівномірними та значно меншими, ніж еспарцету піщаного і козлятнику східного – 0,5 – 2,2 см/добу, з максимумом на 60 – 70-й день вегетації у фазі бутонізації.

Середньодобові прирости рослин буркуну білого коливались від 0,6 до 6,2 см. Найбільшими вони були на 80 – 90-й день вегетації у фазі бутонізації, проте були також значні – 2,6 – 3,6 см/добу впродовж 40 – 50-го та 60 – 80-го днів у фазі кущення – гілкування.

За календарними строками, більшість бобових багаторічних трав мали найбільші прирости впродовж травня при середньодобовій температурі 15,0 °С, і лише рослини еспарцету піщаного – у третій декаді квітня – травні при середньодобовій температурі 13,5 °С, а люцерни посівної – у травні – першій декаді червня при середньодобовій температурі 18,0 °С.

Серед усіх бобових багаторічних трав, найвищими у першому укосі були рослини буркуну білого – 174 см, потім козлятнику східного – на 69 см менше – 105 см, еспарцету піщаного і люцерни посівної – 94 см, конюшини лучної – 79 см і найнижчі – лядвенцю рогатого – 48 см. Найбільші середньодобові прирости висоти у першому укосі мали посіви буркуну білого і козлятнику східного – 1,87 – 1,81 см, потім еспарцету піщаного – 1,25 см, люцерни посівної – 1,04 см, найменші – у конюшини лучної і лядвенцю рогатого – відповідно 0,90 і 0,68 см/добу.

Інтенсивність росту бобових багаторічних трав у другому укосі є подібною до першого. Найбільш рівномірно зростала висота рослин лядвенцю рогатого із середньодобовими приростами 0,5 – 1,2 см та

максимумом на 20 – 30-й день після скошування першого укосу до початку фази бутонізації.

Рівні приростів висоти рослин еспарцету піщаного становили 0,5 – 1,0 см/добу і лише на 50 – 60-й день після збирання першого укосу, у фазі бутонізації, зросли до 4,6 см/добу.

Прирости висоти рослин конюшини лучної зростали рівномірно з 0,5 см/добу на 10 – 20-й день після скошування першого укосу – до 2,4 см/добу на 30 – 40-й день у фазі бутонізації.

Інтенсивність приростів рослин люцерни посівної складала 0,9 – 3,4 см/добу з максимумом на 20 – 30-й день після скошування першого укосу у фазі кінець гілкування – бутонізація.

Середньодобові прирости рослин козлятнику східного складали 0,7 – 2,3 см з двома максимумами – на 30 – 40-й та 50 – 60-й день після скошування у фазі гілкування і бутонізації відповідно.

Найвищими на час скошування другого укосу були рослини еспарцету піщаного – 82 см і козлятнику східного – 79 см з середньодобовими приростами, відповідно 1,37 і 1,32 см, дещо нижчими – люцерни посівної – 69 см і конюшини лучної – 60 см із середньодобовими приростами 1,73 і 1,4 см відповідно. Найнижчими у другому укосі були посіви лядвенцю рогатого з висотою 33 см та середньодобовими приростами 0,66 см.

Висота всіх бобових багаторічних трав у другому укосі була нижчою, ніж у першому в 1,15 – 1,45 рази. Найбільше відповідали висоті першого укосу рослини еспарцету піщаного, а найменше – лядвенцю рогатого.

Під час формування третього укосу, прирости висоти рослин конюшини лучної були аналогічними до другого укосу і склали 0,3 – 2,6 см/добу, люцерни посівної дещо знизилась до 0,9 – 2,0 см/добу. Інтенсивність росту еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого навпаки, зросла до 0,5 – 1,5 та 1,4 – 1,5 см/добу відповідно.

Найбільшу висоту у третьому укосі мали посіви люцерни посівної – 62 см з середньодобовими приростами 1,24 см, дещо нижчими за висотою

були посіви еспарцету піщаного і конюшини лучної – 48 – 46 см з приростами 0,96 – 0,92 см/добу. Висота рослин лядвенцю рогатого склала 35 см з середньодобовими приростами 1,17 см. Козлятник східний мав висоту 22 см з приростами 0,73 см/добу, але повноцінний укіс господарсько-цінного урожаю не було сформовано.

Порівнюючи динаміку висоти бобових багаторічних трав, встановлено:

- у початковій фазі вегетації, впродовж перших 30 – 40 днів, всі бобові багаторічні трави ростуть дуже повільно, що визначається впливом низьких температур навколишнього середовища;

- чим при нижчій температурі починають весняну вегетацію трави, тим довший в них період повільного росту;

- починаючи з фази кущення бобових багаторічних трав, інтенсивність їх росту суттєво зростає і досягає максимуму у фазу гілкування та бутонізації;

- ранньостиглі трави – еспарцет піщаний і козлятник східний мають два періоди інтенсивного росту – на 30 – 40 – 50-й день після початку відростання, та на 50 – 70-й день, що співпадало по другому строку з іншими бобовими багаторічними травами;

- середньостиглі трави – люцерна посівна, буркун білий, а також лядвенець рогатий мають переважно один період інтенсивного росту – на 60 – 80-й день від початку відновлення вегетації;

- під час формування другого укосу бобових багаторічних трав, їх максимальний приріст припав на фазу гілкування – бутонізація;

- у переважній більшості бобових багаторічних трав висота рослин у другому укосі зменшилась на 24 – 27 % порівняно з першим укосом, у еспарцету піщаного – на 12,8 %, лядвенцю рогатого – на 31,1 %, проте зросла інтенсивність середньодобового приросту у рослин люцерни посівної і конюшини лучної на 40,0 – 35,7 %, еспарцету піщаного – на 8,8 %;

- висота рослин бобових багаторічних трав у третьому укосі була на 10,1 % меншою, ніж у другому укосі у рослин люцерни посівної, на 41,5 % –

еспарцету піщаного, на 72,2 % – козлятнику східного і лише у рослин лядвенцю рогатого висота зроста на 5,7 % порівняно з другим укосом;

При порівнянні ростових процесів бобових багаторічних трав у рік сівби та у наступні роки вегетації, встановлено:

- подібність ростових процесів у початковій фазі вегетації, впродовж перших 30 – 40 днів з інтенсивністю приростів 0,1 – 0,5 см/добу, як у рік сівби, так і в наступні роки вегетації;

- прискорення ростових процесів у другий період вегетації, який за його величиною 1-го і наступних років вегетації співпадав у рослин еспарцету піщаного, люцерни посівної, конюшини лучної, істотно збільшувалось у другому та наступних роках вегетації у козлятнику східного;

- висота рослин у першому укосі в рік сівби бобових багаторічних трав була нижчою, ніж наступних років вегетації у люцерни посівної і конюшини лучної на 11,7 – 13,9 %, буркуну білого на 25,2 %, козлятнику східного на 41,0 %, в той же час висота рослин еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого як в рік сівби, так і в наступні роки вегетації, була аналогічною;

- середньодобові прирости у першому укосі в рік сівби і в наступні роки вегетації були аналогічними у рослин буркуну білого, конюшини лучної; зменшились на другий та наступні роки вегетації у люцерни посівної на 0,36 см/добу, еспарцету піщаного на 0,55 см/добу, лядвенцю рогатого на 0,32 см/добу, але зросли у козлятнику східного на 1,31 см/добу;

- сповільнення середньодобових приростів бобових багаторічних трав на другий та наступні роки вегетації в першому укосі пов'язано з раннім відновленням вегетації при низьких температурах (4 – 6 °C), які не сприяли інтенсивному росту трав упродовж перших 30 – 40 днів вегетації, в той час як на період сівби бобових багаторічних трав середньодобова температура була значно вища;

- середньодобові прирости у другому укосі в рік сівби та в наступні роки вегетації були подібними у рослин еспарцету піщаного, більшими другого та наступних років вегетації на 0,3 см/добу – у рослин люцерни

посівної, на 0,7 см/добу – конюшини лучної, але меншими другого і наступних років – у рослин лядвенцю рогатого на 0,86 см/добу;

- висота рослин у другому укосі в рік сівби бобових багаторічних трав та на другий і наступні роки вегетації була подібною у посівах люцерни посівної і лядвенцю рогатого, вищим був травостій конюшини лучної на другий та наступні роки життя у 2 рази, але нижчим на 24,4 % – еспарцету піщаного.

2.2. Урожайність вегетативної маси бобових багаторічних трав

Сформована вегетативна маса рослинами може впливати двояко на загальний стан агроєкосистеми. При збільшенні біомаси рослини збільшується використання природних ресурсів. Проте велика вегетативна маса рослин – це гарантія більшого повернення у ґрунт органічної речовини та підвищення стійкості рослин до несприятливих умов, а також більша кількість накопичення важких металів у зеленій масі та зниження їх концентрації у ґрунті.

В рік сівби в першому укосі найвищий урожай зеленої маси забезпечує буркун білий – 38,7 т/га, проте рівень його урожайності істотно залежить від часу скошування. Адже в рік сівби буркун білий у фазу бутонізації не вступає і має необмежений ріст. Тому чим пізніше відбувається скошування вегетативної маси, тим більший урожай формується. Але із часом спостерігається грубішання стебла буркуну, що погіршує поживну цінність зеленої маси. Внаслідок цього терміни скошування буркуну білого, як правило, переміщуються у початкові фази, що, відповідно, веде до зниження урожайності (табл. 10).

Еспарцет піщаний в першому укосі сформував урожай зеленої маси 30,0 т/га, що на 22,5 % менше, ніж буркуну білого, люцерна посівна – 26,0 т/га, що на 13,0 % менше, ніж еспарцет піщаний, конюшина лучна – 24,8 т/га,

що на 17,3 % менше, а лядвенець рогатий – 18,4 т/га, що на 38,7 % менше, ніж урожай еспарцету піщаного.

Таблиця 10

Урожайність зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби, т/га

Вид бобових багаторічних трав	Урожайність зеленої маси			Всього
	І	ІІ	ІІІ	
Люцерна посівна	26,0	12,2	-	38,2
Конюшина лучна	24,8	9,0	-	33,8
Еспарцет піщаний	30,0	13,5	-	43,5
Буркун білий	38,7	20,7	-	59,4
Лядвенець рогатий	18,4	9,5	8,7	36,6
Козлятник східний	13,0	-	-	13,0
НІР ₀₅ , т/га	-	-	-	0,35

У другому укосі найбільша урожайність зеленої маси спостерігалась також у буркуну білого – 20,7 т/га, решта трав, за виключенням козлятнику східного, сформували урожай на 34,8 – 56,5 % менший – 9,0 – 13,5 т/га. Окрім того, посіви лядвенцю сформували третій укіс – 8,7 т/га.

В цілому, за вегетаційний період в рік сівби найбільший урожай зеленої маси забезпечив буркун білий – 59,4 т/га. За цим показником у нього не спостерігається істотного зменшення урожайності в рік сівби, як у інших бобових багаторічних трав і він розвивається як однорічна культура.

Еспарцет піщаний сформував урожай 43,5 т/га, що на 26,8 % менше, ніж буркун білий. Люцерна посівна, лядвенець рогатий та конюшина лучна сформували вегетативну масу відповідно 38,2 т/га, 36,6 і 33,8 т/га, що є досить високим показником для першого року вегетації трав. Козлятник східний утворив найменший урожай – 13,0 т/га [458, 459].

Як правило, в рік сівби бобові багаторічні трави відзначаються не високою урожайністю зеленої маси, яка становить 10,0 – 25,0 т/га. Проте, наші дослідження вказують протилежне. Цього можна досягти завдяки виконанню комплексу умов, які забезпечують інтенсивний початковий ріст трав у сприятливих умовах. До них належать безпокровне вирощування, ранньовесняна сівба за умови захисту посіву від бур'янів, вирощування трав

на ділянках з нейтральною реакцією ґрунтового розчину з достатнім вмістом поживних речовин та забезпеченістю вологою. В нашому випадку було проведено вапнування ґрунту, що сприяло отримання показника кислотності рН 7, при гідролітичній кислотності 0,53 мг.-екв./100 г ґрунту. Погодні умови відзначалися достатнім і надлишковим вологозабезпеченням при помірній температурі.

При формуванні вегетативної маси бобових багаторічних трав першочергове значення має швидкість наростання вегетативної маси. Адже культури можуть формувати значну урожайність, затрачаючи на це весь вегетаційний період, використовуючи багато природно-кліматичних ресурсів. Це вимагає встановлення середньодобових приростів зеленої маси досліджуваних трав.

Найбільші середньодобові прирости вегетативної маси в перший рік вегетації трав у першому укосі спостерігались у буркуну білого – 483,8 кг/га за добу та у еспарцету піщаного – 483,9 кг/га за добу (табл. 11). Високих середньодобових приростів еспарцет піщаний досягнув за рахунок формування значної вегетативної маси – 30,0 т/га за короткий час – 52 дні після появи сходів, а буркун білий – лише за рахунок високої урожайності – 38,7 т/га. Менші у 1,3 рази середньодобові прирости були у люцерни посівної, у 1,58 рази – лядвенцю рогатого та у 1,62 рази – конюшини лучної. Внаслідок майже відсутнього росту у козлятнику східного, його середньодобові прирости склали лише 92,9 кг/га за добу.

Таблиця 11

Середньодобові прирости зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби, кг/га за добу

Вид бобових багаторічних трав	У к о с и		
	1	2	3
Люцерна посівна	371,4	239,2	-
Конюшина лучна	298,8	183,8	-
Еспарцет піщаний	483,9	293,5	-
Буркун білий	483,8	295,7	-
Лядвенець рогатий	306,7	296,9	177,6
Козлятник східний	92,9	-	-

У другому укосі найвищі середньодобові прирости зеленої маси спостерігались у лядвенцю рогатого, буркуну білого та еспарцету піщаного, що становили 293,5 – 296,9 кг/га за добу. Лядвенець рогатий досягнув такого показника за рахунок короткого проміжку формування другого укосу – 13 днів після початку відростання, буркун білий – за рахунок високої урожайності – 20,7 т/га, а еспарцет піщаний – за рахунок поєднання урожайності і ранньостиглості. Середньодобові прирости у люцерни посівної були у 1,24 рази менші, ніж у лядвенцю рогатого, а у конюшини лучної – у 1,62 рази.

Середньодобові прирости у другому укосі зменшились на 35,6 – 39,0 %, порівняно з першим укосом у люцерни посівної, конюшини лучної, еспарцету піщаного та буркуну білого, а у лядвенцю рогатого залишились практично без змін. Лише у третьому укосі середньодобові прирости лядвенцю рогатого зменшились на 40 % порівняно з першим і другим укосами.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби, необхідно відмітити:

- за співвідношенням «урожайність зеленої маси – швидкість її формування» в першому укосі переважає буркун білий та еспарцет піщаний;
- найменші середньодобові прирости має козлятник східний;
- у другому укосі найбільші середньодобові прирости має еспарцет піщаний, буркун білий і лядвенець рогатий;
- високих середньодобових приростів буркун білий досягає за рахунок формування великої вегетативної маси, лядвенець рогатий – за рахунок ранньостиглості, а еспарцет піщаний – за рахунок поєднання обох показників;
- у більшості трав середньодобові прирости у другому укосі зменшуються на 35 – 40 %, а у лядвенцю рогатого – у третьому укосі.

У першому укосі першого року вегетації, найвища облистяність спостерігається у рослин козлятнику східного – 57,9 % та буркуну білого – 51,3 %. Це пояснюється тим, що вказані трави в рік сівби формують лише вегетативні пагони, а фази бутонізації та цвітіння не досягають (табл. 12).

Таблиця 12

Облистяність і засміченість зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби, %

Вид бобових багаторічних трав	Укоси						Всього	
	1		2		3		облистяність	засміченість
	облистяність	засміченість	облистяність	засміченість	облистяність	засміченість		
Люцерна посівна	36,3	11,2	43,4	3,9	-	-	39,9	7,6
Конюшина лучна	36,8	21,0	48,7	2,3	-	-	42,8	11,7
Еспарцет піщаний	33,0	13,8	32,9	6,1	-	-	33,0	10,0
Буркун білий	51,3	4,8	53,0	5,7	-	-	52,2	5,3
Лядвенець рогатий	44,0	8,5	45,5	20,2	50,0	26,7	46,5	18,5
Козлятник східний	57,9	8,9	-	-	-	-	57,9	8,9

Облистяність лядвенцю рогатого становила 44,0 %, а решти трав – 33,0 – 36,8 %.

У другому укосі зростає облистяність конюшини лучної на 11,9 % до 48,7 % та люцерни посівної на 7,1 % до 43,4 %. Облистяність травостою еспарцету піщаного, буркуну білого та лядвенцю рогатого, порівняно з першим укосом, майже не змінилась. Найвищою облистяністю відзначався травостій буркуну білого – 53,0 %, який, порівняно з іншими травами, не формує квітконосів.

Засміченість зеленої маси бур'янами в першому укосі є найменшою у буркуну білого – 4,8 %, що пояснюється великою вегетативною масою та інтенсивним її наростанням, яка суттєво пригнічує бур'яни. Найбільша засміченість зеленої маси конюшини лучної – 21,0 %, що пояснюється її повільним ростом.

Засміченість другого укосу бобових багаторічних трав, окрім лядвенцю рогатого зменшилась у 2,3 – 9,1 рази, чому сприяє більш швидке наростання вегетативної маси та суха погода. Частка бур'янів у їх масі у другому укосі становила 2,3 – 5,7 %. Лише у зеленій масі лядвенцю рогатого зростає засміченість до 20,2 % через невисокий травостій у другому та наступному укосі, який є неконкурентоздатним з бур'янами.

Підсумовуючи результати досліджень з облистяності і засміченості зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби, необхідно відмітити:

- вищу облистяність в першому укосі мають трави, що не формують генеративних стебел – буркун білий і козлятник східний, а також лядвенць рогатий; решта трав мають облистяність в 1,5 рази меншу, ніж вказані трави;

- у другому укосі, через істотне зменшення квіткових пагонів, зростає на 7 – 12 % облистяність люцерни посівної та конюшини лучної;

- трави, які у другому укосі формують однакову кількість квіткових пагонів з першим – еспарцет піщаний та лядвенць рогатий – мають таку ж облистяність і у другому укосі.

На другий та наступні роки вегетації в першому укосі облистяність бобових багаторічних трав у фазі початку цвітіння в середньому складала 38,0 – 45,3 % і лише травостою еспарцету піщаного – 25,9 %. Це зумовлено формуванням надзвичайно великого урожаю еспарцетом піщаним і, відповідно, грубішанням зеленої маси. Найвищою була облистяність рослин люцерни посівної і козлятнику східного (табл. 13).

У другому укосі облистяність зросла на 1 – 17 % і становила 38,5 – 59,0 %. Найбільшою вона була у рослин козлятнику східного, який у другому укосі досягає фази поодинокого цвітіння і таким чином добре облистяний, а найменшою – у конюшини лучної і еспарцету піщаного.

У третьому укосі облистяність бобових багаторічних трав склала 45,5 – 56,3 %, що на 1 – 12 % більше, ніж у другому укосі. Найвищою була облистяність рослин лядвенцю рогатого, а найменшою – конюшини лучної.

Найбільше зростання облистяності другого укосу, порівняно з першим – 13,4 – 17,5 %, характерне для рослин еспарцету піщаного і козлятнику східного, а найменше – 1,0 – 2,9 %, у рослин конюшини лучної і люцерни посівної, які формують рівномірний урожай як у першому, так і у другому укосі.

Таблиця 13

Облистяність і засміченість бобових багаторічних трав у другий та наступні роки вегетації, середнє, %

Вид бобових багаторічних трав	У к о с и						Середнє	
	1		2		3		Облистяність	Засміченість
	Облистяність	Засміченість	Облистяність	Засміченість	Облистяність	Засміченість		
Люцерна посівна	45,3	9,2	48,2	2,9	49,0	2,5	47,5	4,9
Конюшина лучна	38,0	4,5	39,0	25,0	45,5	1,8	40,8	10,4
Еспарцет піщаний	25,9	2,7	38,5	31,7	50,0	9,7	38,1	14,7
Буркун білий	39,2	0,4	-	-	-	-	39,2	0,4
Лядвенець рогатий	38,7	6,1	45,5	4,0	56,3	5,9	46,8	5,3
Козлятник східний	41,5	1,0	59,0	2,0	-	-	46,8	1,5

Найбільше зростання облистяності третього укосу, порівняно з другим – 10,8 – 11,5 %, спостерігалось у рослин еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого, а найменше – 0,8 %, у люцерни посівної.

Порівнюючи облистяність бобових багаторічних трав у першому укосі в рік сівби та другого і наступного років вегетації, встановлено, що вища облистяність в рік сівби спостерігалась у рослин еспарцету піщаного – на 7 %, буркуну білого – на 12,1 %, лядвенцю рогатого – на 5,3 % і козлятнику східного – на 16,4 %. Це частково пов'язано із розвитком в рік сівби трав за озимим типом та відсутністю фази цвітіння (буркун білий, козлятник східний), а також грубішанням листостеблової маси на другий та наступні

роки вегетації через формування великого урожаю (еспарцет піщаний і лядвенець рогатий). У рослин люцерни посівної облистяність на другий та наступні роки вегетації зростає на 9,0 %, а у конюшини лучної – на 1,2 %.

У другому укосі облистяність на другий та наступні роки вегетації зростає у люцерни посівної на 4,8 %, еспарцету піщаного – на 5,6 % та зменшується у конюшини лучної на 9,7 %, залишається такою ж як у рік сівби у рослин лядвенцю рогатого.

Засміченість зеленої маси бобових багаторічних трав у першому укосі становило 0,4 – 9,2 %. Найменшою вона була у зеленій масі буркуну білого через надзвичайно його велику біомасу, а найбільшою – у люцерни посівної і лядвенцю рогатого – через повільний початковий ріст та переважання у їх травостої бур'янів за вологої погоди. Найпоширенішими бур'янами у посівах лядвенцю рогатого були молочай лозний та грицики.

У другому укосі незначною була засміченість травостою люцерни посівної і козлятнику східного – 2,0 – 2,9 %, та істотно зростає у еспарцету піщаного до 31,7 % через значне зрідження травостою, його виснаження та нерівномірне і неоднчасне відростання; а також у конюшини лучної – до 25,0 % через відростання у другому укосі пагонів, що не були скошені у першому. Основну масу бур'янів становили у травостої конюшини лучної молочай лозний, кропива дводомна, щавель кінський, у зеленій масі лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного – галінсога дрібноквіткова, молочай лозний, кульбаба лікарська, щириця польова.

Підсумовуючи результати досліджень з облистяності і засміченості зеленої маси бобових багаторічних трав у другий та наступні роки вегетації, необхідно відмітити:

- облистяність бобових багаторічних трав з кожним послідуєчим укосом зростає і досягає найвищого рівня у третьому (останньому) укосі;
- рослини люцерни посівної і конюшини лучної розвиваються протягом формування всіх укосів рівномірно, тому мають майже однакові показники облистяності в першому-третьому укосах;

- низька облистяність зеленої маси еспарцету піщаного в першому укосі компенсується істотним її зростанням у другому-третьому укосах;

- в рік сівби більшість бобових багаторічних трав мають вищу облистяність, ніж другого та наступних років вегетації, крім люцерни посівної та конюшини лучної;

- засміченість зеленої маси бобових багаторічних трав у першому укосі визначається інтенсивністю початкових ростових процесів та погодними умовами в цей час, а у другому укосі – інтенсивністю відростання трав після скошування. Більша засміченість зеленої маси в першому укосі характерна для люцерни посівної і лядвенцю рогатого, які у початковій фазі росту і розвитку повільно ростуть за вологої погоди; у другому укосі зростає засміченість зеленої маси еспарцету піщаного і конюшини лучної, які гірше відростають;

У першому укосі другого року вегетації бобових багаторічних трав найвищу урожайність зеленої маси сформували посіви буркуну білого – 54,3 т/га. Решта трав утворили значно менший урожай. Зокрема еспарцет піщаний – 34,7 т/га, що на 36,1 % менше, ніж буркун білий, козлятник східний – 30,2 т/га, що на 13,0 % менше, ніж еспарцет піщаний; лядвенець рогатий – 28,4 т/га, що на 18,2 % менше, ніж еспарцет піщаний. Урожайність зеленої маси люцерни посівної і конюшини лучної була найнижчою в першому укосі і склала 22,7 – 22,5 т/га, що на 35,0 % менше, ніж еспарцету піщаного.

На основі аналізу рівнів урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у першому укосі встановлено:

- найвищу урожайність формує буркун білий, як дворічна культура. Після скошування першого укосу він відмирає. Саме висока продуктивність рослин буркуну білого як у рік сівби, так і другого року вегетації, що на 33 – 36 % більша, ніж у наступної культури за рівнем урожайності, зумовлює його сильне виснаження і повне відмирання;

Урожайність зеленої маси бобових багаторічних трав на другий та наступні роки вегетації, т/га

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Урожайність зеленої маси			
		у к о с и			Всього
		I	II	III	
Люцерна посівна	1-й рік	26,0	12,2	-	38,2
	2-й рік	22,7	15,3	12,8	50,8
	3-й рік	27,0	8,0	8,0	43,0
	4-й рік	23,0	9,0	-	32,0
	середнє за 2-4-й роки	24,2	10,8	6,9	41,9
	середнє	24,7	11,1	6,2	42,0
Конюшина лучна	1-й рік	24,8	9,0	-	33,8
	2-й рік	22,5	17,0	4,3	43,8
	середнє	23,7	13,0	2,2	38,9
Еспарцет піщаний	1-й рік	30,0	13,5	-	43,5
	2-й рік	34,7	17,0	7,7	59,4
	3-й рік	36,0	5,2	-	41,2
	4-й рік	26,0	8,0	-	34,0
	середнє за 2-4-й роки	32,2	10,1	2,6	44,9
	середнє	31,8	10,9	1,9	44,6
Буркун білий	1-й рік	38,7	20,7	-	59,4
	2-й рік	54,3	-	-	54,3
	середнє	46,5	10,4	-	56,9
Лядвенець рогатий	1-й рік	18,4	9,5	8,7	36,6
	2-й рік	28,4	11,1	9,4	48,9
	3-й рік	28,5	5,0	7,5	41,0
	4-й рік	12,0	6,0	-	18,0
	середнє за 2-4-й роки	23,0	7,4	5,6	36,0
	середнє	21,8	7,9	6,4	36,1
Козлятник східний	1-й рік	13,0	-	-	13,0
	2-й рік	30,2	11,1	-	41,3
	3-й рік	28,0	5,5	-	33,5
	4-й рік	15,0	3,0	-	18,0
	середнє за 2-4-й роки	24,4	6,5	-	30,9
	середнє	21,6	4,9	-	26,5
НІР _{0,95} , т/га	-	-	-	-	1,16

- трави, які найшвидше досягають фази початку цвітіння – еспарцет піщаний, козлятник східний і лядвенець рогатий – мають також високу урожайність у першому укосі. В умовах зміни клімату, сухої весни, вони добре споживають запас зимово-весняної вологи та формують урожай 28,4 – 34,7 т/га;

- пізньостиглі трави – люцерна посівна і конюшина лучна утворюють посередній рівень урожайності – 22,5 – 22,7 т/га в першому укосі.

Порівнюючи продуктивність першого укосу бобових багаторічних трав у рік сівби та наступного року вегетації, встановлено:

- буркун білий та всі ранньостиглі трави другого року вегетації формують у першому укосі вищий урожай, ніж у рік сівби. Зокрема буркун білий – на 28,7 %, козлятник східний – на 57,0 %, еспарцет піщаний і лядвенець рогатий – відповідно на 13,5 та 35,2 %;

- пізньостиглі трави: люцерна посівна і конюшина лучна – другого року вегетації сформували менший урожай, ніж у рік сівби, відповідно на 12,7 та 9,3 %.

Рівень урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у другому укосі був рівномірним і становив 11,1 – 17,0 т/га. Найвищим він був у посівах конюшини лучної і еспарцету піщаного, а найменшим – у посівах лядвенцю рогатого і козлятнику східного. Найістотніше зменшилась урожайність, порівняно з першим укосом, травостою еспарцету піщаного – у 2 рази, лядвенцю рогатого – у 2,6 рази, козлятнику східного – у 2,7 рази, тобто ранньостиглі трави, які формують великий урожай зеленої маси в першому укосі за рахунок використання зимово-весняного запасу вологи, істотно його знижують у другому укосі, в той час як конюшина лучна зменшила урожайність зеленої маси у другому укосі в 1,3 рази.

Усі трави у другому укосі переважали за рівнем урожайності показники першого року вегетації на 14,4 – 20,6 %, крім конюшини лучної, яка сформувала другого року вегетації урожай на 47,0 % вищий, ніж у рік сівби.

Третій укіс формують люцерна посівна, конюшина лучна, еспарцет піщаний і лядвенець рогатий. Його рівень становить 4,3 – 12,8 т/га. Найвищу урожайність зеленої маси сформували посіви люцерни посівної, а найнижчу – конюшини лучної. Посіви люцерни посівної і лядвенцю рогатого знизили свою продуктивність, порівняно з другим укосом, на 16,3 – 15,3 %, в той час як еспарцету піщаного і конюшини лучної – на 74,7 – 54,7 %. Це вказує на те, що малорічні трави – конюшина лучна і еспарцет піщаний, у третьому укосі другого року вегетації сильно виснажуються і на третій рік вегетації не формують істотного урожаю зеленої маси.

В цілому, за всі укоси бобові багаторічні трави на другий рік вегетації сформували урожай зеленої маси 41,3 – 59,4 т/га. Найвищий урожай спостерігався у рослин еспарцету піщаного, на 8,6 % менший – у буркуну білого, на 14,5 % – люцерни посівної, на 17,7 % – лядвенцю рогатого, на 26,3 % – конюшини лучної і на 30,5 % – козлятнику східного.

Всі трави на другий рік вегетації сформували урожай вищий, ніж в рік сівби на 22,8 – 31,3 %, крім козлятнику східного, який збільшив продуктивність на другий рік вегетації на 68,5 %. Це пов'язано з надзвичайно низьким урожаєм зеленої маси козлятнику східного в рік сівби. Посіви буркуну білого знизили урожайність зеленої маси другого року вегетації на 8,6 % порівняно з першим роком, що було зумовлено формуванням лише одного укосу другого року вегетації.

Третього року вегетації трав у першому укосі рівень урожайності зеленої маси становив 27,0 – 36,0 т/га. Найвищий урожай сформували посіви еспарцету піщаного, а найнижчий – люцерни посівної. Порівняно з другим роком вегетації люцерна посівна збільшила свою урожайність на 15,9 %, еспарцет піщаний – на 3,6 %, лядвенець рогатий сформував урожай першого укосу на рівні другого року вегетації, а козлятник східний – зменшив на 7,3 %.

Другий укіс бобових багаторічних трав склав 5,0 – 8,0 т/га. Найбільшу продуктивність забезпечив травостій люцерни посівної, а найменшу –

лядвенець рогатий. Усі трави у другому укосі третього року вегетації істотно зменшили свою урожайність порівняно з другим роком вегетації на 47,7 – 69,4 %. Найістотніше впала урожайність еспарцету піщаного, а найменше – люцерни посівної.

Третій укіс сформували лише люцерна посівна і лядвенець рогатий на рівні 7,5 – 8,0 т/га. Порівнюючи з другим роком вегетації, ці трави зменшили свою продуктивність на 20,2 % – лядвенець рогатий та на 37,5 % – люцерна посівна.

В цілому за третій рік вегетації бобових багаторічних трав, був сформований урожай зеленої маси 33,5 – 43,0 т/га. Найвищий урожай забезпечив посів люцерни посівної, на 4,2 % менший – еспарцет піщаний, на 4,7 % менший, ніж люцерна посівна – лядвенець рогатий і менший на 22,1 % – козлятник східний.

Порівнюючи з урожайністю трав другого року вегетації, на третій рік вона була на 15,4 – 30,6 % нижчою. Найістотніше знизили продуктивність посіви еспарцету піщаного, а найменше – лядвенцю рогатого.

Травостої конюшини лучної та буркуну білого вегетували лише два роки.

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав їх урожайність істотно зменшується і становить 18,0 – 34,0 т/га. Найвищу урожайність зеленої маси сформували посіви еспарцету піщаного, на 6 % меншу – 3,2 т/га – люцерни посівної, а найменшу – козлятнику східного і лядвенцю рогатого.

Зниження урожайності бобових багаторічних трав зумовлене формуванням на четвертий рік вегетації лише двох укосів замість трьох у попередні роки вегетації та значним зниженням урожайності у першому укосі.

Рівень урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у першому укосі склав 12,0 – 26,0 т/га. Найвищим він був на посівах еспарцету піщаного, а найменшим – лядвенцю рогатого. Порівняно з третім роком

вегетації, у першому укосі трави зменшили урожайність зеленої маси на 58,0 – 15,0 %, найбільше – лядвенець рогатий, а найменше – люцерна посівна.

Величина другого укосу трав склала 3,0 – 9,0 т/га. Найвищою вона була у люцерни посівної і еспарцету піщаного, а найменшою – у козлятнику східного. Рівень урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у другому укосі четвертого року вегетації відповідав показникам третього року. Рівень урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав четвертого року вегетації є найнижчим за всі роки досліджень, в т.ч. і порівняно з урожайністю у рік сівби трав.

В середньому за 2 – 4-й роки вегетації бобових багаторічних трав, коли вони формували повноцінні укоси, найвищу урожайність зеленої маси забезпечили посіви еспарцету піщаного – 44,9 т/га, на 6,7 % менший урожай люцерни посівної – 41,9 т/га. Урожайність зеленої маси лядвенцю рогатого становила 36,0 т/га, що на 19,8 % менше, ніж еспарцету піщаного, а козлятнику східного – 30,9 т/га, що на 31,2 % менше, ніж еспарцету піщаного.

Досить високий урожай зеленої маси формують буркун білий та конюшина лучна – відповідно 54,3 та 43,8 т/га. Проте, це малорічні культури, які гинуть через два роки після створення їх травостою, тому вони повноцінно ростуть лише один (другий) рік. Урожайність буркуну білого була на 17,3 % вища, ніж еспарцету піщаного, а конюшини лучної – на 2,5 % менша, ніж еспарцету піщаного.

Середня урожайність зеленої маси бобових багаторічних трав у першому укосі була найвищою на варіанті буркуну білого – 54,3 т/га, що на 40,7 % більше, ніж еспарцету піщаного. Найнижча урожайність зеленої маси у першому укосі була характерна для посіву конюшини лучної – 22,5 т/га, що на 58,6 % менше, ніж буркуну білого.

У другому укосі урожайність зеленої маси бобових багаторічних трав складала 6,5 – 17,0 т/га. Найвища урожайність спостерігалась на посівах конюшини лучної, а серед трав, що росли 4 роки – люцерни посівної –

10,8 т/га. Найнижча урожайність зеленої маси була на посівах козлятнику східного. В той же час буркун білий взагалі не формує другий укіс.

Величина урожаю третього укосу трав складала 6,9 – 2,6 т/га. Найвищий урожай забезпечували посіви люцерни посівної, а найнижчий – еспарцету піщаного. В той же час посіви козлятнику східного взагалі не формували третій укіс, еспарцету піщаного утворювали третій укіс лише на другому році вегетації, а люцерни посівної і лядвенцю рогатого – на другому і третьому. Підсумовуючи результати досліджень з урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав у другий та наступні роки вегетації, необхідно відмітити:

- при безпокровній сівбі бобових багаторічних трав, усі види формують найвищий урожай зеленої маси на другий рік вегетації за рахунок вищого урожаю у другому та третьому укосах;

- найвищу урожайність у першому укосі формують посіви еспарцету піщаного, а найнижчу – конюшини лучної, у другому укосі, відповідно – конюшини лучної і лядвенцю рогатого, а у третьому – люцерни посівної і еспарцету піщаного;

- у посівах люцерни посівної, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого перший укіс забезпечував найвищу урожайність на третьому році життя трав, в той час як у другому укосі – на другому році життя трав;

- найбільш рівномірно формувався урожай зеленої маси у першому укосі трав впродовж усіх років досліджень у посівах люцерни посівної, в той час як у решти трав – лише на другому і третьому роках вегетації.

Аналіз середньої урожайності зеленої маси бобових багаторічних трав за всі роки, з урахуванням року створення травостою показав, що найвищу урожайність забезпечує травостій буркуну білого – 56,9 т/га, на 21,6 % нижчу – 44,6 т/га – еспарцет піщаний, на 26,2 % нижчу – 42,0 т/га – люцерна посівна. Урожайність конюшини лучної становила 38,9 т/га, що на 31,6 % менше буркуну білого, лядвенцю рогатого – 36,1 т/га, а козлятнику східного – 26,5 т/га, що відповідно на 36,6 та 54,3 % менше, ніж буркуну білого.

Люцерна посівна, еспарцет піщаний і лядвенець рогатий в середньому за всі роки досліджень сформували урожай аналогічній величині зеленої маси, що сформувався при повноцінному розвитку трав на 2 – 4-й роки вегетації і лише козлятник східний в період повного розвитку на 2 – 4-й роки вегетації сформував урожай на 14,2 % більший, ніж в цілому за всі роки вегетації. За умов безпокритого створення травостою, у рік сівби всі трави, крім козлятнику східного формують повноцінний урожай зеленої маси, що рівнозначний урожаю, що формується в наступні роки вегетації трав.

На другий рік вегетації в першому укосі середньодобові прирости бобових багаторічних трав склали 252,2 – 583,9 кг/га. Найвищими вони були у рослин буркуну білого – за рахунок формування надзвичайно великої біомаси, та козлятнику східного – за рахунок скорочення періоду до початку цвітіння. Інші ранньостиглі трави – еспарцет піщаний і лядвенець рогатий, також мали високі показники середньодобових приростів – 462,7 і 400,0 кг/га відповідно, що на 20,8 – 31,5 % менше, ніж буркуну білого (табл. 15).

Таблиця 15

Середньодобові прирости вегетативної маси бобових багаторічних трав на другий та наступні роки вегетації, кг/га за добу

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Укоси		
		1	2	3
Люцерна посівна	2-й рік	252,2	450,0	278,3
	3-й рік	300,0	200,0	160,0
	4-й рік	255,6	225,0	-
Конюшина лучна	2-й рік	255,7	548,4	84,3
Еспарцет піщаний	2-й рік	462,7	425,0	148,1
	3-й рік	450,0	130,0	-
	4-й рік	325,0	200,0	-
Буркун білий	2-й рік	583,9	-	-
Лядвенець рогатий	2-й рік	400,0	246,7	391,7
	3-й рік	356,3	100,0	250,0
	4-й рік	150,0	120,0	-
Козлятник східний	2-й рік	520,7	188,1	-
	3-й рік	466,7	91,7	-
	4-й рік	250,0	50,0	-

Найнижчі середньодобові прирости мали травостої люцерни посівної і конюшини лучної, що у 2 рази менше, ніж буркуну білого і козлятнику східного.

У другому укосі рівень середньодобових приростів становив 188,1 – 548,4 кг/га. Істотно зростають середньодобові прирости у рослин люцерни посівної та конюшини лучної – в 1,8 – 2,1 рази, порівняно з першим укосом і становлять 450,0 та 548,4 кг/га відповідно. Решта трав зменшили показники середньодобових приростів, порівняно з першим укосом: на 8,2 % – еспарцет піщаний, на 38,3 % – лядвенець рогатий і на 63,9 % – козлятник східний.

Середньодобові прирости у третьому укосі становили 84,3 – 391,7 кг/га. Найвищими вони були у рослин лядвенцю рогатого, що на 37 % більші, ніж у другому укосі та аналогічні до рівня першого укосу. У решти трав вони були суттєво нижчі, ніж у другому укосі: у люцерни посівної – на 38,2 %, але такими ж як у першому укосі; у конюшини лучної – на 84,6 %, еспарцету піщаного – на 65,2 % нижчі.

Порівнюючи середньодобові прирости урожаю в першому укосі в рік сівби та на другий рік вегетації трав, встановлено, що подібні показники приросту мали еспарцет піщаний, конюшина лучна, буркун білий. Більші прирости, ніж у рік сівби, мали рослини козлятнику східного, а менші – люцерни посівної.

У другому укосі середньодобові прирости вегетативної маси зростають на другий рік вегетації в 1,5 – 3,0 рази, порівняно з першим роком вегетації і лише у рослин лядвенцю рогатого майже співпадають з першим роком.

Третього року вегетації у першому укосі середньодобові прирости зеленої маси бобових багаторічних трав становили 300,0 – 466,7 кг/га. Найбільшими вони були на посівах козлятнику східного, а найменшими – люцерни посівної. На третій рік вегетації середньодобові прирости зменшились на 2,8 – 10,4 % порівняно з другим роком вегетації, окрім травостою люцерни посівної, де зросли на 15,9 %.

У другому укосі середньодобові прирости становили 91,7 – 200,0 кг/га. Найменшими вони були на травостої козлятнику східного, а найбільшими – люцерни посівної. Порівняно з першим укосом, середньодобові прирости зменшились у 1,5 – 3,5 рази, а порівняно з другим роком вегетації – у 2,1 – 3,3 рази.

Середньодобові прирости третього укосу мали лише лядвенець рогатий – 250,0 кг/га і люцерна посівна – 160,0 кг/га. Порівняно з другим укосом лядвенець рогатий мав середньодобові прирости у 2,5 рази більші, а люцерна посівна – у 1,3 рази менші. Порівняно з другим роком вегетації середньодобові прирости зеленої маси лядвенцю рогатого були у 1,6 рази менші, а люцерни посівної – у 1,7 рази менші.

Четвертого року вегетації у першому укосі продовжилось зменшення величини середньодобового приросту зеленої маси, зокрема вона становила 150,0 – 325,0 кг/га. Найбільші прирости були характерні для еспарцету піщаного, а найменші – лядвенцю рогатого. Порівняно з попереднім роком вегетації трав середньодобові прирости були менші у 1,2 – 2,4 рази.

У другому укосі величина середньодобових приростів становила 50,0 – 225,0 кг/га. Найбільші прирости мала люцерна посівна, а найменші – козлятник східний. Порівняно з першим укосом, прирости зменшились у 1,6 – 5,0 рази, а порівняно з третім роком вегетації – зросли у 1,1 – 1,5 рази, окрім козлятнику східного, де зменшились у 1,8 рази.

Підсумовуючи результати досліджень з середньодобових приростів зеленої маси бобових багаторічних трав у другий та наступні роки вегетації, необхідно відмітити:

- усі досліджувані трави у першому укосі забезпечують найвищі середньодобові прирости зеленої маси другого року вегетації, крім люцерни посівної, яка забезпечує найвищі середньодобові прирости третього року вегетації;

- найнижчі середньодобові прирости зеленої маси у першому укосі мають трави четвертого року вегетації;

- у другому укосі всі трави мають найвищі середньодобові прирости другого року вегетації, а найменші – четвертого;

- найвищі середньодобові прирости у третьому укосі трав спостерігаються другого року вегетації бобових багаторічних трав.

2.3. Кормова цінність бобових багаторічних трав

На сьогоднішній день зелена маса бобових багаторічних трав є чи не єдиним найбільш дешевим джерелом повноцінної та збалансованої годівлі тварин. Крім оптимального вмісту у сухій речовині такого корму обмінної енергії та кормових одиниць, бобові трави мають високу забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном – 170 – 180 г, що є в дефіциті в інших видів кормів [460].

Проблема виробництва кормового білка залишається невирішеною, оскільки при нормі 110 – 115 г перетравного протеїну в кормовій одиниці, фактичний його вміст на 30 % нижчий, що призводить до перевитрати кормів та підвищення собівартості тваринницької продукції [461].

В середньому за всі укоси та роки проведення досліджень, найвищий вміст сухої речовини у зеленій масі бобових багаторічних трав мав козлятник східний – 20,50 % та конюшина лучна – 20,25 %, а найменший – 15,94 % – лядвенець рогатий (табл. 16).

Таблиця 16

Вміст сухої речовини та хімічний склад зеленої маси бобових багаторічних трав, %

Вид бобових багаторічних трав	Суха речовина	Хімічний склад на абсолютно-суху речовину				
		протеїн	жир	клітковина	зола	БЕР
Люцерна посівна	18,16	23,98	2,18	27,75	9,39	36,70
Конюшина лучна	20,25	16,99	0,54	22,47	7,89	52,12
Еспарцет піщаний	19,42	21,20	2,04	27,50	4,71	44,55
Буркун білий	17,26	29,07	3,58	13,96	8,49	44,90
Лядвенець рогатий	15,94	25,15	2,12	27,98	7,49	37,26
Козлятник східний	20,50	17,03	1,90	19,51	7,97	53,59

Найвищий вміст протеїну у абсолютно-сухій масі мав буркун білий – 29,07 %, а найнижчий – 16,99 – 17,03 % – конюшина лучна і козлятник східний.

Вміст жиру коливався в межах від 0,54 % у зеленій масі конюшини лучної до 3,58 % – у буркуну білого; клітковини – від 13,96 % у буркуну білого до 27,98 % у лядвенцю рогатого; золи – 4,71 – 9,39 % – найбільше у зеленій масі люцерни посівної, а найменше – у еспарцету піщаного. Вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) знаходився в межах 36,70 – 53,59 % – найменше у люцерни посівної і лядвенцю рогатого, а найбільше – у козлятнику східного і конюшини лучної.

Підсумовуючи результати досліджень з хімічного складу зеленої маси бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- зелена маса люцерни посівної має найвищий вміст золи серед усіх бобових багаторічних трав та найменший вміст БЕР;

- зелена маса конюшини лучної має найвищий вміст сухої речовини і БЕР та найменший вміст протеїну і жиру;

- зелена маса еспарцету піщаного має найменший вміст золи;

- зелена маса буркуну білого має найвищий вміст протеїну, жиру, клітковини;

- зелена маса лядвенцю рогатого має найменший вміст сухої речовини, БЕР, але найбільший – клітковини;

- зелена маса козлятнику східного має найвищий вміст сухої речовини, БЕР та найменший – протеїну.

Вміст обмінної енергії в 1 кг сухої речовини бобових багаторічних трав становив 9,25 – 11,18 МДж. Найвищим він був у зеленій масі буркуну білого, на 6,8 % менше – у козлятнику східного. Найменший вміст обмінної енергії мала зелена маса люцерни посівної, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого (табл. 17).

Вміст кормових одиниць у зеленій масі бобових багаторічних трав склав 0,89 – 1,07 кг/кг сухої речовини. Найвища забезпеченість кормовими

одинацями відмічалась у зеленій масі буркуну білого і козлятнику східного, а найнижча – у люцерни посівної, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого.

Таблиця 17

Поживність зеленої маси бобових багаторічних трав

Вид бобових багаторічних трав	Вміст в 1 кг сухої речовини			Вміст в 1 кормовій одиниці перетравного протеїну, г
	обмінної енергії, МДж	кормових одиниць, кг	перетравного протеїну, г	
Люцерна посівна	9,30	0,89	179,9	202,1
Конюшина лучна	10,01	0,96	127,4	132,7
Еспарцет піщаний	9,30	0,89	159,0	178,7
Буркун білий	11,18	1,07	218,3	204,0
Лядвенець рогатий	9,25	0,89	188,6	211,9
Козлятник східний	10,42	1,00	127,7	127,7

За кількістю перетравного протеїну в 1 кг сухої речовини переважала зелена маса буркуну білого – 218,3 г. На 13,6 % менший вміст перетравного протеїну у зеленій масі лядвенцю рогатого – 188,6 г і на 17,6 % менше – люцерни посівної – 179,9 г. Найменша кількість перетравного протеїну була у зеленій масі конюшини лучної і козлятнику східного – 127,4 – 127,7 г, що у 1,7 рази нижче, ніж у буркуну білого.

Найвища забезпеченість однієї кормової одиниці перетравним протеїном була у зеленій масі лядвенцю рогатого, буркуну білого і люцерни посівної – 211,9 – 202,1 г, а найнижча – у козлятнику східного і конюшини лучної – 127,7 – 132,7 г, що на 39,7 % менше, ніж у зеленій масі лядвенцю рогатого [462].

Підсумовуючи результати досліджень з поживності зеленої маси бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- зелена маса люцерни посівної містить найбільшу кількість перетравного протеїну в 1 кормовій одиниці серед усіх бобових багаторічних трав, але найменшу – обмінної енергії та кормових одиниць;

- зелена маса конюшини лучної має найменшу забезпеченість перетравним протеїном та його кількість в 1 кормовій одиниці;

- зелена маса еспарцету піщаного містить найменшу кількість обмінної енергії та кормових одиниць у сухій речовині серед усіх бобових багаторічних трав;

- зелена маса лядвенцю рогатого має найвищу забезпеченість 1 кормової одиниці перетравним протеїном, але найменшу кількість обмінної енергії та кормових одиниць;

- зелена маса буркуну білого містить найбільшу кількість обмінної енергії, кормових одиниць та перетравного протеїну і найвищу забезпеченість перетравним протеїном 1 кормової одиниці;

- зелена маса козлятнику східного має найменший вміст перетравного протеїну та найнижчу забезпеченість перетравним протеїном кормової одиниці;

Найбільший вихід сухої речовини із зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби забезпечив буркун білий – 10,3 т/га, еспарцет піщаний на 18,5 % менше – 8,4 т/га. Люцерна посівна і конюшина лучна забезпечили однаковий збір сухої речовини – 6,8 – 6,9 т/га, а козлятник східний – найменший – 2,7 т/га (табл. 18).

На другий рік вегетації вихід сухої речовини із зеленої маси бобових багаторічних трав зріс. Найвищим він був у еспарцету піщаного – 11,5 т/га, на 19,1 % менший у буркуну білого та люцерни посівної і найменший – 7,8 т/га у лядвенцю рогатого, що на 32,2 % менше, ніж у еспарцету піщаного.

За вмістом обмінної енергії та кормових одиниць у зеленій масі в рік сівби переважав також буркун білий – 115,15 ГДж/га та 11,0 т/га відповідно. Вказані показники у еспарцету піщаного були на 32,2 % нижчі, а у козлятнику східного – на 75,6 % нижчі.

Другого року вегетації забезпеченість обмінною енергією і кормовими одиницями зеленої маси бобових багаторічних трав вирівнюється. Максимальні показники забезпечують еспарцет піщаний і буркун білий з величинами 106,95 – 105,09 ГДж/га обмінної енергії та 10,2 – 10,1 т/га кормових одиниць. Вихід обмінної енергії із зеленої маси конюшини лучної і козлятнику східного був на 16,8 % меншим, ніж з еспарцету піщаного, а з лядвенцю рогатого – на 32,5 % меншим і склав 72,15 ГДж/га обмінної енергії та 6,9 т/га кормових одиниць.

Таблиця 18

Вихід поживних речовин із зеленої маси бобових багаторічних трав

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Суша речовина, т/га	Обмінна енергія, ГДж/га	Кормові одиниці, т/га	Перетравний протеїн, т/га
Люцерна посівна	1-й рік	6,9	64,17	6,1	1,23
	2-й рік	9,2	85,57	8,2	1,66
	3-й рік	7,8	72,54	7,0	1,40
	4-й рік	5,8	53,94	5,2	1,04
Конюшина лучна	1-й рік	6,8	68,07	6,5	0,86
	2-й рік	8,9	89,09	8,5	1,13
Еспарцет піщаний	1-й рік	8,4	78,12	7,5	1,34
	2-й рік	11,5	106,95	10,2	1,82
	3-й рік	8,0	74,40	7,1	1,27
	4-й рік	6,6	61,38	5,9	1,05
Буркун білий	1-й рік	10,3	115,15	11,0	2,24
	2-й рік	9,4	105,09	10,1	2,06
Лядвенець рогатий	1-й рік	5,8	53,65	5,1	1,08
	2-й рік	7,8	72,15	6,9	1,46
	3-й рік	6,5	60,13	5,8	1,23
	4-й рік	2,9	26,83	2,6	0,55
Козлятник східний	1-й рік	2,7	28,13	2,7	0,34
	2-й рік	8,5	88,57	8,5	1,09
	3-й рік	6,9	71,90	6,9	0,88
	4-й рік	3,7	38,56	3,7	0,47

Вихід перетравного протеїну із зеленої маси бобових багаторічних трав у рік сівби був найбільшим у буркуну білого – 2,24 т/га, що на 40,2 – 45,1 %

більше, ніж з еспарцету піщаного і люцерни посівної та на 84,8 % більше, ніж з козлятнику східного.

На другий рік вегетації збір перетравного протеїну також залишався найбільшим у буркуну білого – 2,06 т/га, що на 11,7 % більше, ніж з еспарцету піщаного, та на 19,4 % більше, ніж із зеленої маси люцерни посівної. Найменший вихід перетравного протеїну мала зелена маса козлятнику східного і конюшини лучної – 1,09 – 1,13 т/га, що на 47,1 % менше, ніж буркуну білого.

Підсумовуючи результати досліджень з виходу поживних речовин бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- зелена маса буркуну білого характеризувалася найвищим збором сухої речовини, обмінної енергії, кормових одиниць і перетравного протеїну в рік сівби; обмінної енергії і перетравного протеїну, поряд із зменшенням виходу сухої речовини, порівняно із зеленою масою еспарцету піщаного на другий рік вегетації;

- зелена маса еспарцету піщаного відзначалася найвищим вмістом сухої речовини і обмінної енергії на другий рік вегетації серед усіх бобових багаторічних трав;

- зелена маса лядвенцю рогатого мала найменший вміст сухої речовини, вихід обмінної енергії та кормових одиниць на другий рік вегетації;

- зелена маса конюшини лучної відзначалася найнижчим вмістом перетравного протеїну на другий рік вегетації серед усіх бобових багаторічних трав;

- зелена маса козлятнику східного характеризувалася найменшим виходом сухої речовини, вмістом обмінної енергії, кормових одиниць і перетравного протеїну в рік сівби та зростанням цих показників другого року вегетації;

- зелена маса люцерни посівної за всіма показниками займала проміжне положення серед усіх бобових багаторічних трав.

На третій рік вегетації бобових багаторічних трав збір сухої речовини становив 6,5 – 8,0 т/га. Найбільше сухої речовини забезпечив еспарцет піщаний. На 2,5 % менше сухої речовини отримано з люцерни посівної, на 13,8 % менше – з козлятнику східного та на 18,8 % менше – з лядвенцю рогатого. Порівняно з другим роком вегетації, збір сухої речовини був на 16,7 – 30,4 % меншим. Найбільшу різницю збору сухої речовини порівняно з другим роком мав еспарцет піщаний, а найменшу – лядвенець рогатий.

Вихід обмінної енергії та кормових одиниць третього року вегетації трав становив відповідно 60,13 – 74,40 ГДж/га та 5,8 – 7,1 т/га. Найбільше кормових одиниць та обмінної енергії на третій рік вегетації отримано із зеленої маси еспарцету піщаного, а найменше – з лядвенцю рогатого. Порівняно з другим роком вегетації бобових багаторічних трав, вихід обмінної енергії та кормових одиниць був меншим на 16,0 – 30,4 %.

Збір перетравного протеїну третього року вегетації із зеленої маси бобових багаторічних трав становив 0,88 – 1,40 т/га. Найбільше перетравного протеїну отримано з люцерни посівної. На 9,3 % менше перетравного протеїну отримано із зеленої маси еспарцету піщаного, на 12,2 % менше – з лядвенцю рогатого і на 37,2 % менше – з козлятнику східного. Порівняно з другим роком вегетації бобових багаторічних трав спостерігається зменшення виходу перетравного протеїну на 15,8 – 30,2 %. Найбільше зменшився збір перетравного протеїну з травостою еспарцету піщаного, а найменше – з лядвенцю рогатого.

Четвертого року вегетації вихід сухої речовини із зеленої маси бобових багаторічних трав становив 2,9 – 6,6 т/га. Найбільше сухої речовини отримано із еспарцету піщаного, а менше у 2,3 рази – з лядвенцю рогатого. Порівняно з третім роком вегетації бобових багаторічних трав вихід сухої речовини зменшився на 17,5 – 55,4 %. Найбільше зменшився збір сухої речовини із зеленої маси лядвенцю рогатого, а найменше – з еспарцету піщаного.

Вихід обмінної енергії та кормових одиниць становив відповідно 26,83 – 61,38 ГДж/га та 2,6 – 5,9 т/га. Найбільше обмінної енергії та кормових одиниць забезпечує еспарцет піщаний, а найменше – лядвенець рогатий. Зменшення виходу обмінної енергії та кормових одиниць порівняно з третім роком вегетації трав становило 16,9 – 46,4 %, найбільше – з козлятнику східного і лядвенцю рогатого, а найменше – з еспарцету піщаного.

Перетравного протеїну було отримано 0,47 – 1,04 т/га. Найбільше протеїну забезпечили люцерна посівна і еспарцет піщаний, а найменше – козлятник східний. Порівняно з третім роком вегетації трав отримано перетравного протеїну на 17,3 – 55,3 % менше. Найбільше зменшився вихід перетравного протеїну з лядвенцю рогатого, а найменше – з еспарцету піщаного.

Підсумовуючи результати досліджень з кормової продуктивності бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- еспарцет піщаний дозволяє отримати найбільше сухої речовини, обмінної енергії та кормових одиниць із зеленої маси третього і четвертого років вегетації, а перетравного протеїну – з четвертого року;

- зелена маса лядвенцю рогатого забезпечує найменший вихід сухої речовини, обмінної енергії та кормових одиниць третього і четвертого років вегетації;

- зелена маса люцерни посівної забезпечує найбільший збір перетравного протеїну на третій та четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав;

- козлятник східний забезпечує найменший збір перетравного протеїну третього і четвертого років вегетації;

- найбільший вихід сухої речовини, обмінної енергії, кормових одиниць та перетравного протеїну за чотири роки вегетації бобових багаторічних трав забезпечують усі травостої другого року вегетації, крім буркуну білого, який першого року вегетації був більш продуктивний;

- найменший вихід сухої речовини, обмінної енергії, кормових одиниць та перетравного протеїну спостерігався четвертого року вегетації трав, а з козлятнику східного – першого року;

- найбільший вихід сухої речовини забезпечує еспарцет піщаний, а обмінної енергії, кормових одиниць та перетравного протеїну – буркун білий;

- найменший вихід сухої речовини і перетравного протеїну забезпечує зелена маса козлятнику східного, а обмінної енергії та кормових одиниць – лядвенцю рогатого.

2.4. Формування підземної маси бобових багаторічних трав як фактор зміни концентрації важких металів в ґрунті

Відомо, що проростання усіх рослин розпочинається ростом коренів. Аналогічна закономірність спостерігається і у бобових багаторічних трав. Тому спостереження за інтенсивністю росту коренів та співвідношенням надземної і підземної частини рослин дозволить краще управляти стійкістю бобових трав у агроєкосистемі.

Спостереження за бобовими багаторічними травами в умовах закритого ґрунту на початкових періодах проростання показали, що на 2 – 3-й день після сівби починають проростати корінці люцерни посівної і буркуну білого, потім конюшини лучної, еспарцету піщаного, а найпізніше – лядвенцю рогатого (табл. 19).

Так, результати досліджень показали, що на п'яту добу після посіву довжина корінців бобових багаторічних трав була в межах 0,3 – 2,7 см. Найбільшу довжину корінців виявлено у еспарцету піщаного, що на 18,5 % більше, ніж у конюшини лучної, на 22,2 % – ніж у люцерни посівної, на 37,0 % – ніж у буркуну білого, на 77,8 % – ніж у козлятнику східного та на 88,9 % більше, ніж у лядвенцю рогатого.

Таблиця 19

Динаміки збільшення підземної та надземної частин рослин бобових багаторічних трав на початку їх розвитку, см

Вид бобових багаторічних трав	Днів від сівби					
	5		10		15	
	надземний ріст	підземний ріст	надземний ріст	підземний ріст	надземний ріст	підземний ріст
Люцерна посівна	-	2,1	0,6	2,5	1,1	4,2
Конюшина лучна	-	2,2	0,2	2,6	0,6	2,9
Еспарцет піщаний	-	2,7	0,5	3,7	3,5	7,1
Буркун білий	-	1,7	0,3	2,2	0,8	3,3
Лядвенець рогатий	-	0,3	0,1	0,8	0,4	2,5
Козлятник східний	-	0,6	0,2	1,3	1,5	4,7

На 10-й день довжина коренів бобових багаторічних трав становила 0,8 – 3,7 см. Найбільшою вона була у рослин еспарцету піщаного, що на 29,7 % більше, ніж у конюшини лучної, на 32,4 % – ніж у люцерни посівної, на 40,5 % – ніж у буркуну білого, на 64,9 % – ніж у козлятнику східного та на 78,4 % менше, ніж у рослин лядвенцю рогатого.

В цей час розпочинається ріст надземних частин рослин. Співвідношення між довжиною коренів та надземних проростків у більшості бобових багаторічних трав складало 6,50 – 8,00, лише у люцерни посівної – 4,17, а конюшини лучної – 13,00 з перевагою підземних частин.

Через 15 днів після сівби довжина коренів бобових багаторічних трав становила 2,5 – 7,1 см, а надземних проростків – 0,4 – 3,5 см. За всіма показниками переважали рослини еспарцету піщаного. На 26 % була менша довжина коренів рослин козлятнику східного і на 40,8 % – люцерни посівної. Співвідношення між довжиною підземної і надземної частин рослин зменшилось у цей проміжок часу до 2,03 – 6,25. Більш інтенсивно росла в цей час коренева система, порівняно з надземною частиною, у конюшини

лучної, лядвенцю рогатого і буркуну білого, а надземна – у еспарцету піщаного, козлятнику східного і люцерни посівної.

Інтенсивність росту коренів бобових багаторічних трав за перші 5 днів була найбільшою у еспарцету піщаного – 0,54 см/добу, у конюшини лучної і люцерни посівної відповідно 0,42 і 0,45 см/добу, в той час як у лядвенцю рогатого – 0,06 см/добу, а у козлятнику східного – 0,12 см/добу.

За другу п'ятиденку інтенсивність росту коренів становила 0,08 – 0,20 см/добу. Найвищою вона була у рослин еспарцету піщаного, а найменшою у люцерни посівної і конюшини лучної. В цей час інтенсивність росту коренів зменшується у всіх трав за винятком лядвенцю рогатого і козлятнику східного. Найбільше зменшення приростів спостерігається у люцерни посівної і конюшини лучної – у 5,5 – 5,3 рази, порівняно з першою п'ятиденкою. Це пов'язано з початком надземного росту. Рослини лядвенцю рогатого і козлятнику східного збільшили середньодобові прирости, порівняно з першим періодом в 1,67 та 1,17 рази до 0,14 – 0,10 см/добу та мали, відповідно, найменші прирости надземної частини рослини, порівняно з іншими травами.

У третій період спостережень середньодобові прирости кореневих систем бобових багаторічних трав склали 0,22 – 0,68 см, крім конюшини лучної з величиною 0,06 см/добу. Найвищі прирости були у еспарцету піщаного і козлятнику східного. Інтенсивність росту коренів у цей час зростає в 2,2 – 4,9 рази, порівняно з другою п'ятиденкою, особливо у козлятнику східного.

Найвищі середньодобові прирости коренів у третій період спостережень мали козлятник східний, лядвенець рогатий і еспарцет піщаний. Інтенсивність їх росту у козлятнику східного і лядвенцю рогатого зростає з першого до третього періодів, в той час як у еспарцету піщаного у другому періоді зменшилась, порівняно з першим. Люцерна посівна, конюшина лучна і буркун білий найбільші прирости мали в перший період спостережень.

Від інтенсивності росту і розвитку корневих систем бобових багаторічних трав залежить величина симбіотичної азотфіксації бульбочкових бактерій, інтенсивність поглинання поживних речовин і води з ґрунту, величина сформованого урожаю надземної маси. Проте з агроecологічної точки зору розмір кореневої системи визначає обсяг органічної речовини, що повернеться у ґрунт та поповнить запас поживних речовин, а також він впливає на агроecологічну стійкість агроecосистеми багаторічних трав щодо несприятливих абіотичних та біотичних чинників.

В комплекс морфологічних особливостей поширення корневих систем рослин входять глибина поширення коренів, горизонтальний радіус розростання коренів від стебла та глибина основної маси розгалужень кореневої системи рослин. В рік сівби бобових багаторічних трав склалися сприятливі умови вологозабезпеченості посівів. Це не вимагало глибокого поширення корневих систем трав у глиб ґрунту. Найбільшої глибини проникнення кореневої системи у товщу ґрунту сягають рослини люцерни посівної і буркуну білого, відповідно 83 та 82 см, в той час, як коренева система лядвенцю рогатого сягає глибини 44 см, що у 2 рази менше (рис.1).

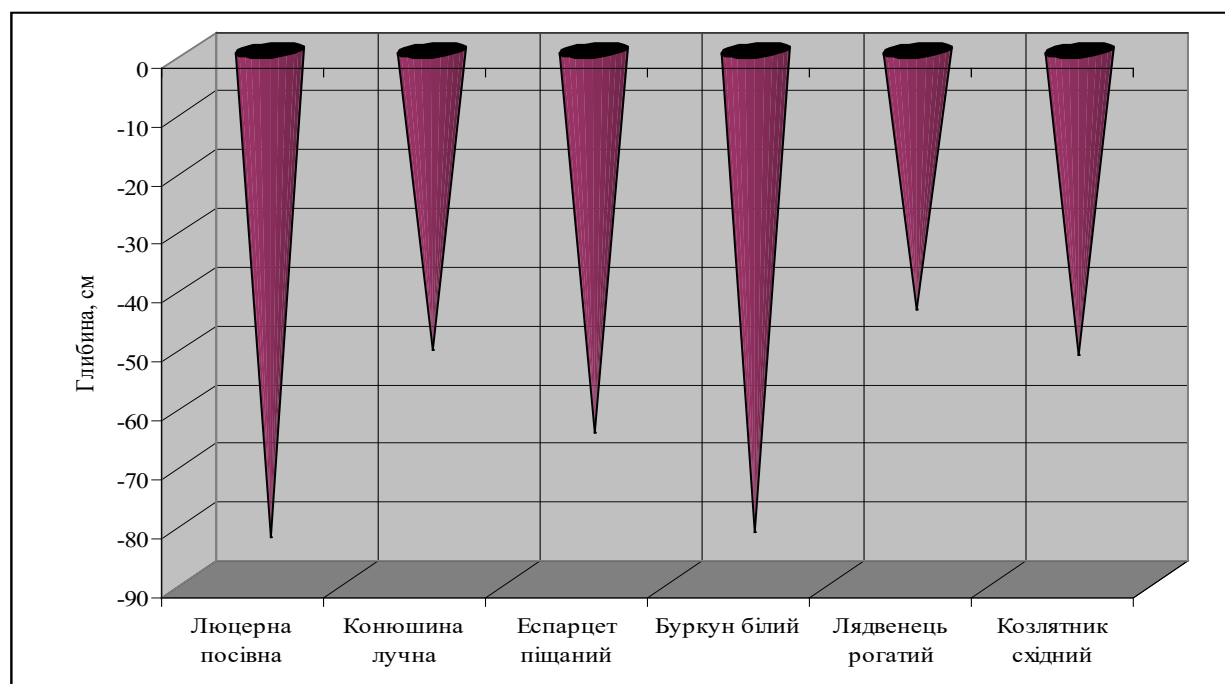


Рис. 1. Глибина проникнення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації першого року життя

Радіус поширення коренів у горизонтальному напрямі відносно центрального кореня бобових багаторічних трав найбільшим був у рослин люцерни посівної – 25 см, буркуну білого – 20 см і лядвенцю рогатого – 18 см, а найменшим – у конюшини лучної – 9 см, що у 2 – 3 рази менше, ніж у рослин люцерни посівної (рис.2.).

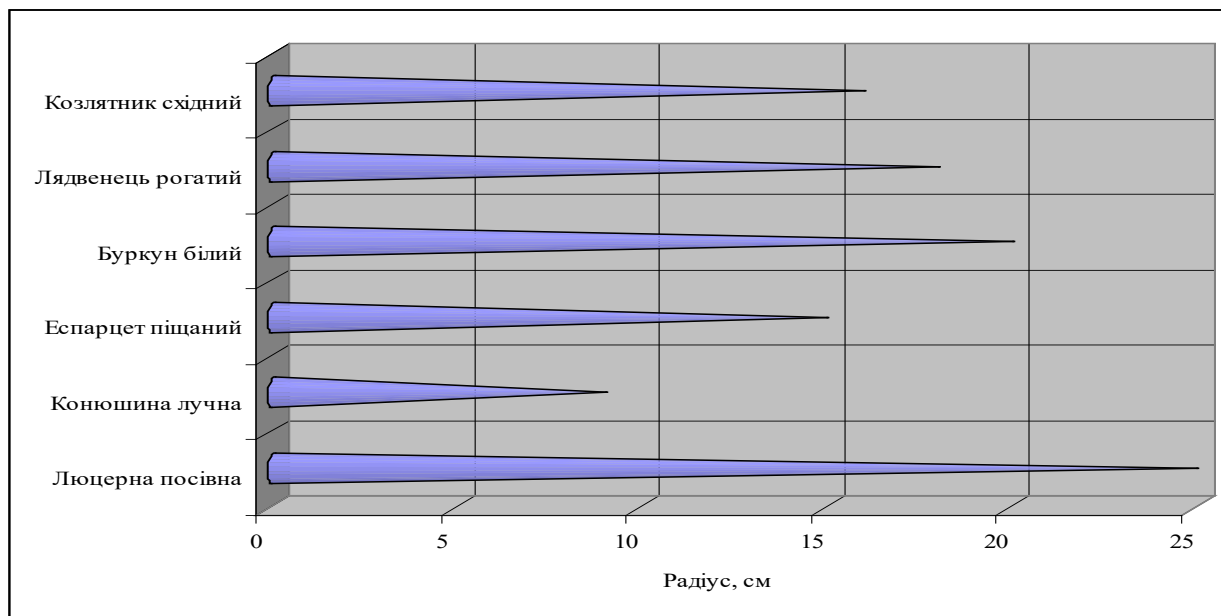


Рис. 2. Горизонтальний радіус поширення кореневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації першого року життя

Особливістю кореневої системи буркуну білого є її надзвичайно велика крихкість, що, можливо, визначає дворічність рослини.

Козлятник східний, крім власне кореневої системи, яка дуже мичкувата, що визначає його довговічність, має також кореневі пагони, які є автономними центрами виникнення окремих рослин. В кінці першого року вегетації одна рослина козлятнику східного формує їх до 7 – 9 штук. Максимальний радіус їх проникнення від центрального кореня становить 25 см, а товщина 3 мм. На такому пагоні може бути до 7-ми бруньок.

Глибина основної маси розгалужень кореневої системи найбільшою була у рослин козлятнику східного – 28 см і еспарцету піщаного – 23 см, а найменшою – у люцерни посівної – 15 см.

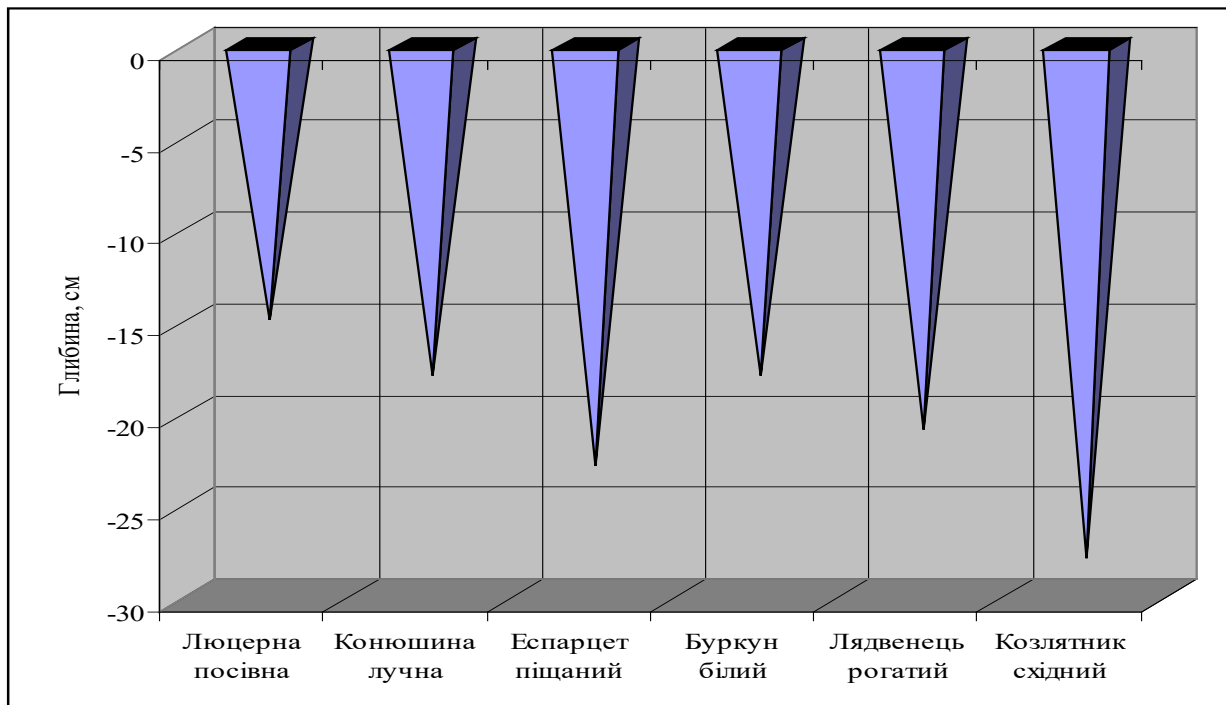


Рис. 3. Глибина проникнення основної маси розгалужень кореневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації першого року життя

Основним органом відновлення вегетації бобових багаторічних трав та накопичення запасних поживних речовин є коренева шийка. Від особливостей її розвитку залежить продуктивність і довговічність травостою. Найбільшу товщину кореневої шийки в рік сівби мають рослини буркуну білого – 12 мм і люцерни посівної – 11 мм, а найменшу – козлятнику східного – 5 мм і конюшини лучної – 6 мм (табл. 20). Крім товщини кореневої шийки бобових багаторічних трав, важливим показником є кількість бруньок на ній, які здатні на наступний рік утворити вегетативний пагін. Найбільша їх кількість в кінці вегетації першого року була у рослин лядвенцю рогатого – 33 шт, що визначає його інтенсивне відростання і формування трьох укосів за перший вегетаційний період. Найменша кількість бруньок міститься на кореневій шийці буркуну білого – 6 шт., що відповідно визначає його дворічність та погане відростання при низькому скошуванні. Товщина середньої частини центрального кореня найбільшою була у рік сівби в рослин буркуну білого – 6 мм, а найменшою – 2 мм у

конюшини лучної. Середня товщина бічних корінців також найбільша у буркуну білого – 3,0 мм, а найменша – 0,8 мм у конюшини лучної.

Підсумовуючи результати досліджень з розвитку кореневих систем бобових багаторічних трав у перший рік вегетації, необхідно відмітити:

- найбільшої глибини проникнення коренів у ґрунт та найбільшого розгалуження їх у горизонтальному напрямі відносно центрального кореня мають рослини люцерни посівної і буркуну білого. Проте глибина основної маси розгалужень коренів у цих трав була найменшою;

Таблиця 20

Морфологія кореневих систем бобових багаторічних трав

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Глибина проникнення кореневої системи, см	Радіус кореневої системи, см	Глибина основної маси розгалужень, см	Товщина, мм			Кількість бруньок на кореневій шийці, шт.
					кореневої шийки	центрального кореня	бічних корінців	
Люцерна посівна	1	83	25	15	11	4	1,5	12
	2	258	28	26	18	5	2,0	25
	3	432	37	34	25	7	2,1	34
	4	813	42	40	33	9	2,3	41
Конюшина лучна	1	51	9	18	6	2	0,8	14
	2	167	20	24	9	4	0,9	28
Еспарцет піщаний	1	65	15	23	8	4	1,0	13
	2	178	23	35	15	7	1,3	26
	3	269	34	39	22	10	1,4	35
	4	311	39	47	29	14	1,6	42
Буркун білий	1	82	20	18	12	6	3,0	6
	2	260	30	31	17	6	3,0	6
Лядвенець рогатий	1	44	18	21	7	3	1,1	33
	2	87	21	25	7	3	1,2	51
	3	101	22	27	11	4	1,2	70
	4	129	24	29	13	5	1,4	89
Козлятник східний	1	52	16/25*	28	5	4	1,0/ 3,2	8
	2	108	27	32	11	5	1,0	12
	3	119	31	37	17	9	1,1	16
	4	122	31	42	23	14	1,3	20

* П р и м і т к а : у козлятнику східного – довжина і товщина кореневих пагонів.

- відносно неглибока коренева система козлятнику східного, еспарцету піщаного, лядвенцю рогатого і конюшини лучної у рік сівби компенсується зростанням глибини основної маси її розгалужень, а у рослин лядвенцю рогатого – також частково великим радіусом поширення коренів у горизонтальному напрямі відносно центрального кореня.

У цьому випадку необхідно визначити співвідношення між глибиною проникнення коренів у ґрунт та глибиною основної маси їх розгалужень і між глибиною проникнення коренів у ґрунт та радіусом їх поширення у горизонтальному напрямі відносно центрального кореня. У першому випадку це співвідношення є найменшим у конюшини лучної, козлятнику східного, лядвенцю рогатого, еспарцету піщаного, а у другому – у лядвенцю рогатого;

- найбільшу товщину кореневої шийки, центрального кореня і бічних корінців мають ті трави, у яких коренева система проникає найглибше.

На кінець другого року вегетації бобових багаторічних трав глибина проникнення їх коренів значно зростає. Найглибше проникла у ґрунт коренева система буркуну білого і люцерни посівної – до 260 – 258 см. Найменше заглибилась у ґрунт коренева система лядвенцю рогатого – до 87 см, що у 3 рази менше, ніж у буркуну білого і люцерни посівної. Спостерігається подібна тенденція проникнення коренів у ґрунт вказаних трав за глибиною з першим роком досліджень щодо трав, які мають найбільшу та найменшу глибину проникнення у ґрунт (рис. 4).

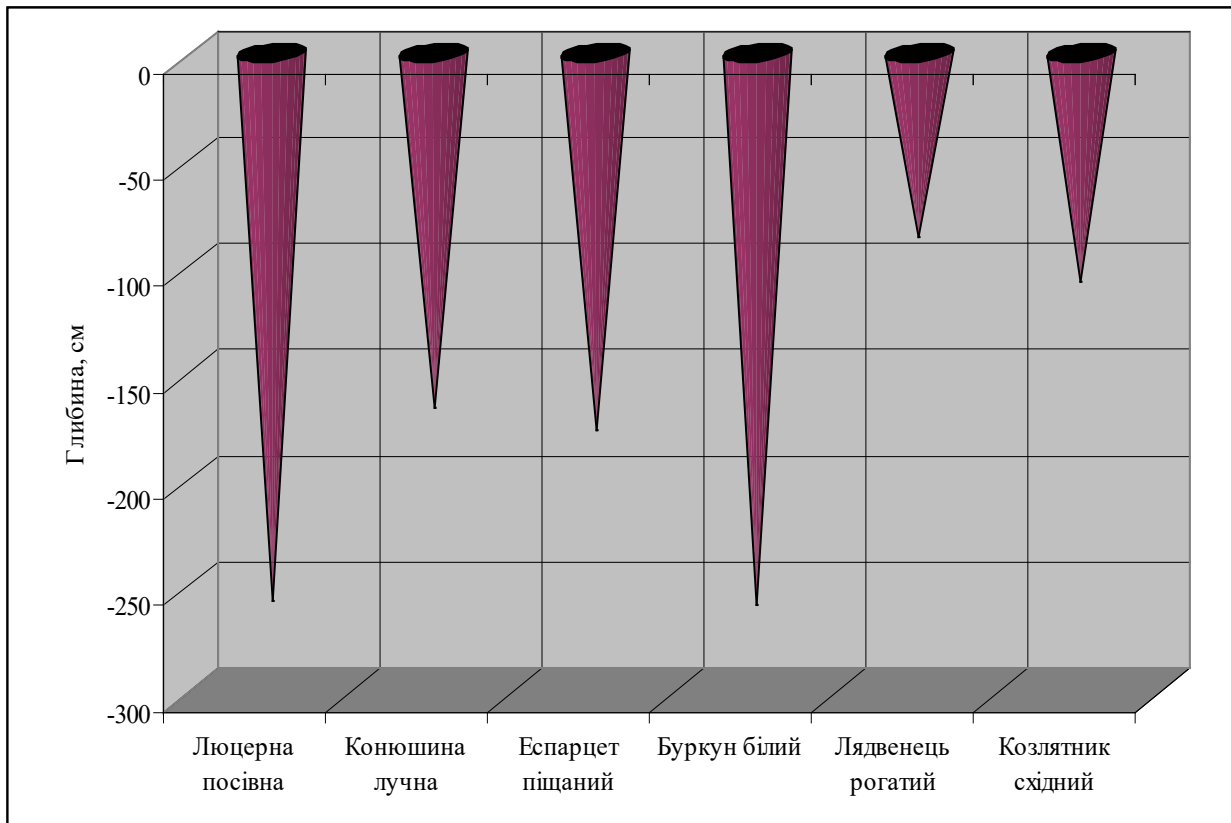


Рис.4. Глибина проникнення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації другого року життя

Радіус поширення корневих систем бобових багаторічних трав у горизонтальному напрямі другого року вегетації також зріс. Найбільшим він був у рослин буркуну білого – 30 см і козлятнику східного – 27 см.

Найменше горизонтальне поширення коренів спостерігалось у конюшини лучної і лядвенцю рогатого – 20 – 21 см, що у 1,5 рази менше, ніж у рослин буркуну білого.

Порівняно з першим роком спостережень, істотно зросло горизонтальне поширення коренів козлятнику східного (рис. 5).

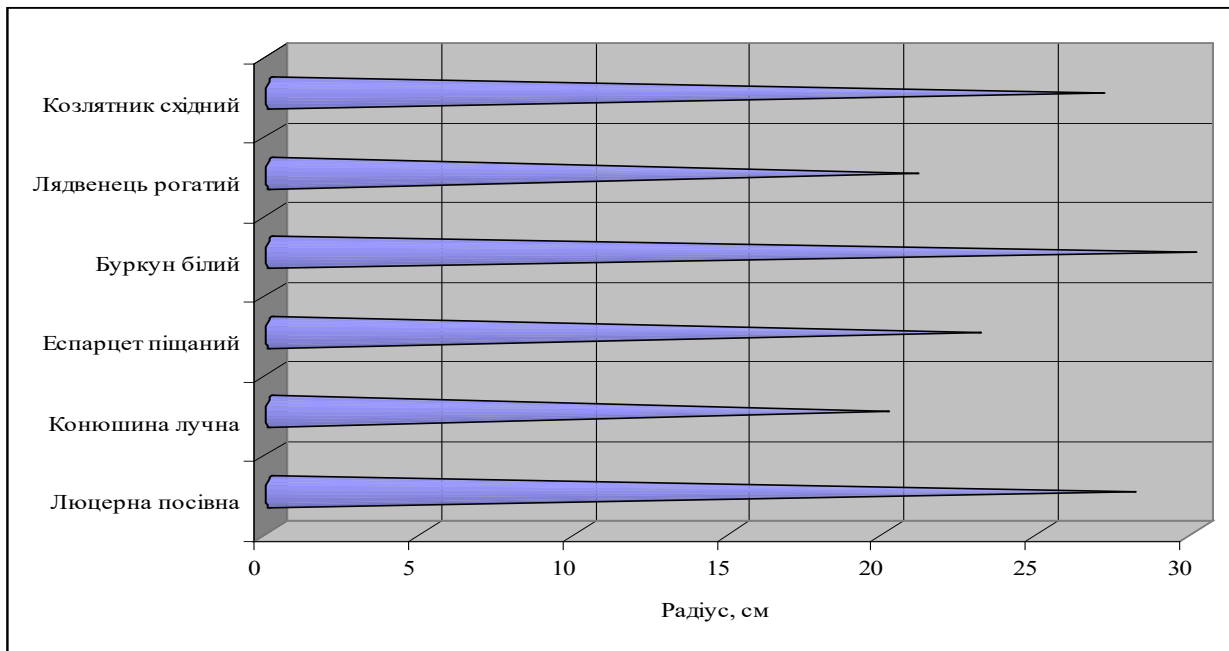


Рис.5. Горизонтальний радіус поширення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації другого року життя

Найбільша глибина основної маси розгалужень кореневої системи була характерна для рослин еспарцету піщаного – 35 см і козлятнику східного – 32 см. Найменша глибина поширення основної маси коренів була у посівах конюшини лучної, лядвенцю рогатого і люцерни посівної – 24 – 26 см, що у 1,4 рази менше, ніж у рослин еспарцету піщаного. Подібна тенденція була характерна і першого року вегетації (рис. 6).

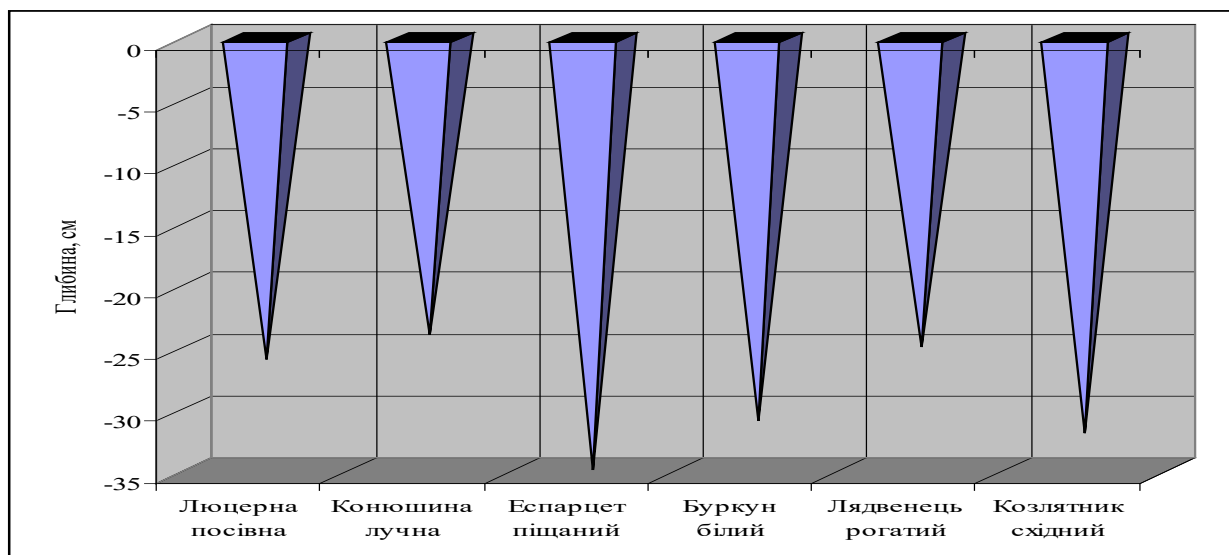


Рис.6. Глибина проникнення основної маси розгалужень корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації другого року життя

Товщина кореневої шийки бобових багаторічних трав на другий рік вегетації складала 7 – 18 мм. Найтовща коренева шийка була характерна для рослин люцерни посівної і буркуну білого, а найтонша – для лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і в кінці першого року вегетації трав. Кількість бруньок на кореневій шийці бобових багаторічних трав склала 6 – 51 штук і не залежала від товщини кореневої шийки. Найбільше бруньок було на шийці лядвенцю рогатого, який мав найтоншу кореневу шийку, а найменше бруньок було на кореневій шийці буркуну білого, який мав найтовщу кореневу шийку. Подібна закономірність спостерігалась і першого року вегетації трав.

Товщина центрального кореня багаторічних бобових трав становила 3 – 7 мм. Найтовща вона була у рослин еспарцету піщаного і буркуну білого, а найтонша – у лядвенцю рогатого. У значній мірі товщина центральної частини головного кореня бобових багаторічних трав прямо пропорційна товщині кореневої шийки.

Товщина бічних корінців бобових багаторічних трав на другий рік вегетації дещо зросла і складала 0,9 – 3,0 мм. Найтовщими були бічні корінці у рослин буркуну білого, а найтонші – у конюшини лучної.

На третій рік вегетації бобових багаторічних трав глибина проникнення їх коренів у ґрунт продовжувала збільшуватись і склала 100 – 432 см. Найглибше проникли у ґрунт корені люцерни посівної, а наймілкіше – лядвенцю рогатого. Така тенденція була характерна і для перших двох років спостережень (рис. 7).

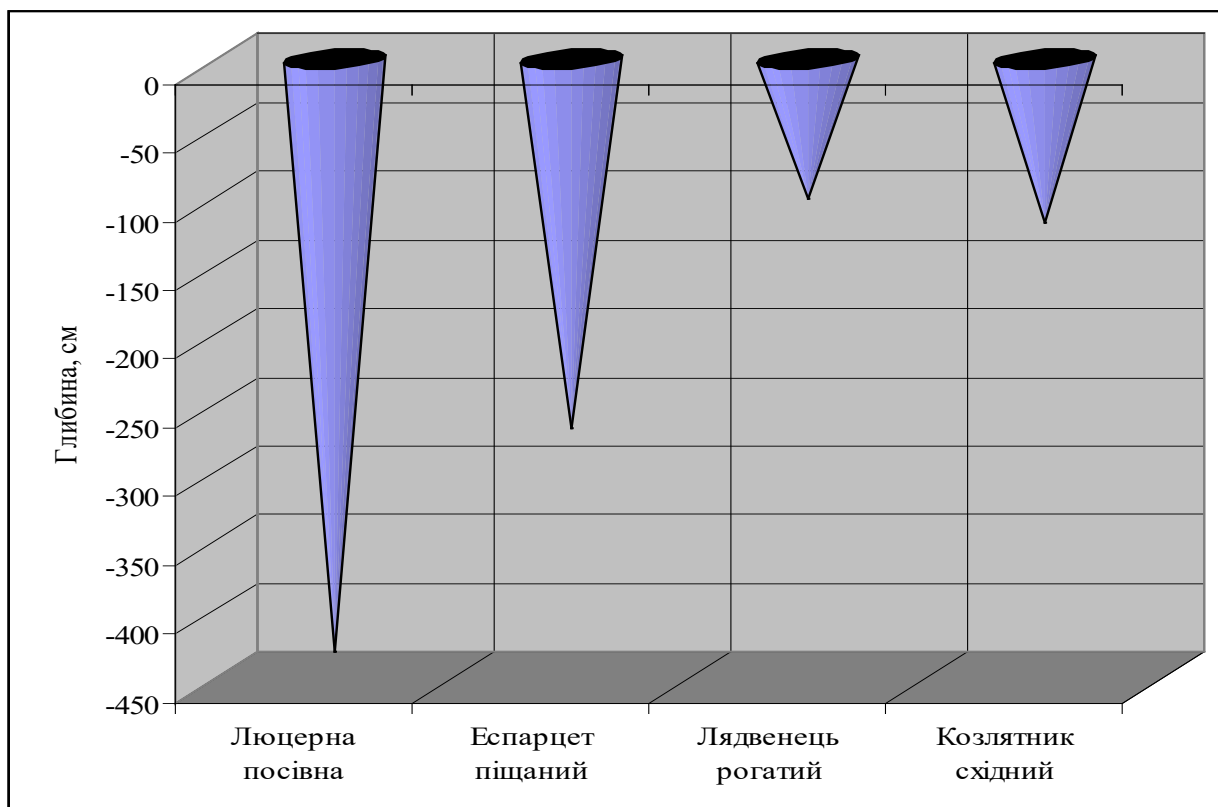


Рис. 7. Глибина проникнення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації третього року життя

Радіус поширення кореневої системи у горизонтальному напрямі становив 22 – 37 см. Найбільшим він був у рослин люцерни посівної, а найменшим – у лядвенцю рогатого. Порівняно з попередніми роками, істотно зростає радіус кореневої системи люцерни посівної.

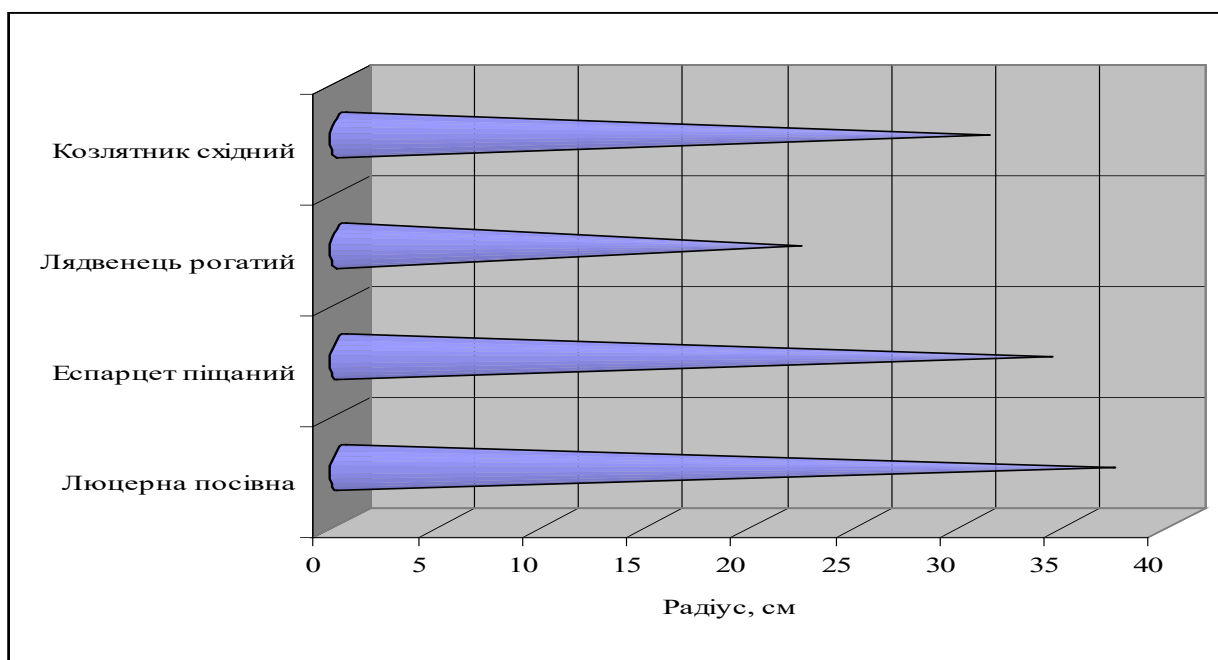


Рис. 8. Горизонтальний радіус поширення кореневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації третього року життя

Глибина основної маси розгалужень кореневої системи бобових багаторічних трав склала в кінці третього року вегетації 27 – 39 см. Найбільшою вона була у рослин еспарцету піщаного і козлятнику східного, а найменша – у лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і у попередні роки.

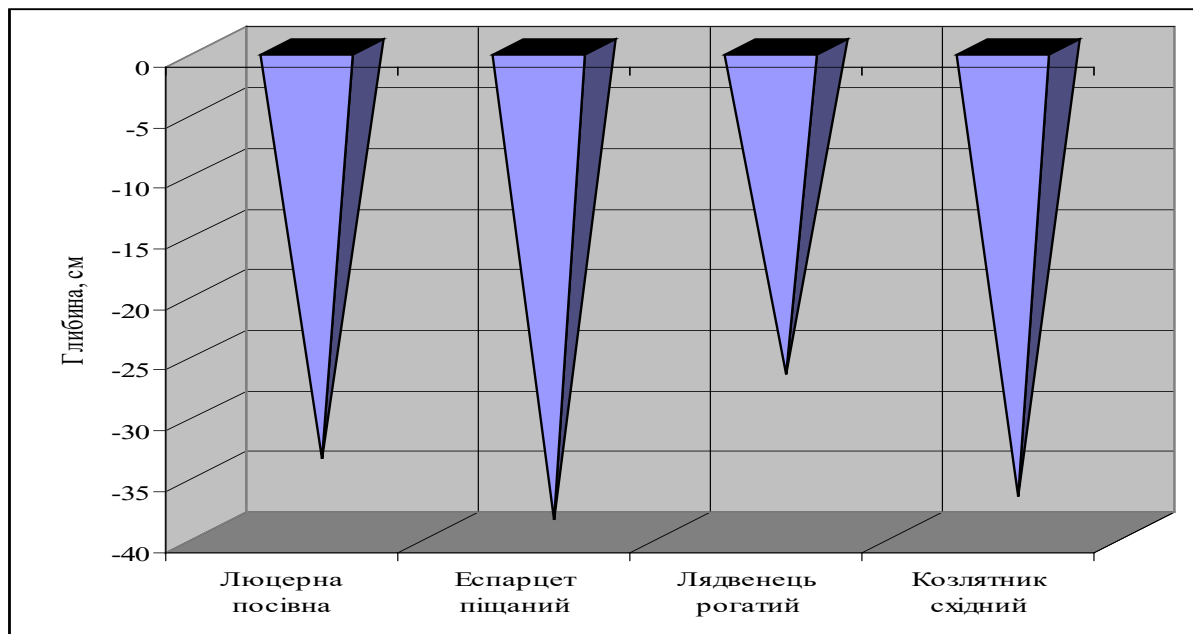


Рис.9. Глибина проникнення основної маси розгалужень кореневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації третього року життя

Товщина кореневої шийки бобових багаторічних трав у кінці третього року вегетації становила 11 – 25 мм. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою – у лядвенцю рогатого. Така закономірність була характерна і у попередні роки досліджень. Кількість бруньок на кореневій шийці продовжувала зростати і склала 16 – 70 штук. Найбільше їх було у рослин лядвенцю рогатого, а найменше – у козлятнику східного. Товщина центрального кореня бобових багаторічних трав становила 4 – 10 мм. Найбільша вона була у рослин еспарцету піщаного, а найменша – у лядвенцю рогатого. Товщина бічних корінців бобових багаторічних трав складала 1,1 – 2,1 мм. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою – у козлятнику східного.

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав, глибина проникнення їх корневих систем становила 122 – 813 см. Найглибшою була коренева система люцерни посівної, а наймілкіша – у козлятнику східного і лядвенцю рогатого. Порівняно з попереднім роком, зростає глибина проникнення у ґрунт коренів лядвенцю рогатого і зменшується – козлятнику східного (рис. 10).

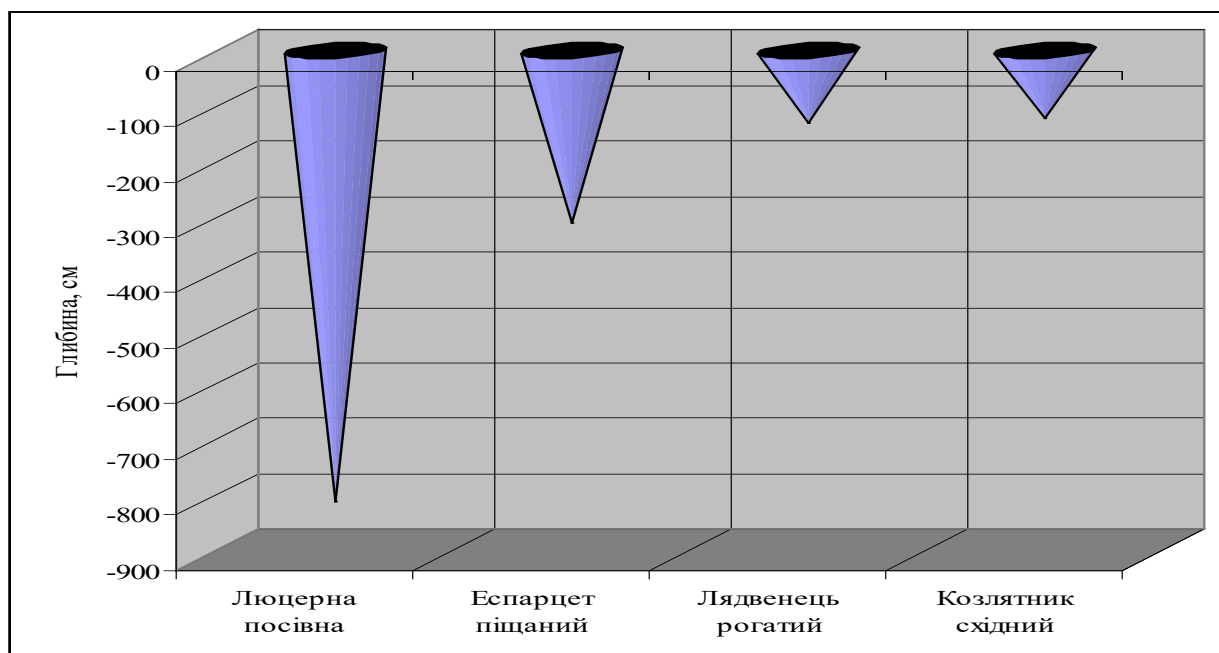


Рис. 10. Глибина проникнення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації четвертого року життя

Радіус поширення корневих систем бобових багаторічних трав у горизонтальному напрямі становив 24 – 42 см. Найбільшим він був у посівах люцерни посівної, а найменшим – у рослин лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і у попередні роки (рис. 11).

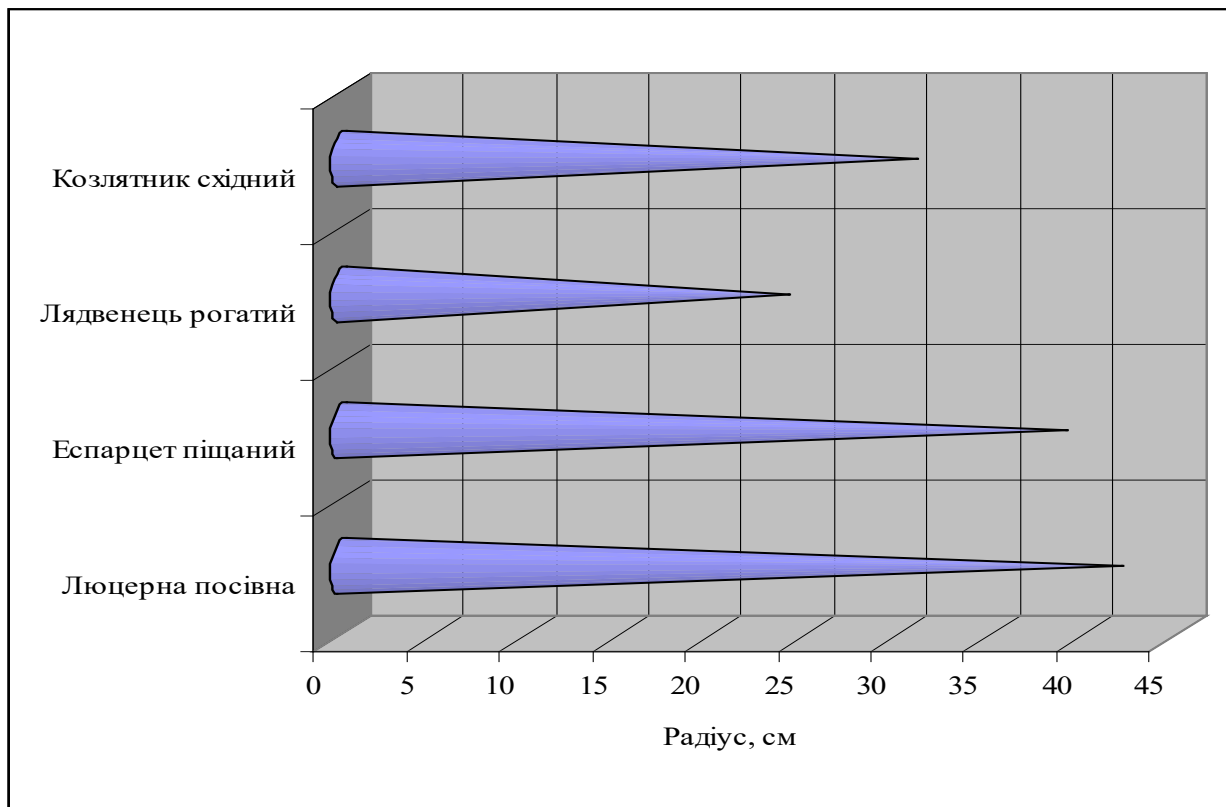


Рис.11. Горизонтальний радіус поширення корневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації четвертого року життя

Глибина основної маси розгалужень корневих систем бобових багаторічних трав становила 29 – 47 см. Найбільшою вона була у рослин еспарцету піщаного, а найменша – у лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і у попередні роки спостережень.

Товщина кореневої шийки бобових багаторічних трав на четвертий рік вегетації становила 13 – 33 см. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою – у лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і впродовж попередніх років досліджень. Кількість бруньок відновлення на кореневій шийці бобових багаторічних трав становила 20 – 89 штук. Найбільше їх було у рослин лядвенцю рогатого, а найменше – у козлятнику східного.

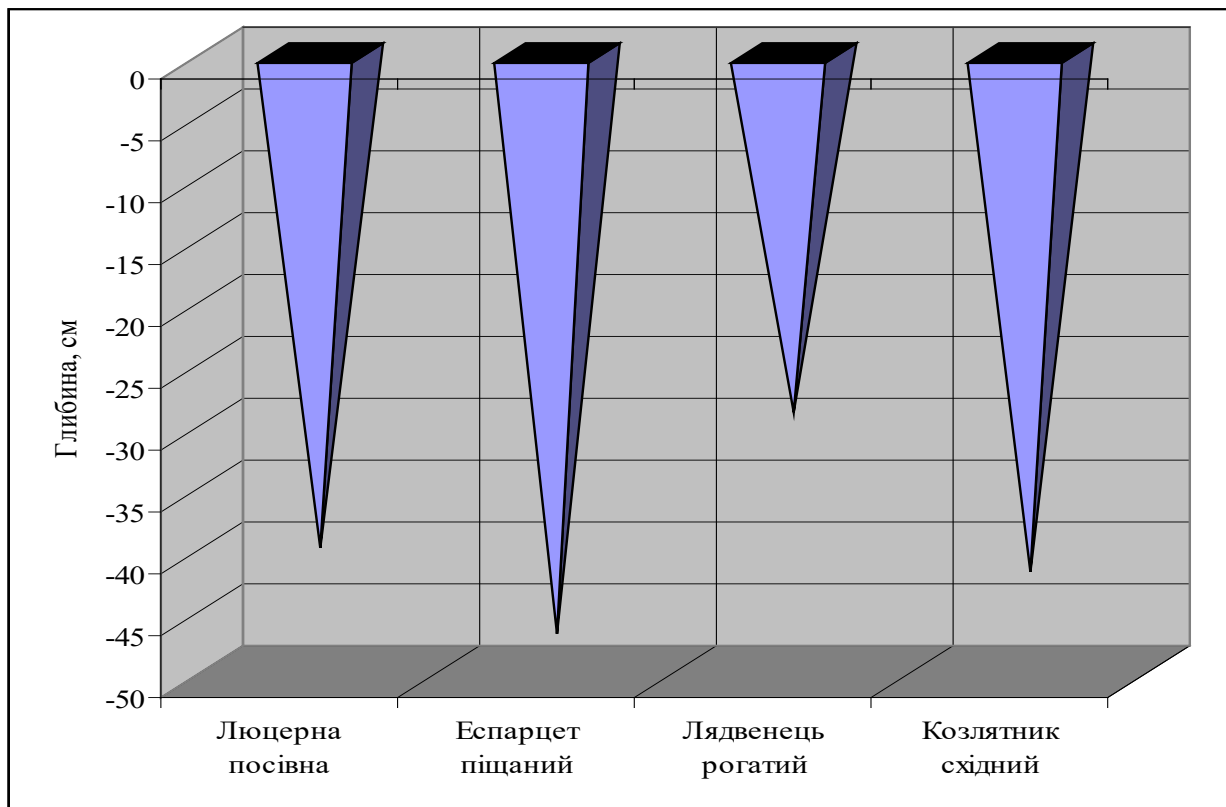


Рис.12. Глибина проникнення основної маси розгалужень кореневих систем бобових багаторічних трав у кінці вегетації четвертого року життя

Товщина центрального кореня бобових багаторічних трав становила 5 – 14 мм. Найтовщий був корінь у рослин еспарцету піщаного і козлятнику східного, а найтонший – у лядвенцю рогатого. Подібна закономірність спостерігалась і в попередні роки, окрім рослин козлятнику східного, у яких істотно зросла товщина центрального кореня. Товщина бічних корінців у багаторічних бобових трав становила 1,3 – 2,3 мм. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найтоншою – у козлятнику східного і лядвенцю рогатого.

Аналізуючи зміну глибини поширення коренів бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації, встановлено, що протягом перших двох років вегетації глибина поширення коренів у всіх трав була подібною. Починаючи з третього року життя, спостерігається інтенсивний ріст коренів люцерни посівної та сповільнення росту коренів лядвенцю рогатого і козлятнику східного.

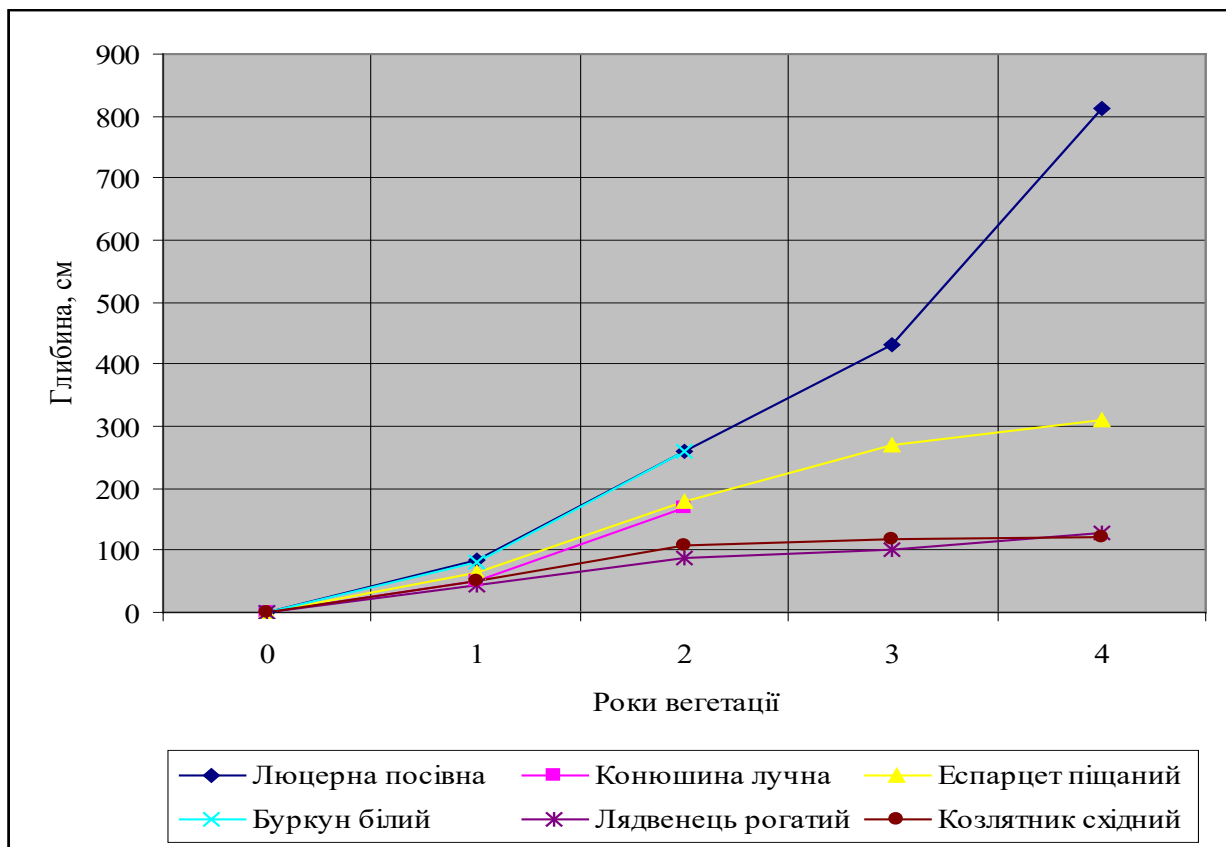


Рис.13. Динаміка зміни глибини коренів бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації

На другий рік вегетації глибина проникнення коренів люцерни посівної зросла у 3,1 рази, на третій рік – у 1,7 рази, а на четвертий – у 1,9 рази. Найподібніше до глибини поширення коренів люцерни посівної розвивались корені буркуну білого: на другий рік їх глибина зросла у 3,3 рази.

Динаміка збільшення глибини коренів конюшини лучної на другий рік склала також 3,3 рази, але їх поширення у глибину було значно меншим, ніж у рослин буркуну білого і люцерни посівної. Подібно до інтенсивності заглиблення коренів конюшини лучної розвивалися корені еспарцету піщаного. Їх глибина на другий рік життя зросла у 2,7 рази, на третій – у 1,5 рази, а на четвертий – у 1,2 рази.

Найменш інтенсивно поширювалися у глибину корені лядвенцю рогатого і козлятнику східного: на другий рік – у 2,0 – 2,1 рази, на третій рік – у 1,1 – 1,2 рази і на четвертий – у 1,0 – 1,3 рази.

Динаміка зміни горизонтального радіусу поширення коренів бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації була значно прямолінійніша. Істотне зростання даного показника було характерне для усіх трав впродовж першого року вегетації.

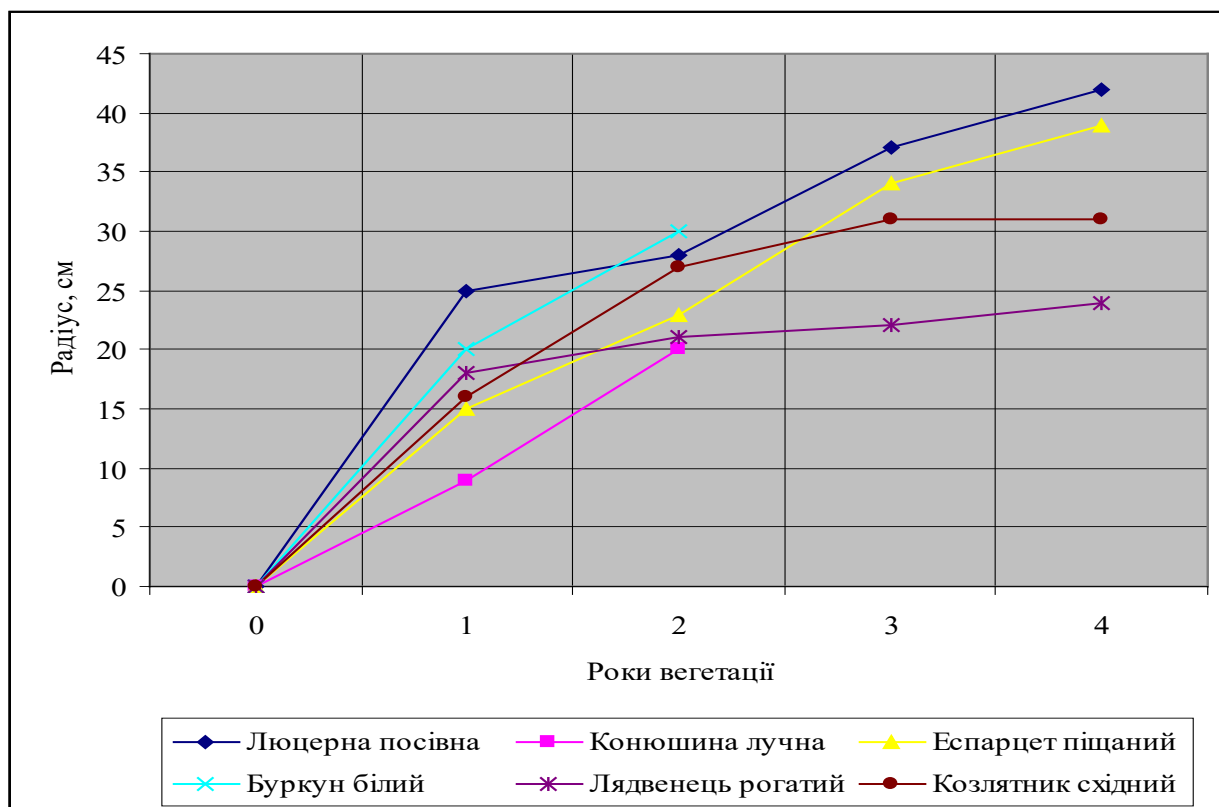


Рис.14. Динаміка зміни горизонтального радіусу поширення коренів бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації

Суттєве зростання радіусу поширення коренів у рослин люцерни посівної відбулось на третій рік вегетації – у 1,3 рази; рослин еспарцету піщаного – на другий та третій рік вегетації – у 1,5 рази кожен; рослин козлятнику східного – на другий рік вегетації – у 1,7 рази. Істотне зростання радіуса поширення коренів конюшини лучної і буркуну білого спостерігалось на другий рік вегетації – у 1,5 рази. Рівномірно зростав радіус коренів у рослин лядвенцю рогатого.

Найбільш стрімко збільшувалась глибина поширення основної маси коренів у рослин люцерни посівної: на другий рік вегетації – у 1,7 рази, на третій рік вегетації – у 1,3 рази, на четвертий рік вегетації – 1,2 рази. Інтенсивне зростання глибини основної маси коренів еспарцету піщаного

спостерігалось на другий рік вегетації – у 1,5 рази, на четвертий рік вегетації – у 1,2 рази. Зростання глибини поширення основної маси коренів буркуну білого на другий рік вегетації становило 1,7 рази. Решта трав змінювали глибину основної маси коренів рівномірно (рис. 15).

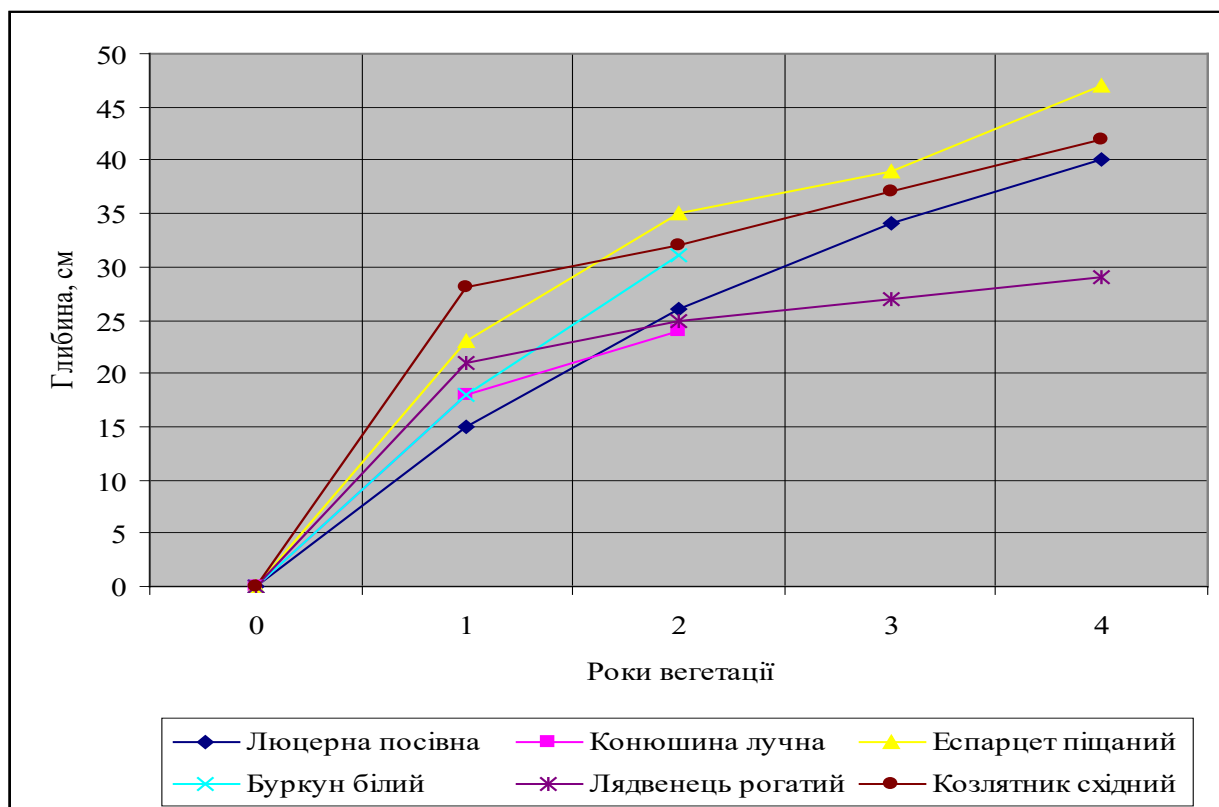


Рис. 15. Динаміка зміни глибини поширення основної маси коренів бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації

Кількість бруньок відновлення на кореневій шийці бобових багаторічних трав впродовж років вегетації збільшувалась рівномірно. Найбільш інтенсивне зростання їх кількості було характерне для лядвенцю рогатого: на другий рік вегетації – у 1,6 рази, на третій рік – у 1,4 рази, на четвертий рік – у 1,3 рази. У рослин еспарцету піщаного та люцерни посівної зростання кількості пагонів була подібною по роках і становила: на другий рік вегетації – у 2,1 рази, на третій рік – у 1,4 рази, на четвертий рік – у 1,2 рази.

Зростання кількості бруньок на кореневій шийці конюшини лучної на другий рік вегетації відбувалося у 2 рази, а буркуну білого протягом двох

років вегетації взагалі не зростало. Збільшення кількості бруньок у рослин козлятнику східного протягом кожного року складало у 1,3 – 1,5 рази.

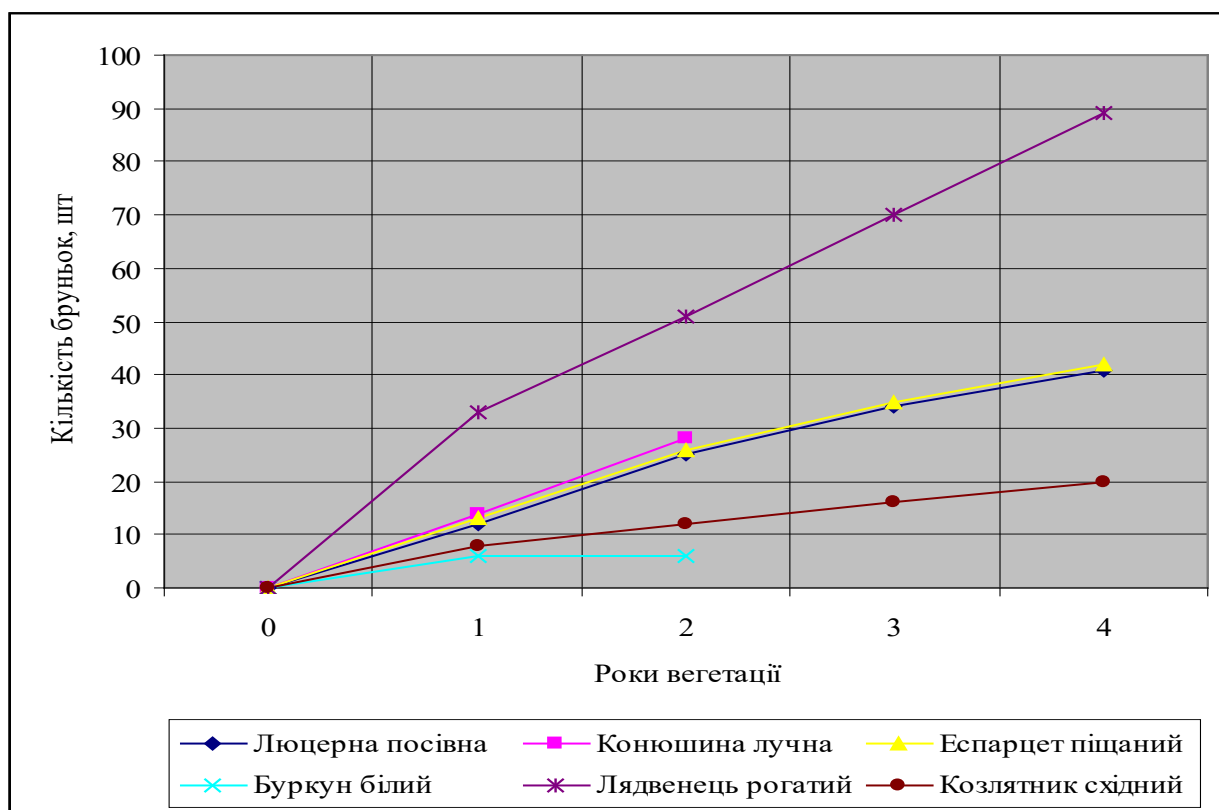


Рис. 16. Динаміка зміни кількості бруньок відновлення на кореневій шийці бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації

На основі проведених досліджень та порівнянь між собою біометричних показників корневих систем різних видів бобових багаторічних трав, впливають такі висновки:

- коренева система люцерни посівної характеризується найбільшим заглибленням у ґрунт, найбільшим поширенням коренів у горизонтальному напрямі; найбільшою товщиною кореневої шийки впродовж усіх років вегетації, найбільшою товщиною бічних корінців впродовж третього – четвертого років вегетації, але наймілкішим поширенням у ґрунт основної маси розгалужень коренів у рік сівби та наступного року вегетації;

- коренева система буркуну білого характеризувалась найбільшим заглибленням у ґрунт, найбільшою товщиною кореневої шийки, центрального кореня і бічних корінців впродовж усіх років вегетації,

найбільшим поширенням коренів у горизонтальному напрямі на другий рік вегетації, але найменшою кількістю бруньок відновлення на кореневій шийці впродовж усіх років вегетації;

- коренева система лядвенцю рогатого мала найбільшу кількість бруньок відновлення на кореневій шийці впродовж усіх років вегетації, але наймілкіше заглиблювалась у ґрунт, мала найменшу товщину кореневої шийки та центрального кореня впродовж усіх років вегетації, найменший горизонтальний радіус поширення коренів та найменше заглиблення у ґрунт основної маси розгалужень коренів на другий – четвертий роки вегетації;

- коренева система козлятнику східного характеризувалась найбільшим заглибленням основної маси коренів у ґрунт у всі роки росту, найбільшим поширенням коренів у горизонтальному напрямі на другий рік вегетації, найбільшою товщиною центрального кореня на четвертий рік вегетації, але найменшим заглибленням у ґрунт коренів на четвертий рік вегетації, найменшою товщиною кореневої шийки впродовж першого року вегетації та найменшою товщиною бічних корінців впродовж другого – четвертого років вегетації, найменшою кількістю бруньок відновлення на кореневій шийці впродовж третього – четвертого років вегетації;

- коренева система еспарцету піщаного характеризувалась найбільшим поширенням коренів у горизонтальному напрямі та найглибшим поширенням основної маси розгалужень коренів на третій – четвертий роки вегетації; найбільшою товщиною центрального кореня впродовж другого – четвертого років вегетації. Таким чином, рослини еспарцету піщаного формують потужну кореневу систему на третій – четвертий рік вегетації;

- коренева система конюшини лучної мала найменший радіус поширення коренів у горизонтальному напрямі, найменшу товщину центрального кореня та найменшу товщину бічних корінців впродовж усіх років вегетації;

Отже, на основі висновків впливає, що рослини люцерни посівної, буркуну білого і козлятнику східного завдяки добре заглибленій, широкій та добре проникній кореневій системі здатні найкраще серед усіх бобових трав розпушувати ґрунт. Найдоцільніше з цією метою висівати рослини буркуну білого, які є дворічними.

Посіви лядвенцю рогатого здатні найкраще відновлювати вегетацію після скошувань та за роками вегетації, але неглибока та малопотужна їх коренева система не сприяє накопиченню великої кількості запасних поживних речовин для росту рослини. Тому його посіви потребують мінерального живлення, а також можуть відчувати дефіцит вологи у другому та наступних укосах у посушливі роки, що може відобразитися на рівні урожайності та довговічності травостою. Після переорювання травостою лядвенцю рогатого не буде спостерігатись суттєвого збагачення ґрунту поживними речовинами.

Посіви еспарцету піщаного проявлятимуть максимальний позитивний вплив на ґрунт через три – чотири роки вегетації, коли його коренева система досягне значних розмірів.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ НА АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ

3.1. Вплив кореневих систем бобових багаторічних трав на стан ґрунту

Кореневі системи бобових багаторічних трав можуть впливати на стан ґрунту займаючи певний об'єм, а також накопичуючи певну масу. В цьому випадку об'єм кореневої системи сприяє розрихленню ґрунту, а вага коренів є потенційним джерелом поповнення у ґрунті запасу поживних речовин. В той же час розмір кореневої системи може впливати на поглинання з ґрунту важких металів. Чим більші розміри коренів – тим більший позитивний вплив на ґрунт чинять бобові багаторічні трави. Дані показники можна розраховувати на одну рослину та на один гектар, що дає більш об'єктивний результат впливу на ґрунт того чи іншого виду бобових багаторічних трав. Похідними показниками кореневої системи бобових багаторічних трав, що також можуть впливати на стан ґрунту, є сумарна довжина коренів, що формується однією рослиною та площа поверхні коренів однієї рослини. Ці показники більшою мірою визначають поглинальну здатність рослин щодо важких металів, поживних речовин і води з ґрунту.

Найбільший об'єм кореневої системи однієї рослини в кінці вегетації першого року мали еспарцет піщаний і буркун білий – по 1,25 дм³, найменший – лядвенець рогатий – 0,20 дм³, що на 84 % менше, ніж у еспарцету піщаного і буркуну білого. Решта трав мали подібну за об'ємом кореневу систему – 0,37 – 0,42 дм³, що на 66 – 70 % менша (рис. 17).

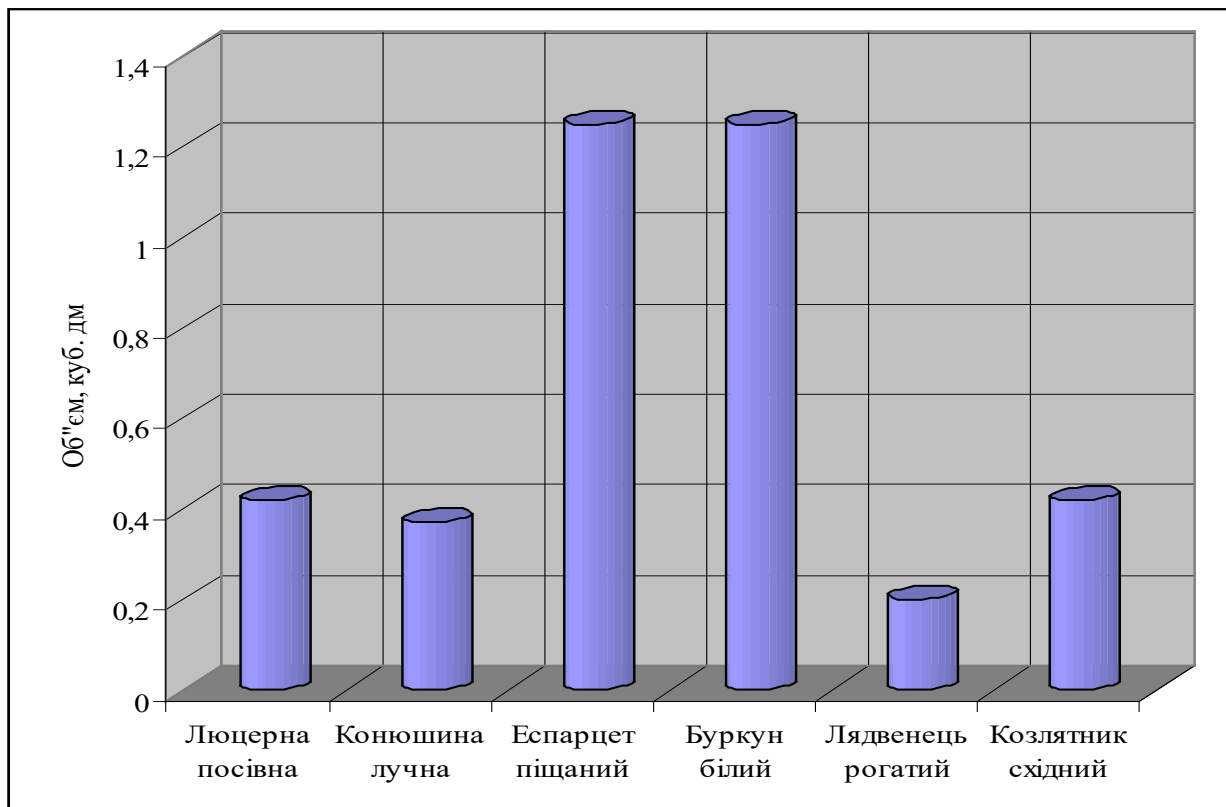


Рис. 17. Об'єм коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці першого року вегетації

Найбільшу площу поверхні коренів однієї рослини мав еспарцет піщаний – 200 дм² за рахунок тонких бічних корінців. Найменшу площу поверхні кореневої системи мали рослини лядвенцю рогатого – 40 дм², що на 80 % менше, решта трав – 67,2 – 111,1 дм², що на 44 – 66 % менше, ніж у еспарцету піщаного.

Сумарна довжина кореневої системи найбільшою була у еспарцету піщаного – 2500,0 дм, а найменша – 666,7 дм – у лядвенцю рогатого, що на 73,3 % менше.

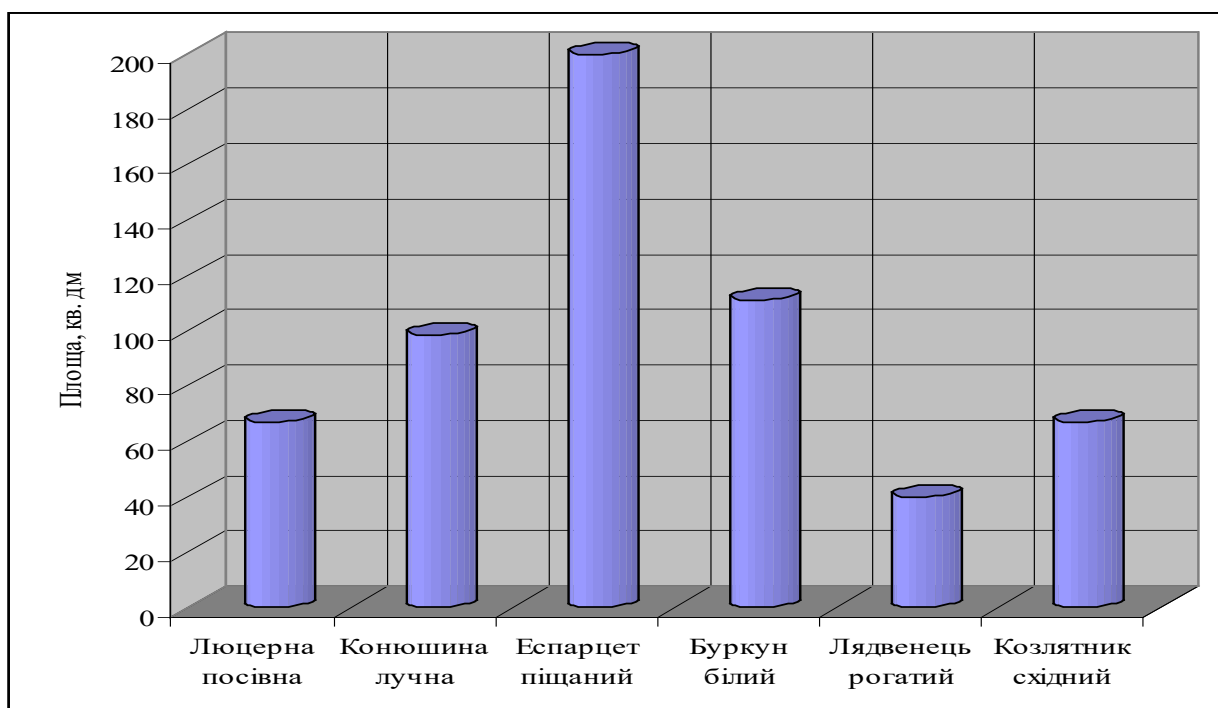


Рис. 18. Площа поверхні коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці першого року вегетації

Вага кореневої системи однієї рослини найбільша у козлятнику східного – 27,70 г а найменша – у лядвенцю рогатого – 4,50 г та конюшини лучної – 5,90 г, що відповідно на 83,8 та 78,7 % менше.

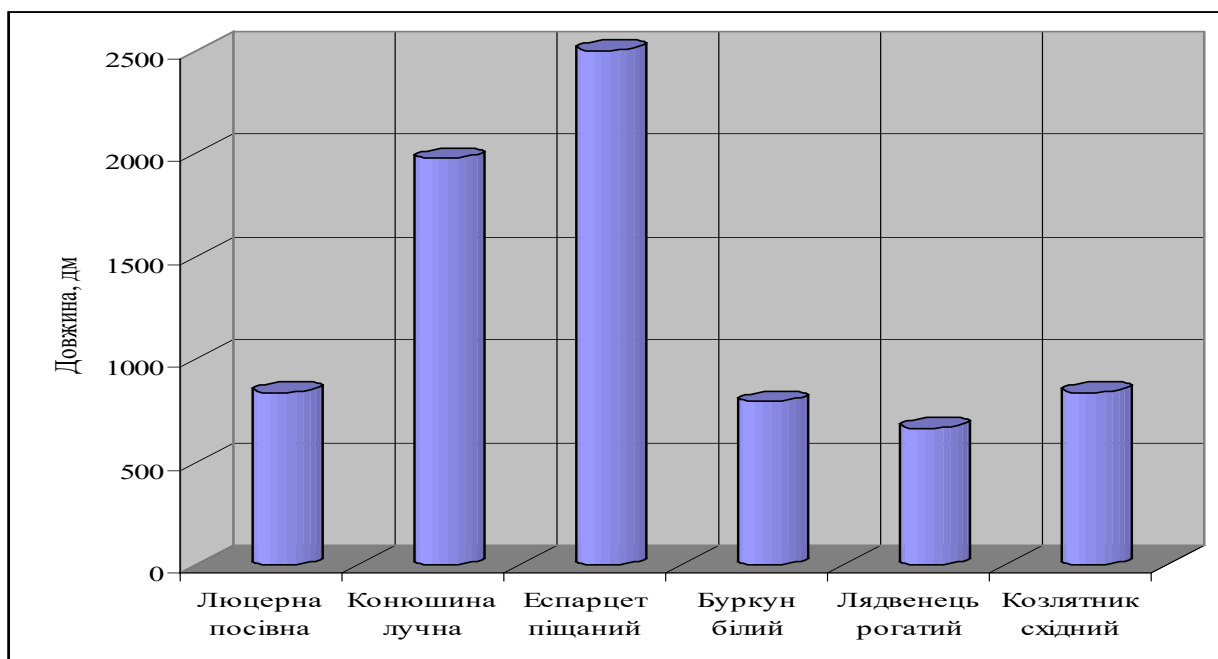


Рис. 19. Сумарна довжина коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці першого року вегетації

На другий рік вегетації об'єм кореневих систем бобових багаторічних трав зріс до 0,49 – 4,43 дм³. Найбільший об'єм коренів сформували рослини еспарцету піщаного і буркуну білого – 4,43 дм³, а найменший – лядвенцю рогатого – 0,49 дм³, що на 88,9 % менше. Подібна закономірність спостерігалась і першого року вегетації трав.

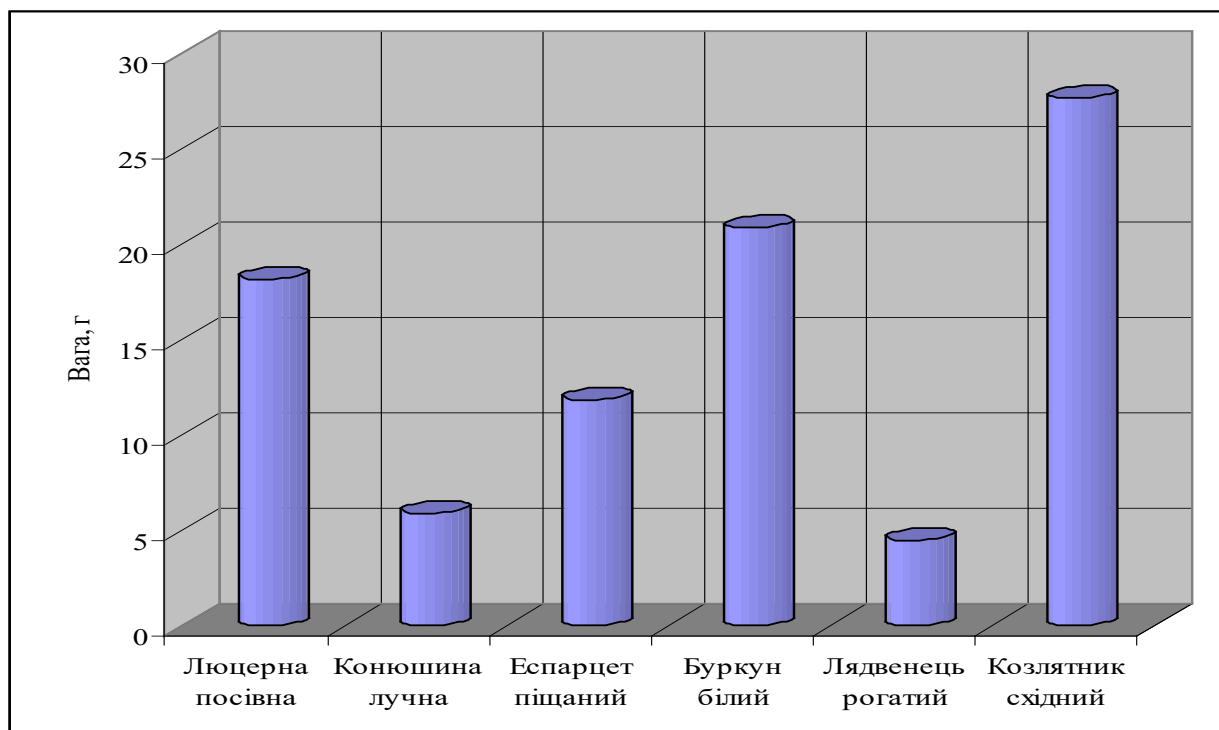


Рис. 20. Вага кореневої системи однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці першого року вегетації

Площа поверхні коренів однієї рослини бобових багаторічних трав на другий рік вегетації становила 98,0 – 443,0 дм². Найбільшою вона була у рослин еспарцету піщаного, а найменша – у рослин лядвенцю рогатого, що на 77,9 % менше. Така ж закономірність спостерігалась і першого року вегетації трав.

Сумарна довжина коренів однієї рослини другого року вегетації трав становила 1633,3 – 3407,7 дм. Найбільшою вона була у рослин еспарцету піщаного, а найменшою – у лядвенцю рогатого, що на 52,1 % менше. Така ж закономірність спостерігалась першого року вегетації (рис. 20).

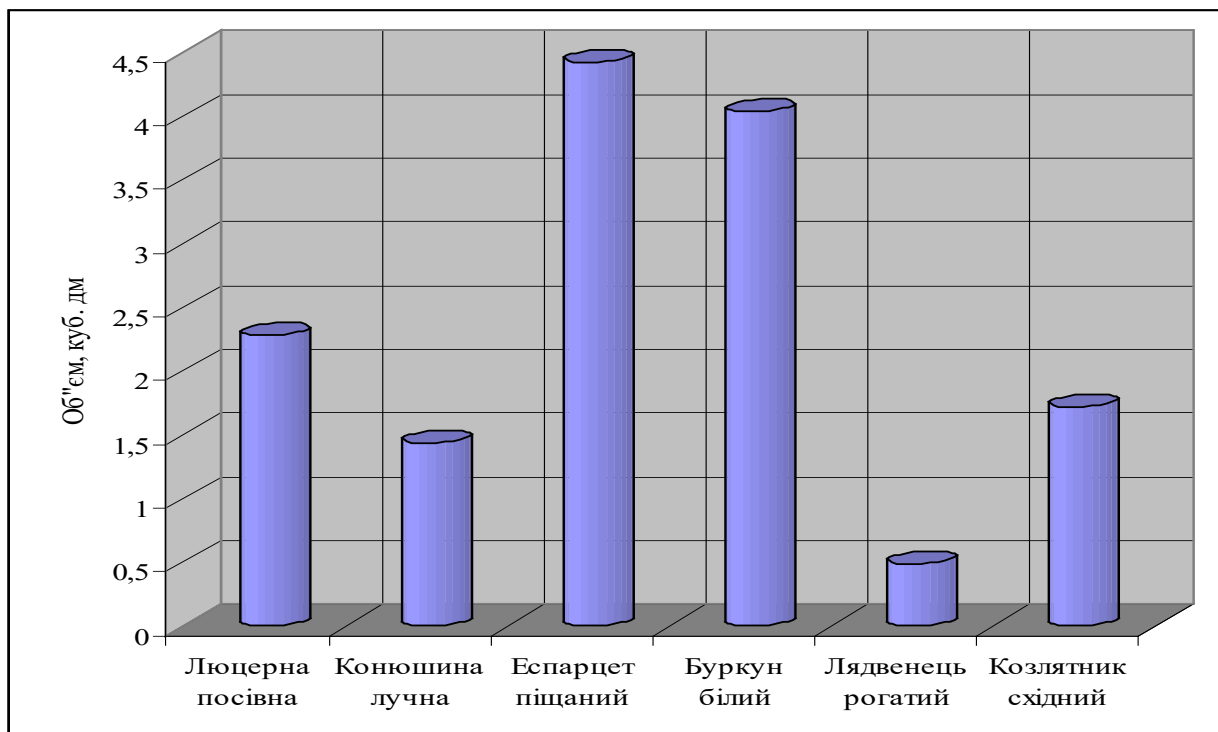


Рис. 21. Об'єм коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці другого року вегетації

Вага кореневої системи бобових багаторічних трав на другий рік вегетації становила 11,27 – 113,52 г. Найбільшу вагу коренів мали рослини

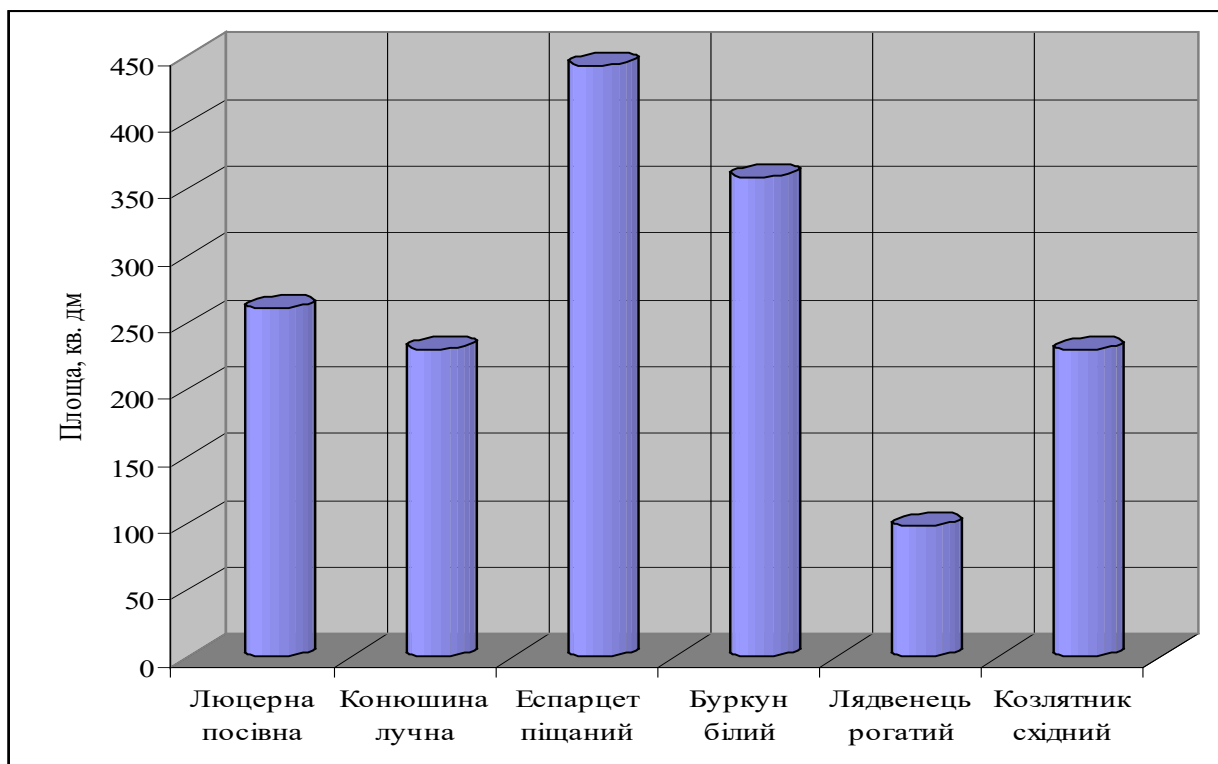


Рис. 22. Площа поверхні коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці другого року вегетації

козлятнику східного, а найменшу – лядвенцю рогатого, що на 90,1 % менше. Порівняно з першим роком вегетації, тенденція зберігається, проте зростає вага коренів конюшини лучної.

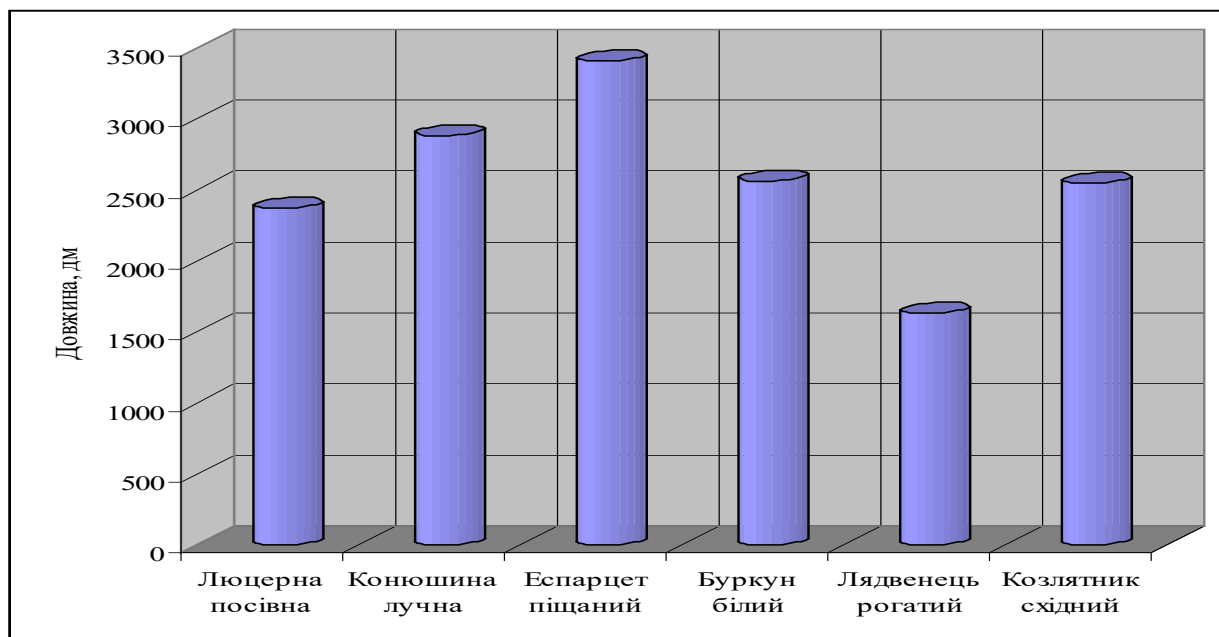


Рис. 23. Сумарна довжина коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці другого року вегетації

На третій рік вегетації з травостою випадають рослини буркуну білого і конюшини лучної. Найбільший об'єм кореневої системи мали рослини

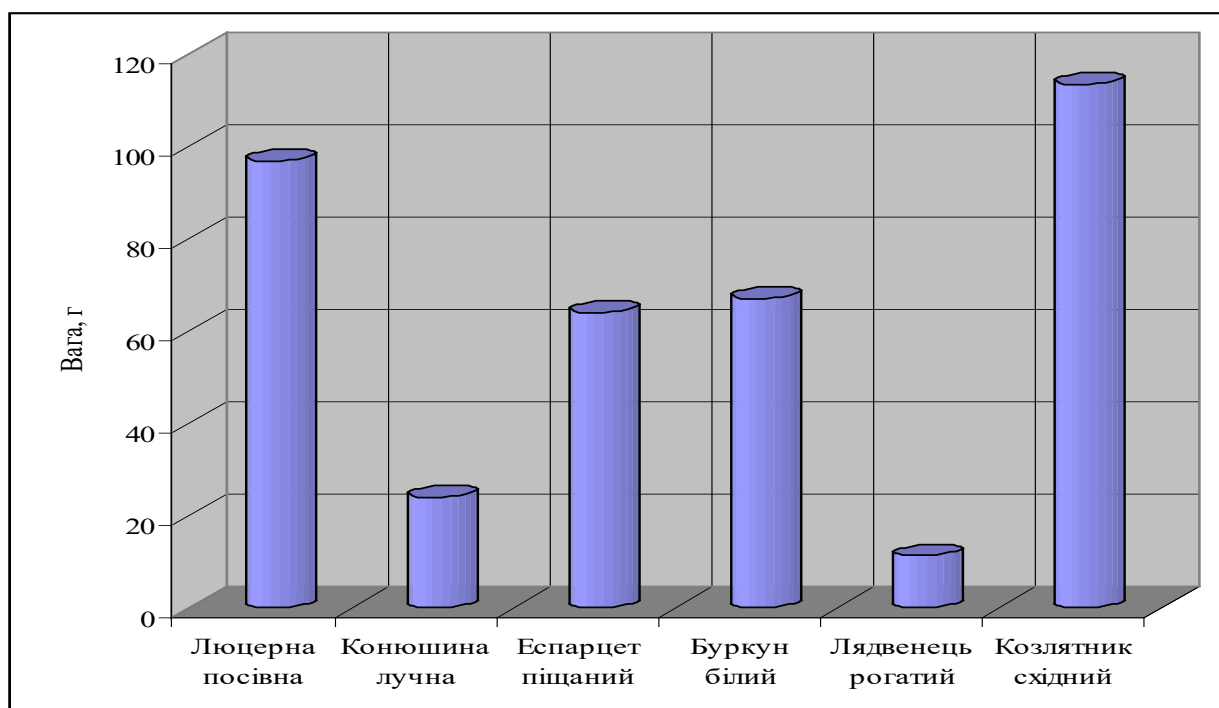


Рис. 24. Вага кореневої системи однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці другого року вегетації

еспарцету піщаного – 5,38 дм³, а найменший – лядвенцю рогатого – 1,00 дм³, що на 81,4 % менше. Така ж закономірність спостерігалась і у попередні роки.

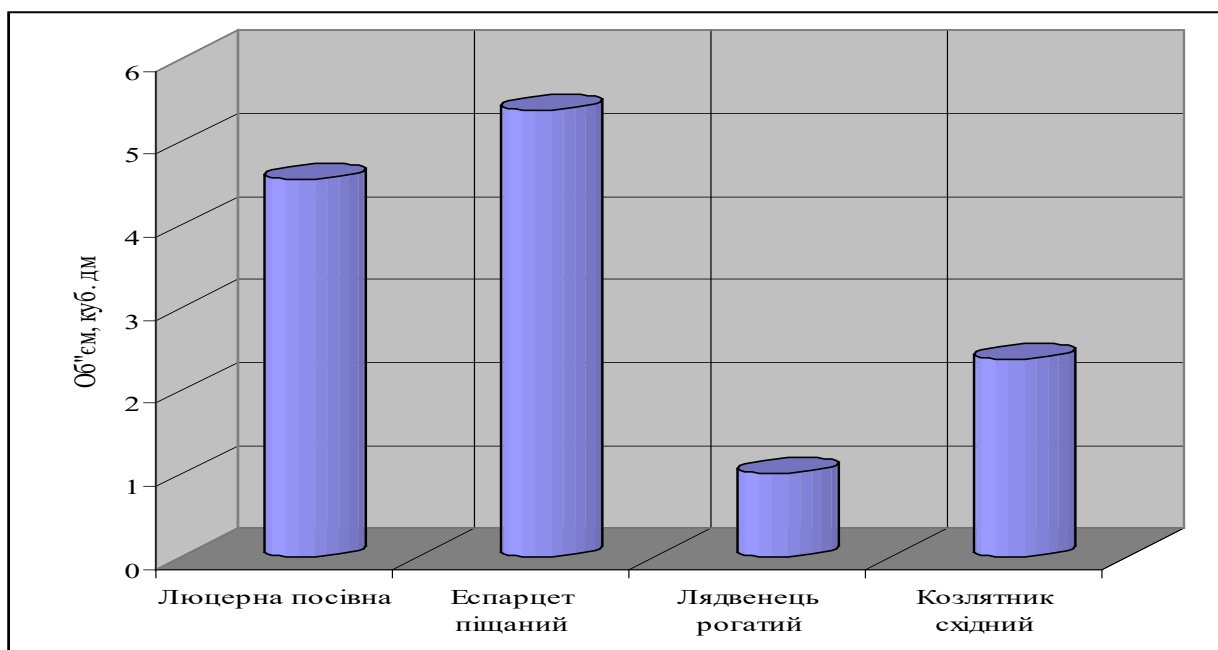


Рис. 25. Об'єм коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці третього року вегетації

Площа поверхні коренів однієї рослини найбільшою була у люцерни посівної – 404,4 дм², а найменша – у лядвенцю рогатого – 160,0 дм², що на 60,4 % менше. На третій рік вегетації інтенсивно зростає площа поверхні коренів люцерни посівної, порівняно з еспарцетом піщаним.

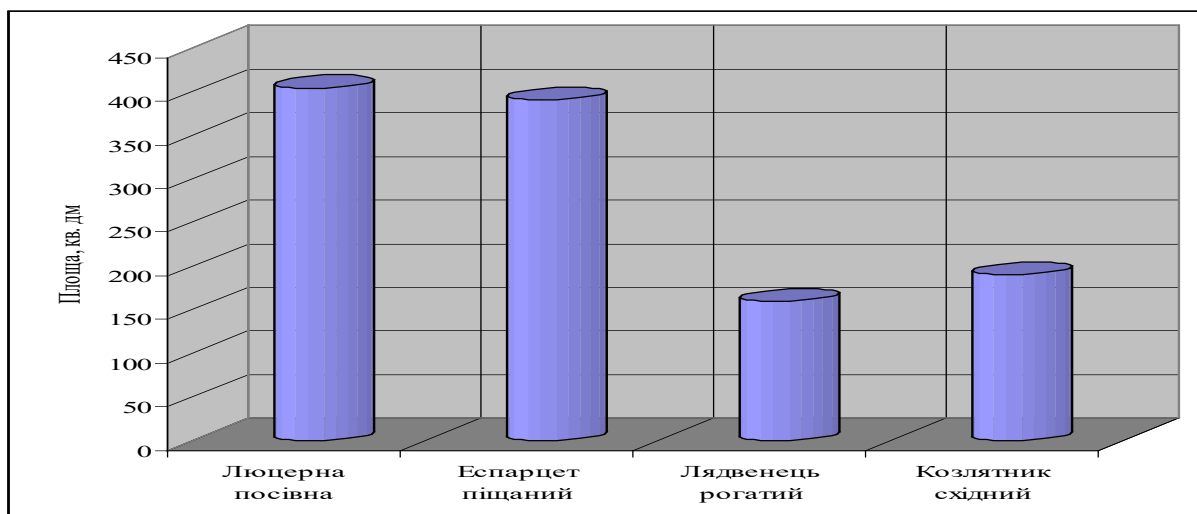


Рис. 26. Площа поверхні коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці третього року вегетації

Сумарна довжина коренів однієї рослини в кінці третього року вегетації трав становила 1190,0 – 2888,6 дм. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою – у козлятнику східного, що на 58,8 % менше.

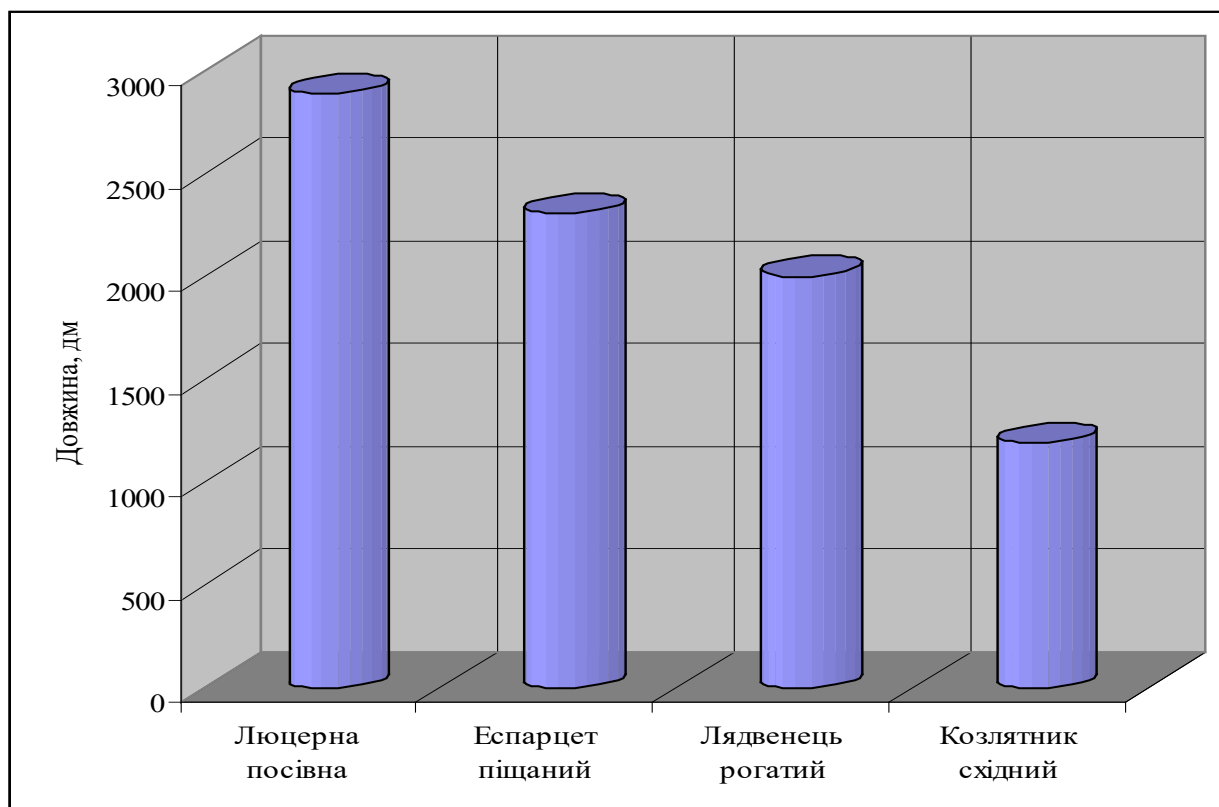


Рис. 27. Сумарна довжина коренів бобових багаторічних трав у кінці третього року вегетації

До попереднього року зросла сумара довжина коренів у люцерни посівної та лядвенцю рогатого, порівняно з рослинами еспарцету піщаного і козлятнику східного.

Вага коренів однієї рослини бобових багаторічних трав на кінець третього року вегетації становила 22,45 – 196,61 г. Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою – у лядвенцю рогатого, що на 88,6 % менше. До попереднього року, зросла маса коренів люцерни посівної, порівняно з козлятником східним.

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав об'єм коренів однієї рослини становив 1,53 – 14,52 дм³. Найбільшим він був у рослин люцерни посівної, а найменшим – у лядвенцю рогатого, що на 89,5 % менше.

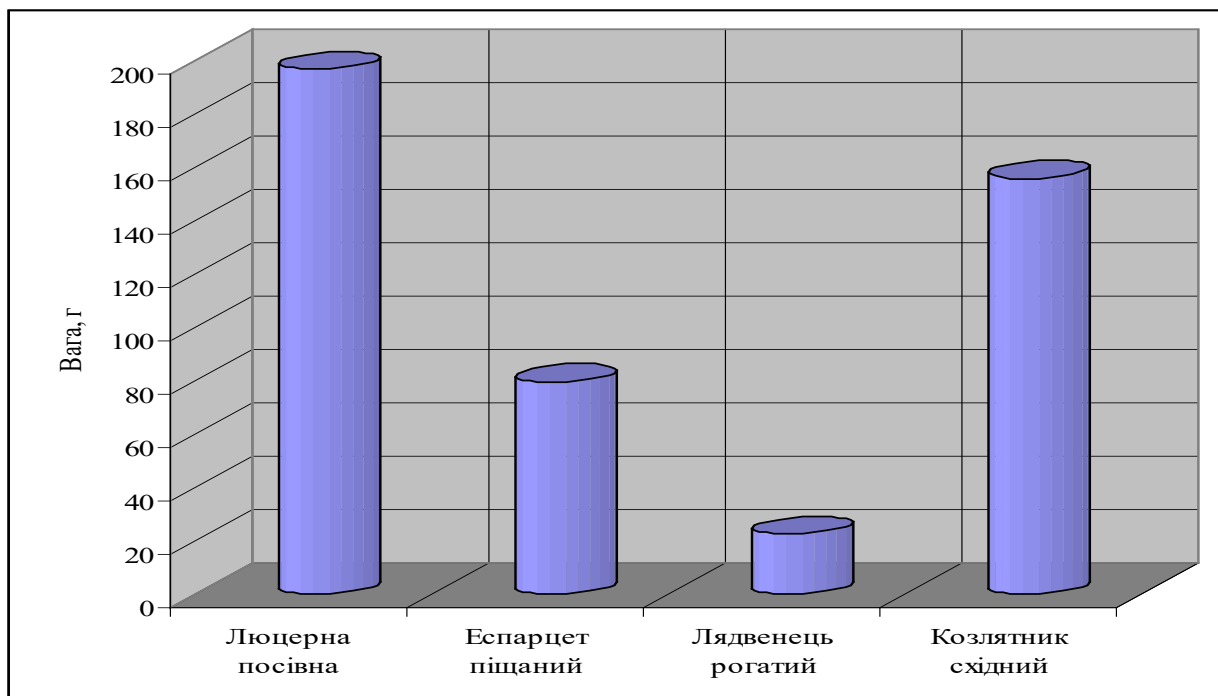


Рис. 28. Вага кореневої системи однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці третього року вегетації

До третього року вегетації трав істотно зростає об'єм коренів рослин люцерни посівної, порівняно з рослинами еспарцету піщаного.

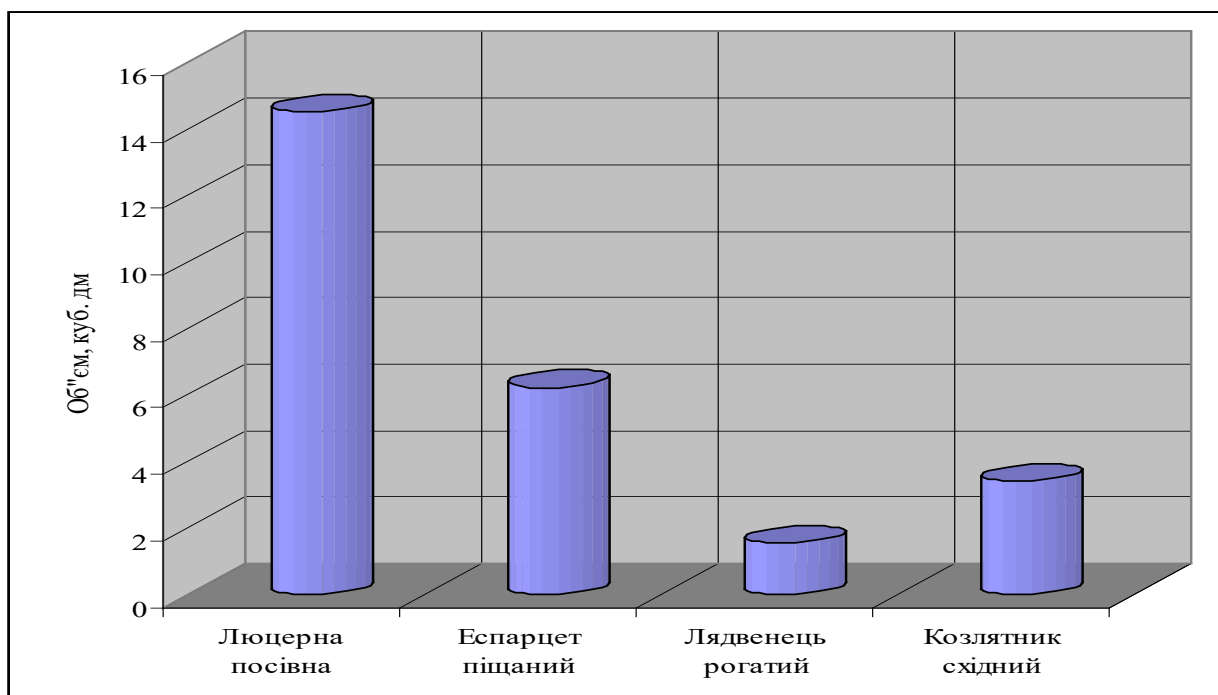


Рис. 29. Об'єм коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці четвертого року вегетації

Площа поверхні коренів досліджуваних рослин становила 193,7 – 968,0 дм². Найбільшою вона була у рослин люцерни посівної, а найменшою у рослин лядвенцю рогатого, що на 80,0 % менше. Подібна тенденція спостерігалась і третього року вегетації трав (рис. 30).

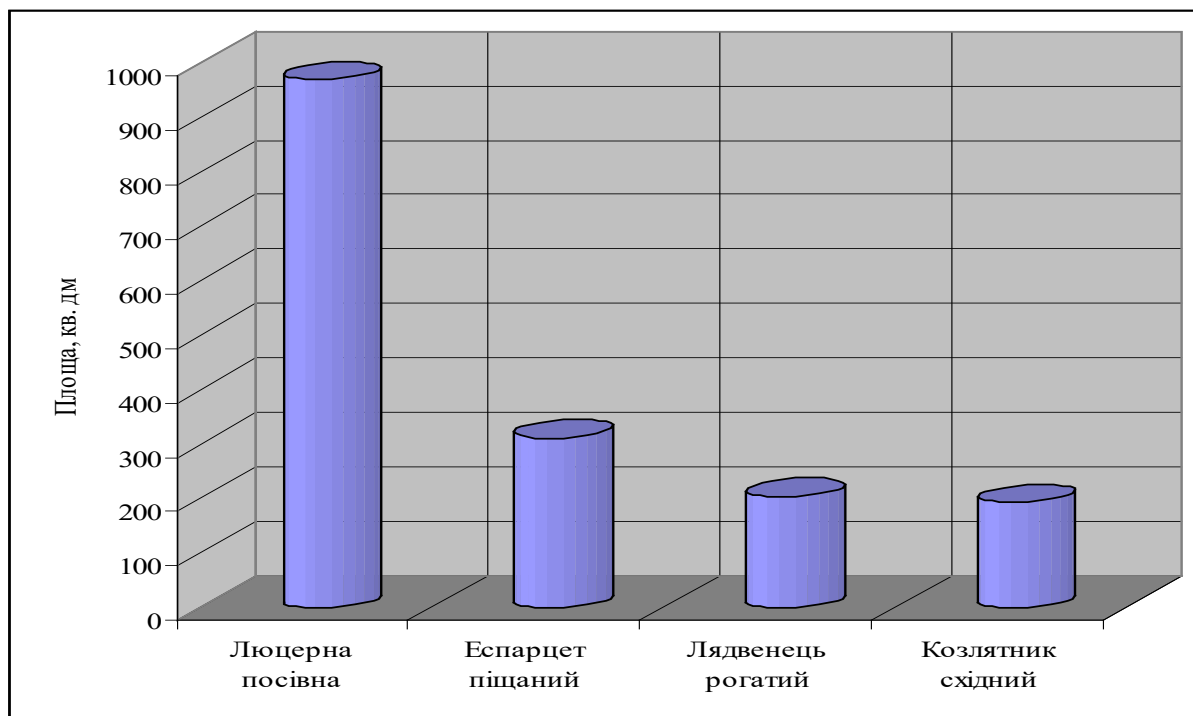


Рис. 30. Площа поверхні коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці четвертого року вегетації

Сумарна довжина коренів однієї рослини найбільшою була у люцерни посівної – 5694,1 дм, а найменшою – у козлятнику східного – 807,1 дм, що на 85,8 % менше. Подібна тенденція щодо загальної довжини кореневої системи спостерігалась і попереднього року.

Вага коренів однієї рослини на четвертий рік вегетації найбільшою була у люцерни посівної – 624,35 г, а найменшою – у лядвенцю рогатого – 33,81 г, що на 94,6 % менше. Подібна тенденція спостерігалась і попереднього року вегетації.

Загалом, впродовж усіх років вегетації бобових багаторічних трав, об'єм коренів однієї рослини збільшувався щорічно. Зокрема, на другий рік вегетації трав об'єм коренів однієї рослини зріс у 2,5 – 5,4 рази.

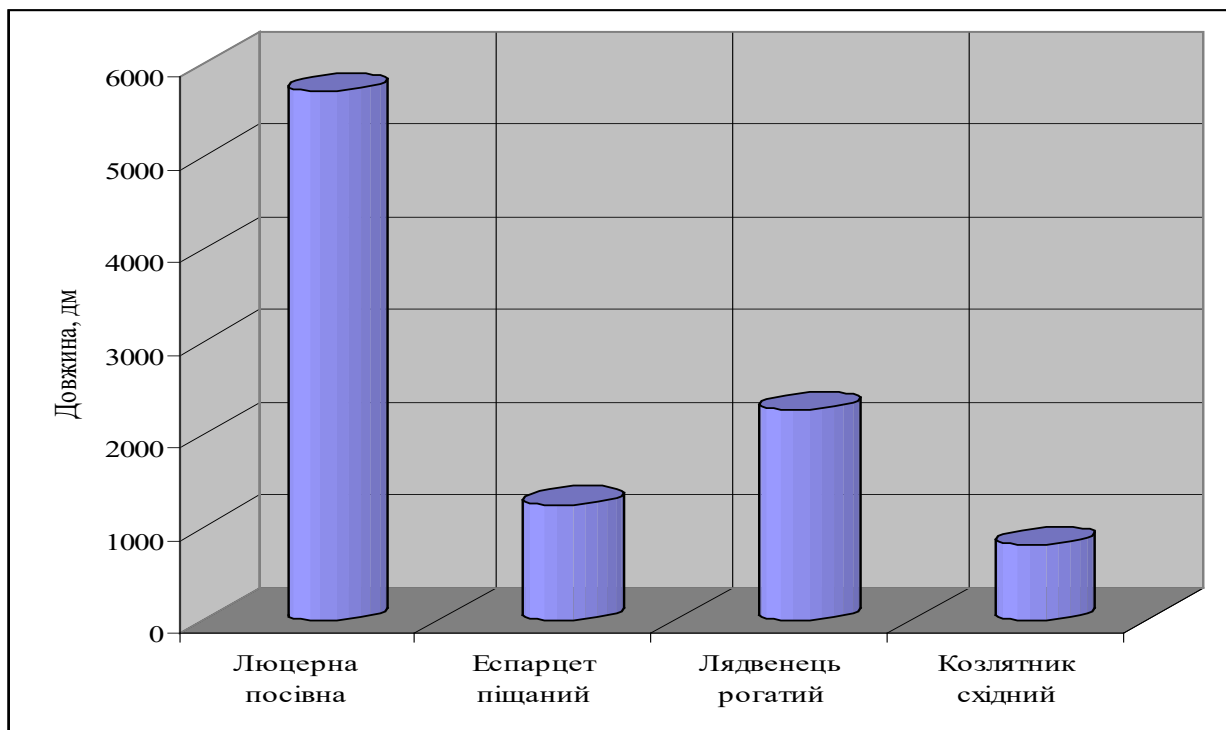


Рис. 31. Сумарна довжина коренів однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці четвертого року вегетації

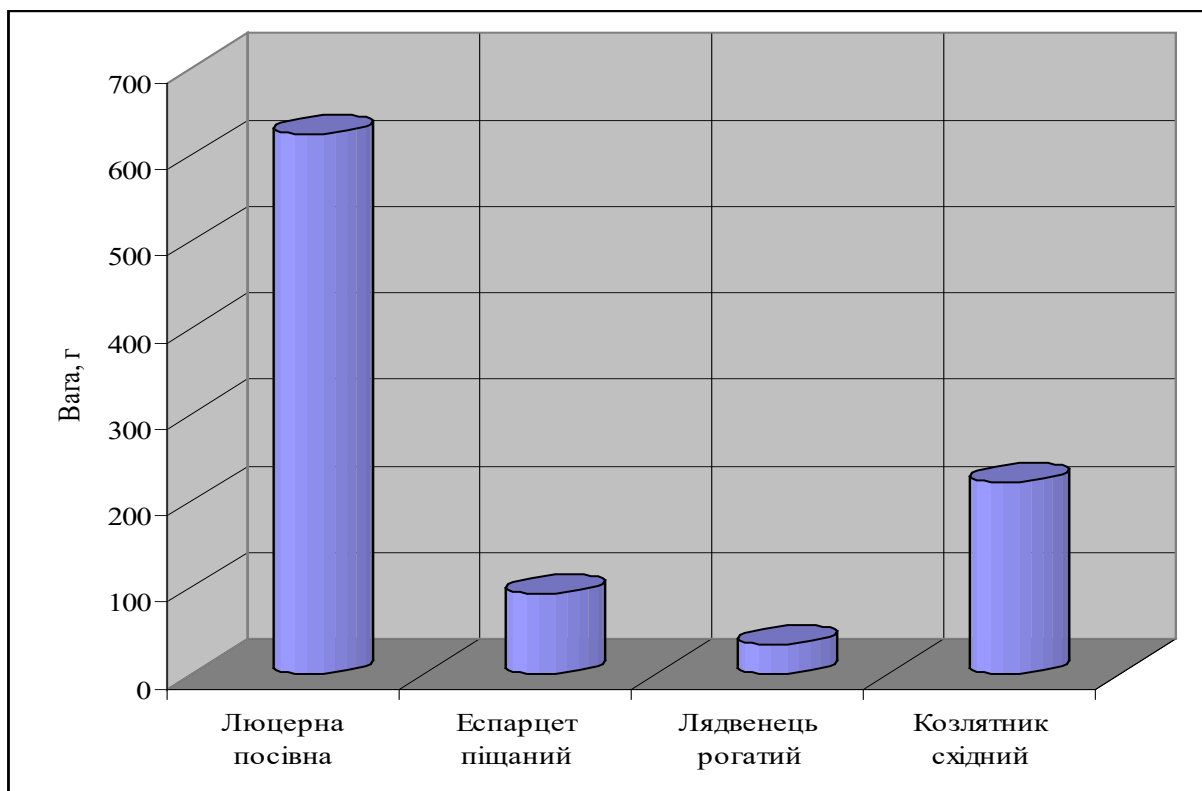


Рис. 32. Вага кореневої системи однієї рослини бобових багаторічних трав у кінці четвертого року вегетації

На третій рік вегетації трав об'єм кореневої системи зріс у 1,2 – 2,0 рази, найбільше – у рослин лядвенцю рогатого, а найменше – еспарцету піщаного. На четвертий рік вегетації трав об'єм кореневих систем зріс у 1,2 – 3,2 рази. Найбільше зростання було характерне для рослин люцерни посівної, а найменше – еспарцету піщаного. Загалом, у всіх трав найбільше зростав об'єм коренів на другий рік вегетації, а найменше – на третій-четвертий рік.

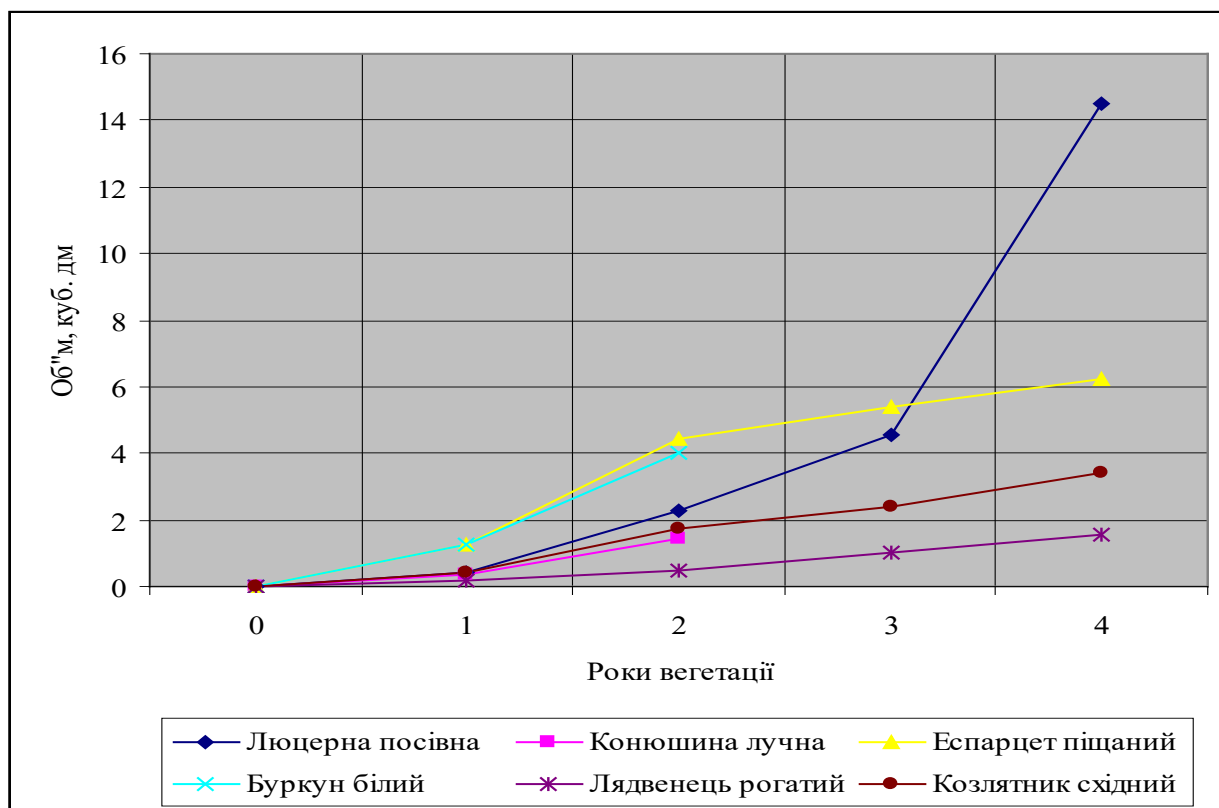


Рис. 33. Динаміка об'єму кореневих систем однієї рослини бобових багаторічних трав за усі роки вегетації

Площа поверхні однієї рослини бобових багаторічних трав на другий рік вегетації зросла у 2,2 – 3,9 разів. Найбільше зростання було характерне для рослин люцерни посівної, а найменше – еспарцету піщаного. На третій рік вегетації бобових багаторічних трав площа поверхні коренів однієї рослини зросла у лядвенцю рогатого та люцерни посівної у 1,6 рази, в той час як еспарцету піщаного і козлятнику східного зменшилась і становила 0,8 – 0,9 площі другого року вегетації трав. На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав зросла площа коренів люцерни посівної у 2,4 рази,

лядвенцю рогатого – у 1,3 рази, козлятнику східного – залишилась на рівні третього року вегетації, а еспарцету піщаного – зменшилась у 1,3 рази.

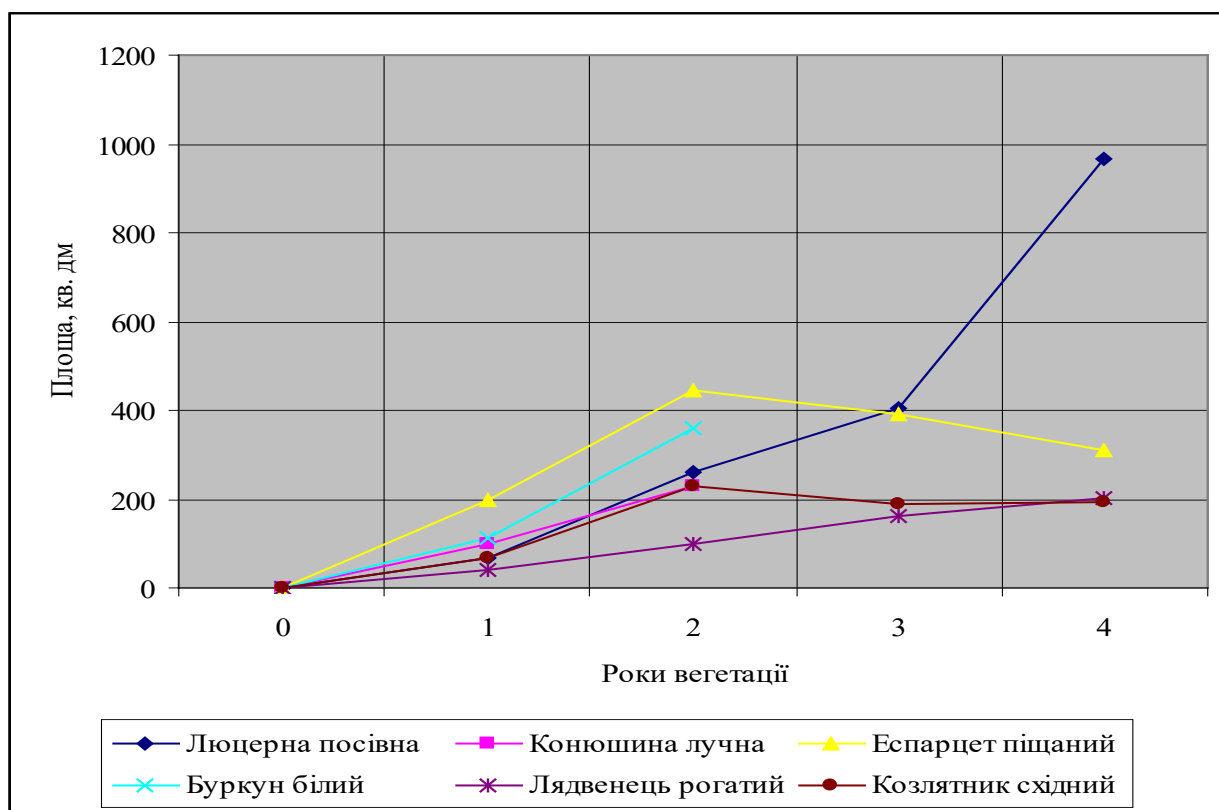


Рис. 34. Динаміка площі поверхні кореневих систем однієї рослини бобових багаторічних трав за усі роки вегетації

Сумарна довжина коренів однієї рослини бобових багаторічних трав на другий рік вегетації зросла у 1,4 – 3,2 рази, найбільше – буркуну білого, а найменше – еспарцету піщаного. На третій рік вегетації довжина коренів зросла в 1,2 рази у рослин люцерни посівної та лядвенцю рогатого та зменшилась – еспарцету піщаного у 1,5 рази, а козлятнику східного – у 2,2 рази. На четвертий рік вегетації сумарна довжина коренів також зросла лише у рослин люцерни посівної у 2 рази та лядвенцю рогатого – в 1,4 рази. В той же час еспарцету піщаного та козлятнику східного – зменшилась порівняно з третім роком вегетації, відповідно у 1,9 та 1,5 рази.

Вага коренів однієї рослини бобових багаторічних трав на другий рік вегетації зросла у 2,5 – 5,4 рази.

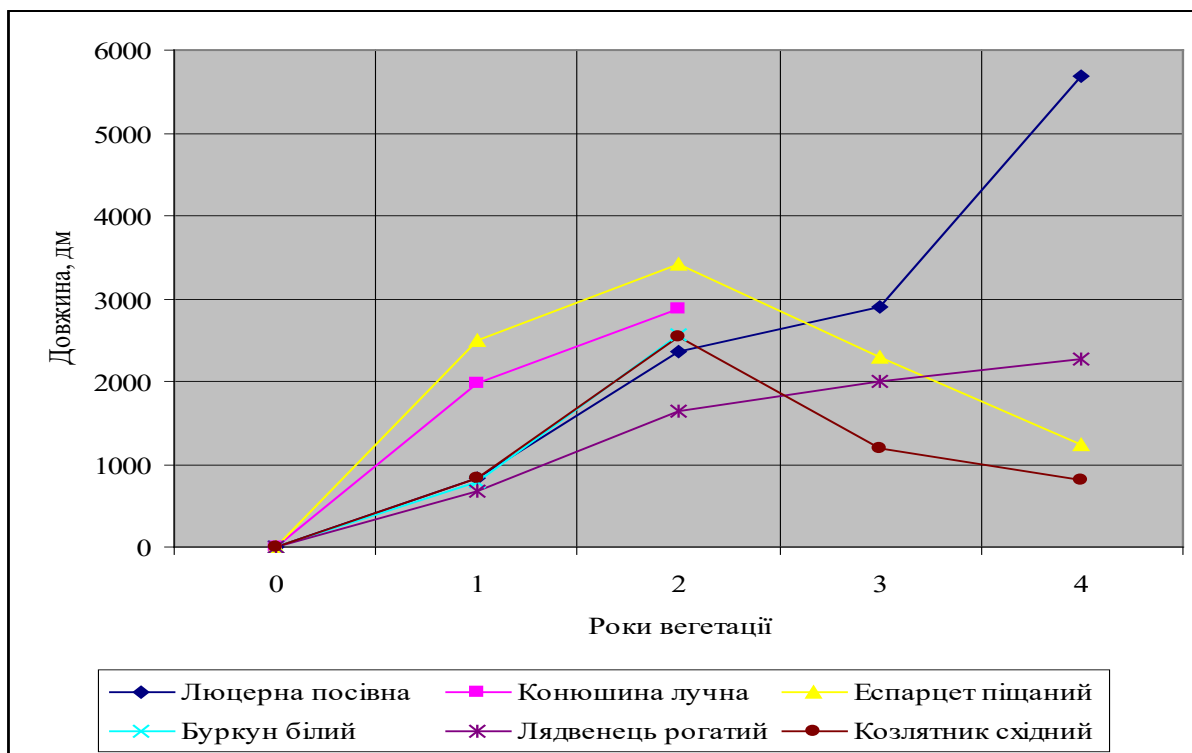


Рис. 35. Динаміка сумарної довжини корневих систем однієї рослини бобових багаторічних трав за усі роки вегетації

Найбільше зростання маси коренів було характерне для рослин еспарцету піщаного, а найменше – лядвенцю рогатого.

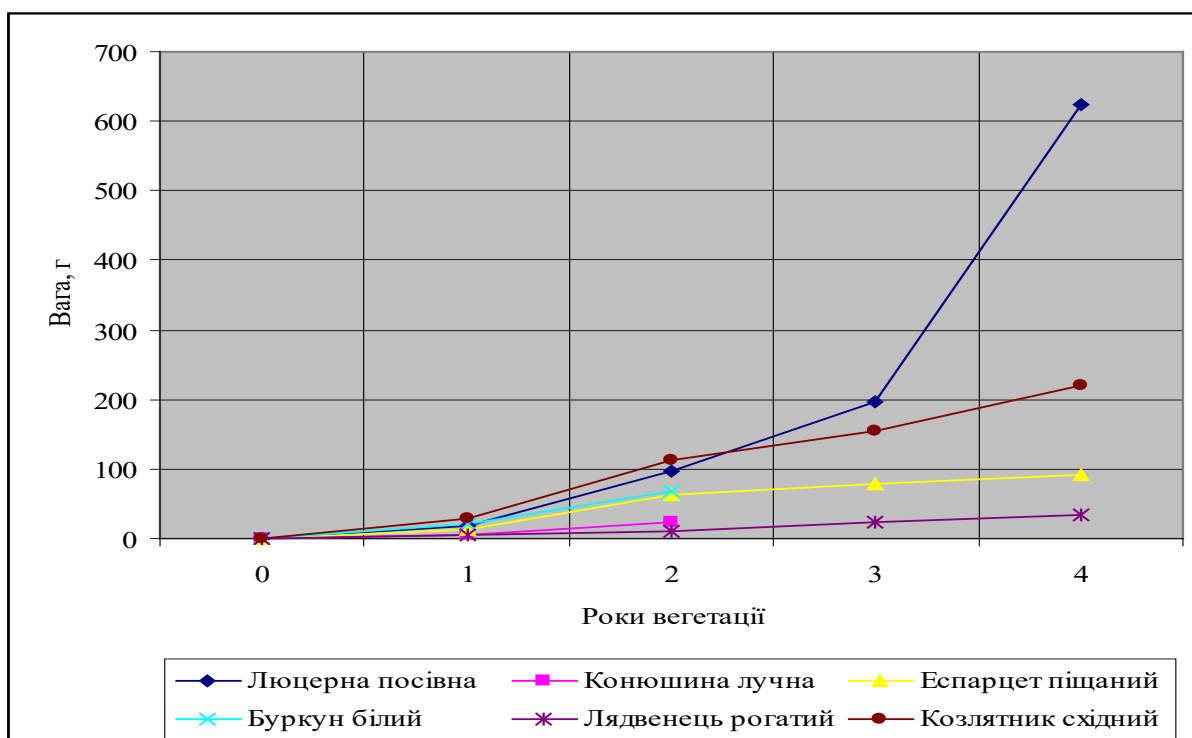


Рис. 36. Динаміка ваги корневих систем однієї рослини бобових багаторічних трав за усі роки вегетації

На третій рік вегетації бобових багаторічних трав вага корневих систем зросла в 1,3 – 2,0 рази. Найбільше зростання ваги було характерне для люцерни посівної та лядвенцю рогатого, а найменше – еспарцету піщаного. На четвертий рік вегетації вага коренів рослин зросла у 1,2 – 3,2 рази, найбільше – люцерни посівної, а найменше – еспарцету піщаного.

Загальний вплив корневих систем бобових багаторічних трав на зміну стану ґрунту та його агроекологічних і токсикологічних показників, визначається об'ємом та вагою коренів на одиниці площі ґрунту. Ці показники визначають об'єм контакту коренів з ґрунту при споживанні поживних речовин та поглинанні токсичних важких металів з ґрунту, а також обсяг накопиченої у ґрунті маси органічної речовини, що перетвориться на гумус. Об'єм та вага коренів бобових багаторічних трав у ґрунті визначаються не лише морфологічними розмірами коренів окремих рослин, але й загальною кількістю рослин на одиниці площі.

У кінці вегетації першого року життя трав об'єм коренів становив 9,360 – 42,125 × 10⁵ дм³/га. Найбільший об'єм коренів у ґрунті формують рослини буркуну білого, а найменший – лядвенцю рогатого, що на 77,8 % менше.

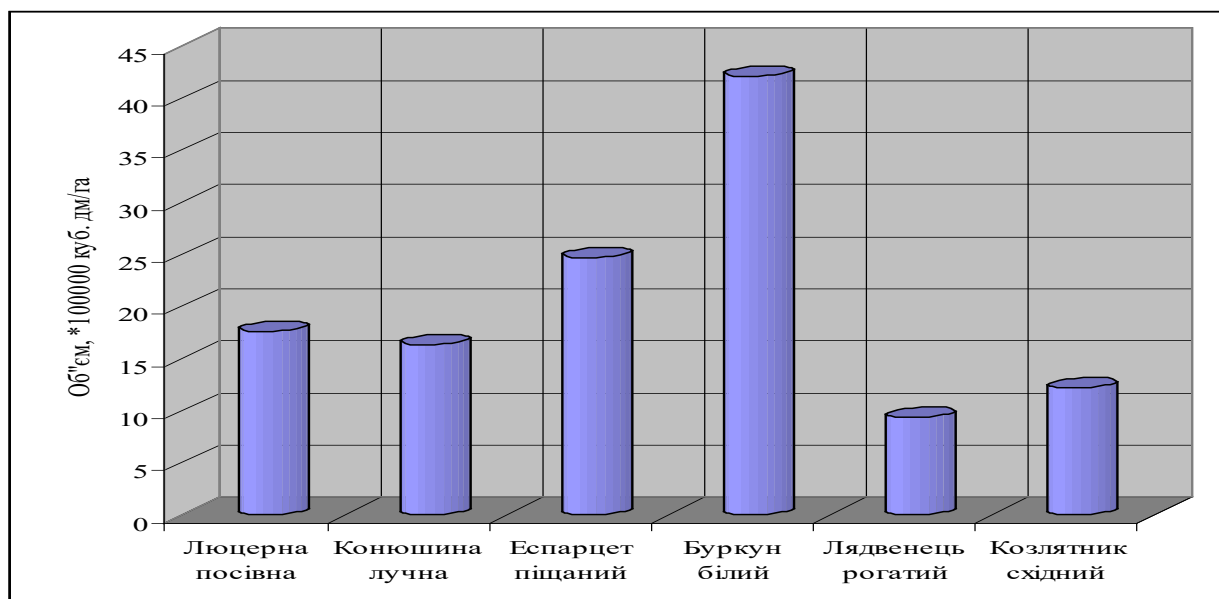


Рис. 37. Об'єм коренів бобових багаторічних трав на 1 га в кінці першого року вегетації

На кінець другого року вегетації бобових багаторічних трав об'єм їх коренів на площі 1 га становив $13,573 - 76,196 \times 10^5$ дм³. Найбільший об'єм коренів був на посіві еспарцету піщаного, а найменший – лядвенцю рогатого, що на 82,2 % менше.

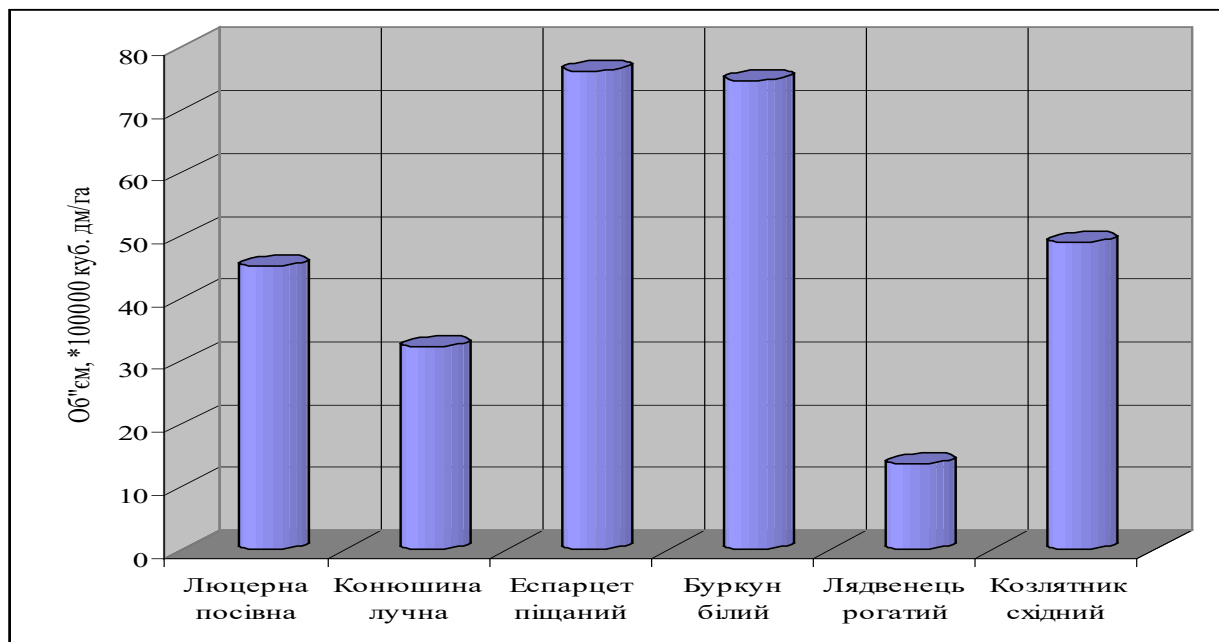


Рис. 38 Об'єм коренів бобових багаторічних трав на 1 га в кінці другого року вегетації

На третій рік вегетації об'єм коренів бобових багаторічних трав склав $14,500 - 28,514 \times 10^5$ дм³/га. Найменшим він залишився у лядвенцю рогатого, а найбільшим – еспарцету піщаного, що на 49,2 % більше.

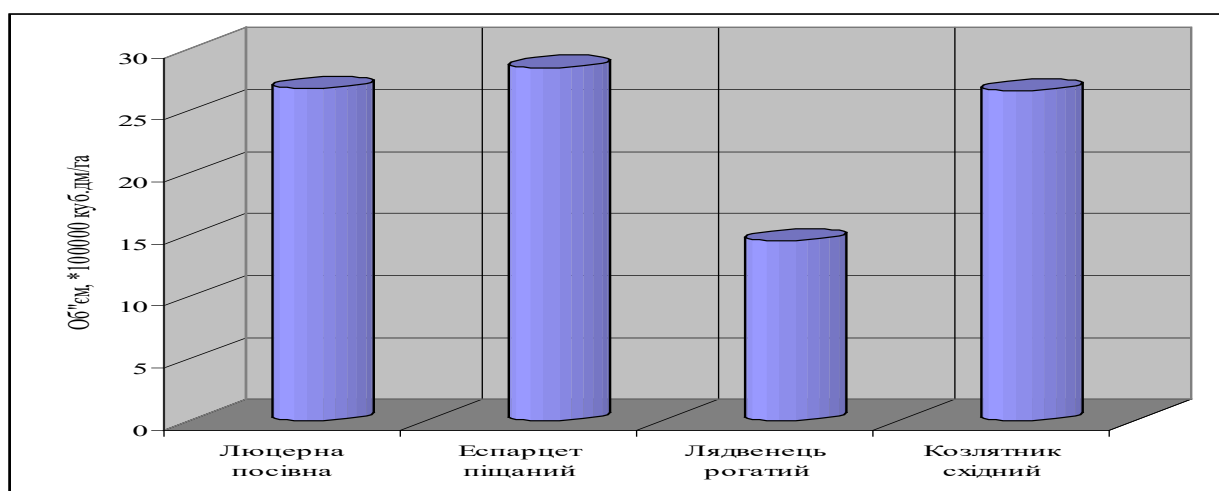


Рис. 39. Об'єм коренів бобових багаторічних трав на 1 га в кінці третього року вегетації

На четвертий рік вегетації об'єм коренів бобових багаторічних трав у ґрунті становив $11,781 - 30,849 \times 10^5 \text{ дм}^3/\text{га}$. Найбільший об'єм коренів був у рослин козлятнику східного, а найменший – лядвенцю рогатого, що на 61,8 % менше.

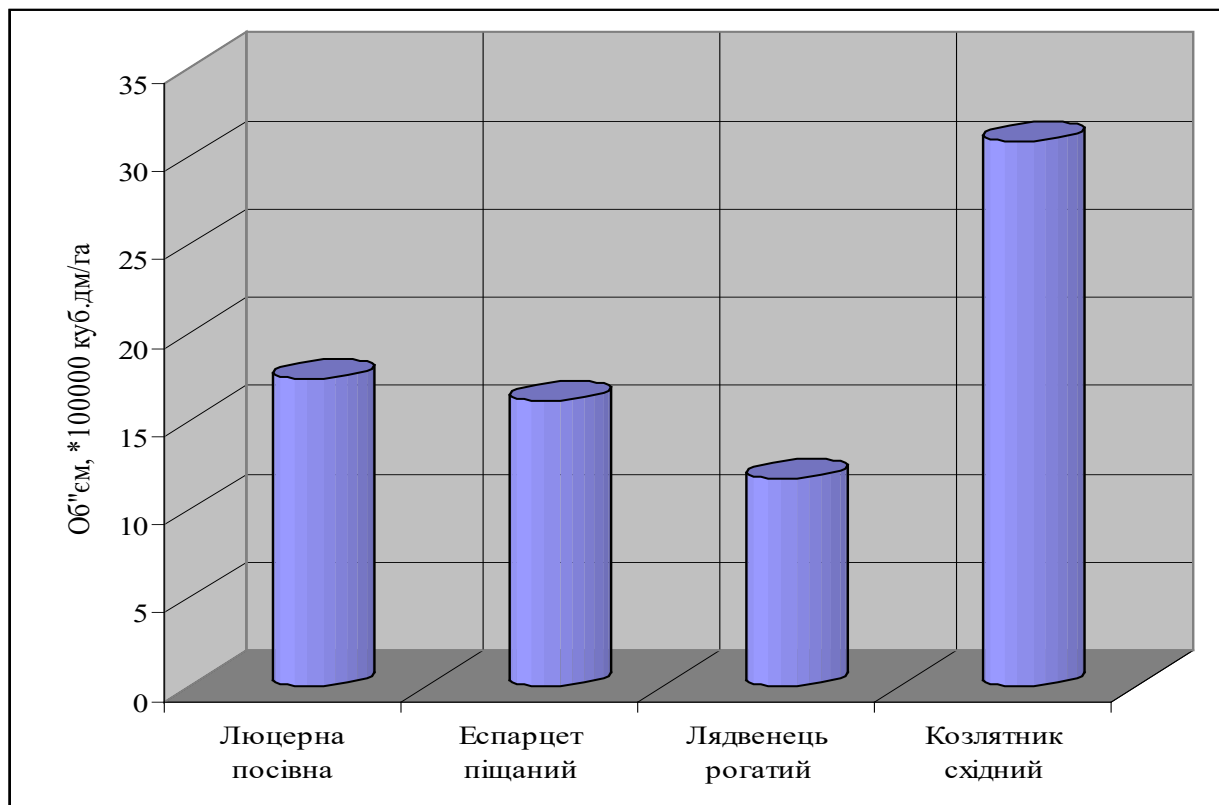


Рис. 40. Об'єм коренів бобових багаторічних трав на 1 га в кінці четвертого року вегетації

Спостереження за динамікою об'єму корневих систем бобових багаторічних трав впродовж усіх років вегетації показали, що другого року життя трав об'єм коренів зріс на площі 1 га у 1,5 – 4,0 рази. Найістотніше збільшився об'єм коренів козлятнику східного, а найменше – лядвенцю рогатого. На третій рік вегетації на площі 1 га зріс лише об'єм корневих систем лядвенцю рогатого у 1,1 рази, а решти трав зменшився у 1,7 – 2,7 рази. Найістотніше зменшився об'єм коренів еспарцету піщаного. На четвертий рік вегетації подібна закономірність збереглась: зменшився об'єм на площі 1 га коренів люцерни посівної та еспарцету піщаного у 1,6 – 1,8 рази, але збільшився об'єм коренів лядвенцю рогатого та козлятнику східного в 1,2 рази.

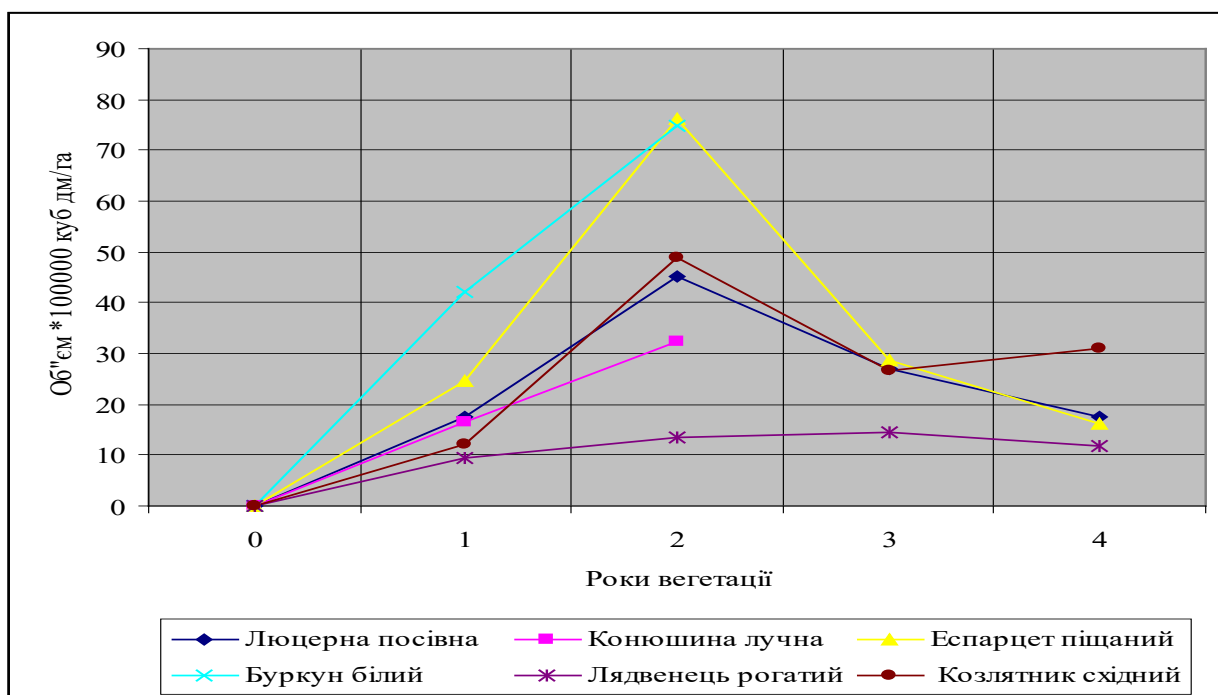


Рис. 41. Динаміка об'єму коренів бобових багаторічних трав з 1 га впродовж усіх років вегетації

Вага коренів бобових багаторічних трав на площі 1 га в кінці першого року життя становила 21060 – 80330 кг. Найбільшу масу коренів мав козлятник східний, а найменшу – лядвенцю рогатого, що на 73,8 % менше.

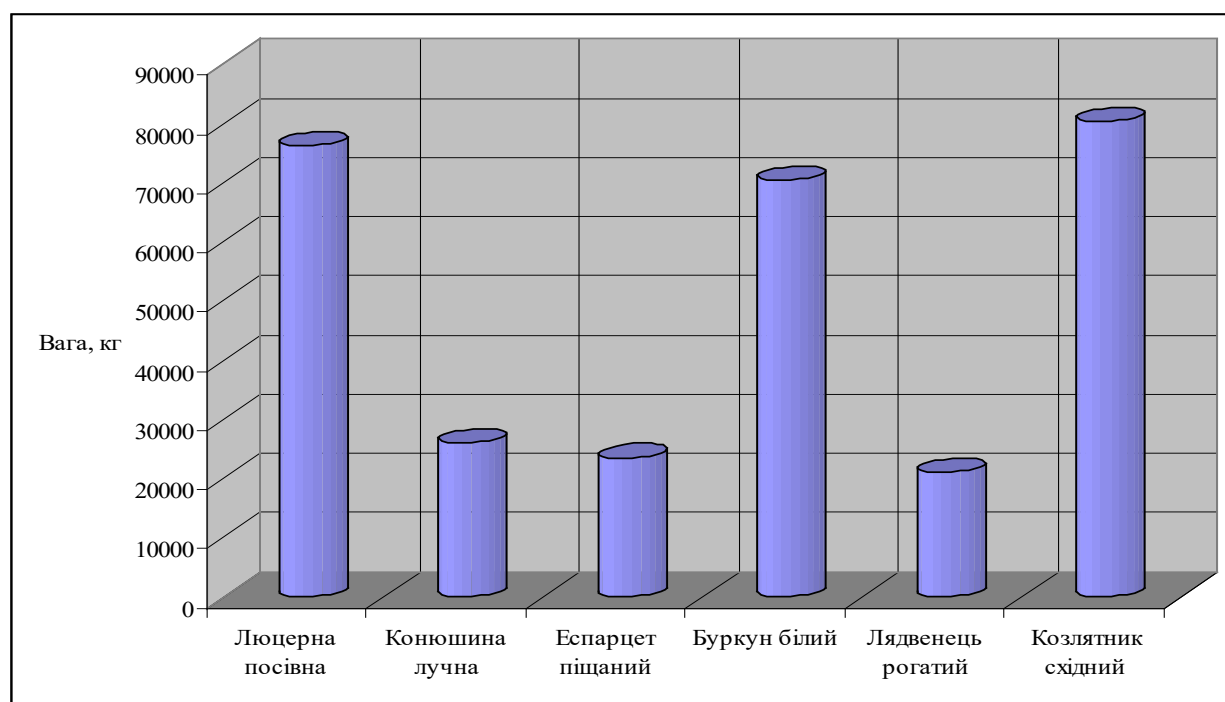


Рис. 42. Вага коренів бобових багаторічних трав на площі 1 га в кінці першого року вегетації

В кінці другого року вегетації бобових багаторічних трав маса їх корневих систем складала 31220 – 322397 кг/га. Найбільша вона була у козлятнику східного, а найменша – лядвенцю рогатого, що на 90,3 % менше.

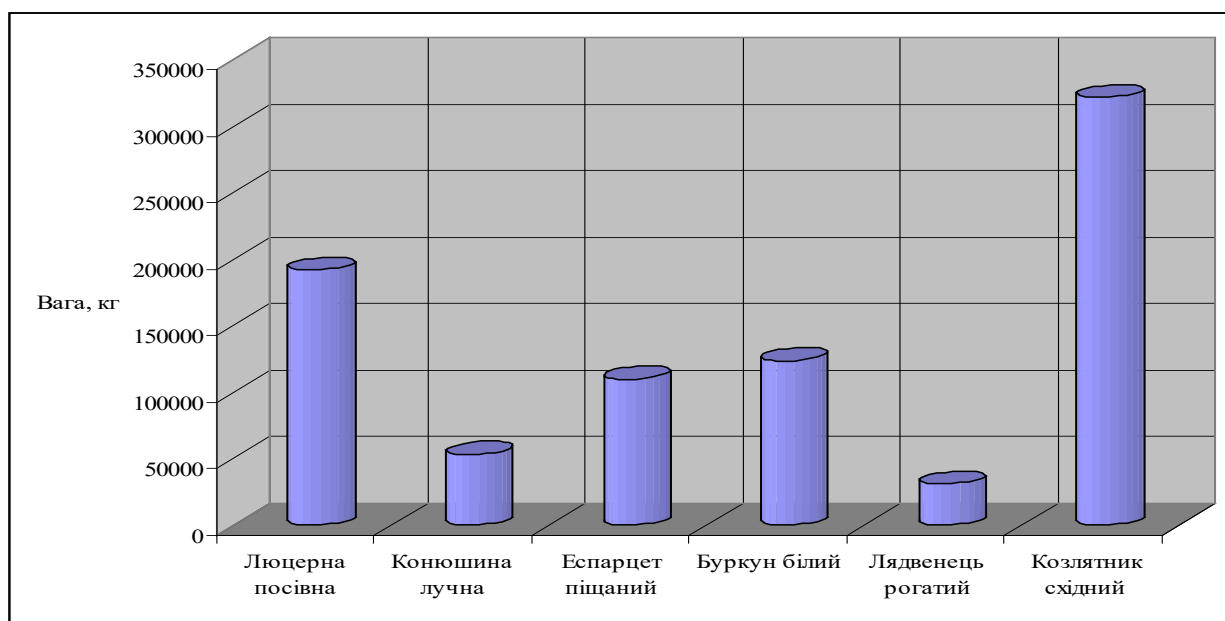


Рис. 43. Вага коренів бобових багаторічних трав на площі 1 га в кінці другого року вегетації

В кінці третього року вегетації вага корневих систем бобових багаторічних трав складала 32553 – 174597 кг/га. Найбільшою вона була у козлятнику східного, а найменшою – лядвенцю рогатого, що на 81,4 % менше.

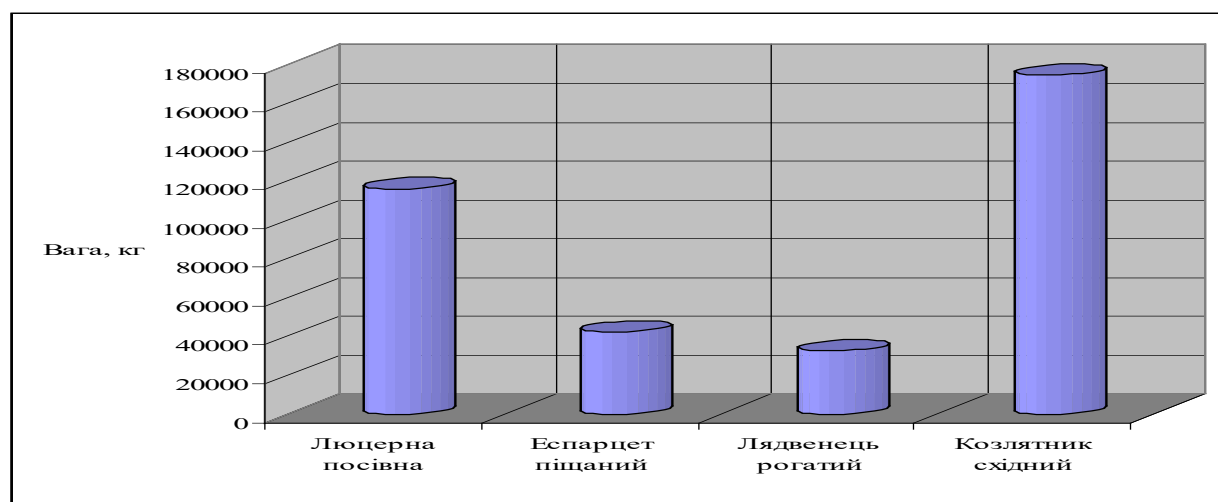


Рис. 44. Вага коренів бобових багаторічних трав на площі 1 га в кінці третього року вегетації

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав вага корневих систем на площі 1 га становила 24016 – 200519 кг/га. Найбільша вага коренів була у люцерни посівної, а найменша – еспарцету піщаного, що на 88,0 % менше.

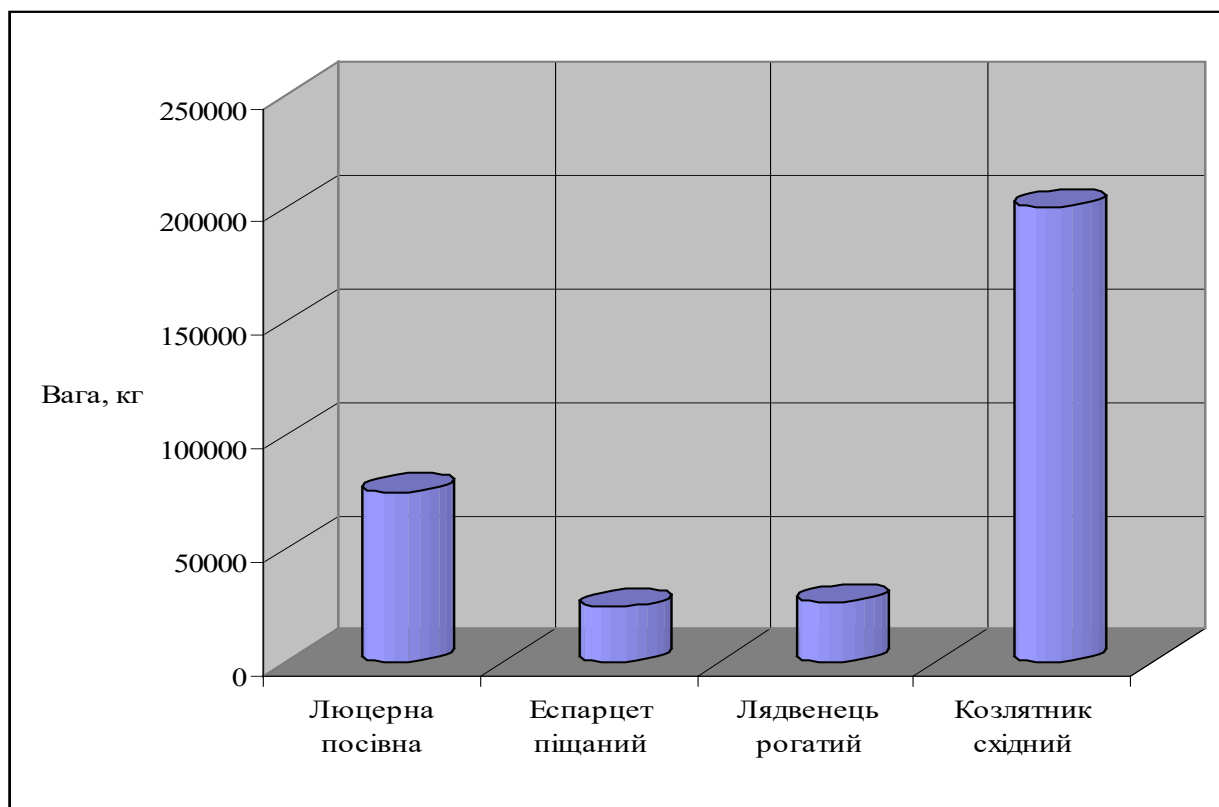


Рис. 45. Вага коренів бобових багаторічних трав на площі 1 га в кінці четвертого року вегетації

Аналіз динаміки ваги корневих систем бобових багаторічних трав на площі 1 га показав, що на другий рік вегетації їх вага зросла у 1,5 – 4,7 рази. Найбільше зростання ваги коренів було характерне для травостою еспарцету піщаного, а найменше – лядвенцю рогатого. На третій рік вегетації трав маса коренів на площі 1 га зросла лише на травостої лядвенцю рогатого в 1,1 рази, а на решти ділянках – зменшилась у 1,7 – 2,6 рази (рис. 7.2.30.). Найістотніше зменшилась вага коренів еспарцету піщаного. На четвертий рік вегетації трав відбулось збільшення ваги коренів лядвенцю рогатого і козлятнику східного в 1,2 – 1,3 рази та зменшення на решти травах у 1,6 – 1,8 рази.

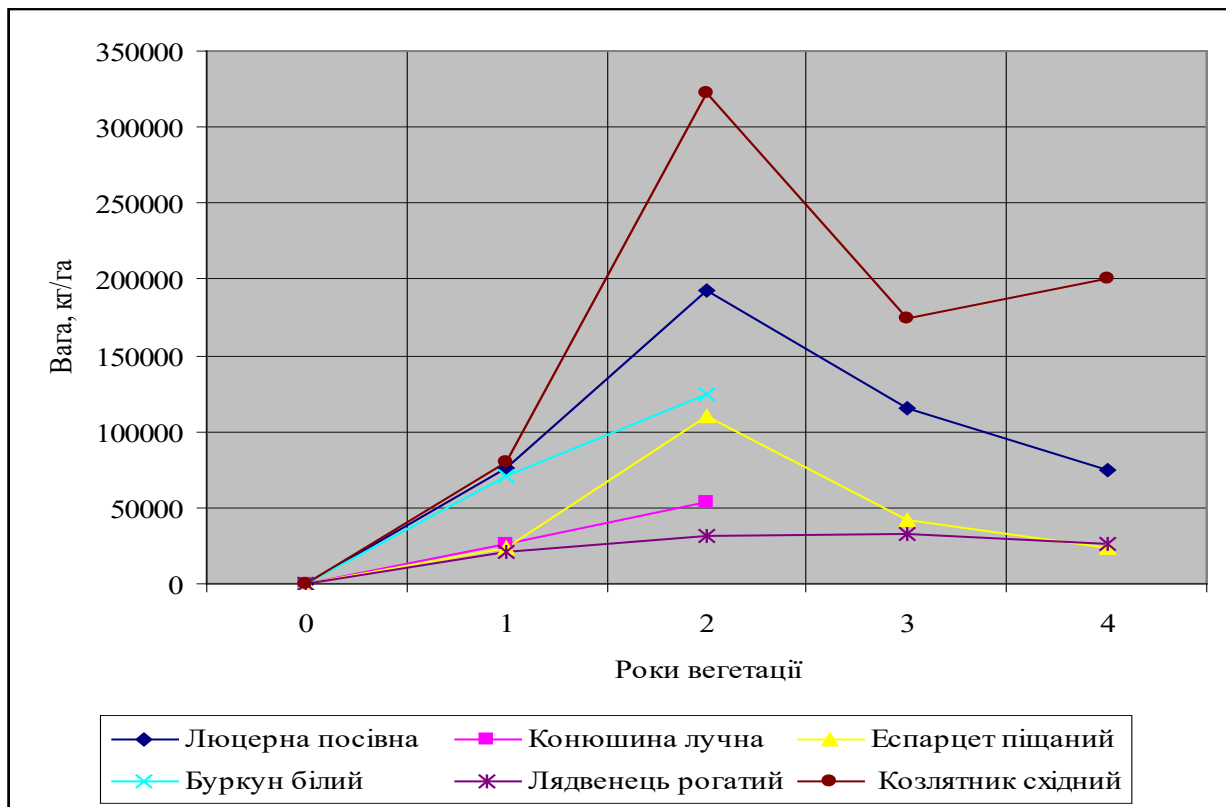


Рис. 46 Динаміка ваги корневих систем бобових багаторічних трав з площі 1 га протягом усіх років вегетації

Між кількісними показниками надземної та підземної маси багаторічних бобових трав спостерігаються залежності:

- між висотою рослин в рік сівби в першому укосі і глибиною проникнення кореневої системи в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між висотою рослин в рік сівби в першому укосі і радіусом поширення коренів в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між висотою рослин в рік сівби в першому укосі і загальною довжиною коренів в кінці першого року вегетації – обернена залежність;

- між висотою рослин в рік сівби в першому укосі і об'ємом коренів у кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між висотою рослин у рік сівби в першому укосі і вагою коренів з рослини в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

Подібна тенденція спостерігається і для висоти рослин у другому укосі для всіх перерахованих залежностей.

Вплив корневих систем бобових багаторічних трав на стан ґрунту

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Сумарна довжина коренів, дм/рослина	Площа поверхні коренів, дм ² /рослина	Об'єм коренів, дм ³		Вага коренів	
				з рослини	на 1 га	з рослини, г	на 1 га, кг
Люцерна посівна	1	840,0	67,2	0,42	17,640×10 ⁵	18,17	76314
	2	2369,1	260,6	2,28	45,144×10 ⁵	97,00	192060
	3	2888,6	404,4	4,55	26,845×10 ⁵	196,61	116000
	4	5694,1	968,0	14,52	17,424×10 ⁵	624,35	74922
Конюшина лучна	1	1974,0	98,7	0,37	16,354×10 ⁵	5,90	26078
	2	2880,0	230,4	1,44	32,256×10 ⁵	24,00	53760
Еспарцет піщаний	1	2500,0	200,0	1,25	24,750×10 ⁵	11,88	23522
	2	3407,7	443,0	4,43	76,196×10 ⁵	64,01	110097
	3	2301,8	391,3	5,38	28,514×10 ⁵	79,62	42199
	4	1244,0	311,0	6,22	16,172×10 ⁵	92,37	24016
Буркун білий	1	793,6	111,1	1,25	42,125×10 ⁵	20,90	70433
	2	2565,0	359,1	4,04	74,740×10 ⁵	67,00	123950
Лядвенець рогатий	1	666,7	40,0	0,20	9,360×10 ⁵	4,50	21060
	2	1633,3	98,0	0,49	13,573×10 ⁵	11,27	31220
	3	2000,0	160,0	1,00	14,500×10 ⁵	22,45	32553
	4	2266,7	204,0	1,53	11,781×10 ⁵	33,81	26034
Козлятник східний	1	840,0	67,2	0,42	12,180×10 ⁵	27,70	80330
	2	2547,8	229,3	1,72	48,848×10 ⁵	113,52	322397
	3	1190,0	190,4	2,38	26,656×10 ⁵	155,89	174597
	4	807,1	193,7	3,39	30,849×10 ⁵	220,35	200519

- між загальною урожайністю зеленої маси в рік сівби трав і глибиною проникнення кореневої системи в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між загальною урожайністю зеленої маси в рік сівби трав і радіусом поширення коренів в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між загальною урожайністю зеленої маси в рік сівби трав і загальною довжиною коренів в кінці першого року вегетації – обернена залежність;

- між загальною урожайністю зеленої маси в рік сівби трав і вагою коренів з рослини в кінці першого року вегетації – пряма залежність;

- між глибиною проникнення кореневої системи і радіусом поширення коренів в кінці першого року вегетації – пряма залежність;
- між глибиною проникнення кореневої системи і загальною довжиною коренів в кінці першого року вегетації – пряма залежність;
- між глибиною проникнення кореневої системи і об'ємом коренів в кінці першого року вегетації – пряма залежність;
- між глибиною проникнення кореневої системи і вагою коренів з рослини в кінці першого року вегетації – пряма залежність;
- між радіусом поширення коренів і вагою коренів з рослини в кінці першого року вегетації – пряма залежність.

Встановлено, що в рік сівби бобових багаторічних трав, їх кореневі системи розвиваються швидше, ніж надземна маса. Зокрема вага коренів з 1 га переважала надземну масу в кінці вегетації першого року життя трав у 2,3 – 4,7 рази, найбільше – в люцерни посівної, найменше – конюшини лучної, еспарцету піщаного та лядвенцю рогатого. Дещо по іншому змінюється співвідношення між надземною і підземною масою у козлятнику східного, де в 16 раз у рік сівби переважає підземна маса. Це вказує на те, що в культур, що мають велику довговічність, в рік сівби спостерігається зростання співвідношення між підземною і надземною частинами. Це стосується в першу чергу козлятнику східного та люцерни посівної, але не характерне для лядвенцю рогатого. Трави з невеликою довговічністю: конюшина лучна, еспарцет піщаний, буркун білий, мають невелике співвідношення між підземною та надземною масою. Це вказує на те, що такі трави більшу енергію ростових процесів направляють на надземний ріст вже в рік сівби.

Вага загальної біомаси рослин включає надземну і підземну масу. В кінці першого року вегетації вона становить 12,0 – 26,9 т/га, найбільше – буркуну білого, козлятнику східного і люцерни посівної, а найменше – конюшини лучної, еспарцету піщаного та лядвенцю рогатого, що на 55,4 % менше.

В рік сівби бобових багаторічних трав встановлене співвідношення між висотою рослин в 1-му укосі та глибиною проникнення кореневих систем. У всіх випадках висота надземної частини рослин переважає підземну в 1,3 – 2,2 рази, найбільше – конюшини лучної, еспарцету піщаного, буркуну білого, а найменше – люцерни посівної, лядвенцю рогатого та козлятнику східного. Тобто, трави з малою довговічністю мають великий надземний ріст, порівняно з підземним у рік сівби і навпаки, довговічні трави мають менші надземні прирости.

Співвідношення між площею поверхні кореневої системи та висотою рослин в першому укосі і між об'ємом кореневої системи та висотою рослин в першому укосі не вказує на певні залежності між цими величинами.

Підсумовуючи результати досліджень з впливу кореневих систем бобових багаторічних трав на ґрунт, необхідно відмітити:

- відносно неглибока та нерозгалужена у горизонтальному напрямі коренева система конюшини лучної компенсується великою сумарною довжиною коренів та площею їх поверхні;

- найбільш довговічні бобові багаторічні трави, зокрема люцерна посівна, порівняно з іншими травами, в кінці першого року життя, має найбільшу довжину проникнення коренів у глибину ґрунту, найбільший радіус поширення коренів у горизонтальному напрямі, найбільшу товщину кореневої шийки, але найменшу глибину основної маси розгалужень кореня;

- лядвенець рогатий має найменшу загальну довжину кореневої системи, найменшу площу поверхні кореня, найменший об'єм кореневої системи та вагу кореня, але найбільшу кількість бруньок на кореневій шийці, що сприяє доброму відростанню травостою і формуванню трьох укосів протягом першого року життя;

- козлятник східний має найбільшу глибину розгалужень та довжину кореневої системи, а також вагу кореневої системи, але найменший урожай зеленої маси в рік сівби і найменшу товщину кореневої шийки;

- найменш довговічні трави, зокрема буркун білий має найбільші: глибину проникнення кореня в ґрунт, об'єм кореневої системи, товщину кореневої шийки, висоту рослин в першому укосі та найбільшу урожайність зеленої маси, але найменші: глибину основної маси розгалужень кореневої системи та кількість бруньок на кореневій шийці, що визначає його погане і повільне відростання після низького скошування;

- конюшина лучна має найбільші довжину коренів, площу поверхні коренів, але найменші глибину проникнення кореневої системи в ґрунт, радіус поширення кореневої системи в горизонтальному напрямі та вагу кореневої системи рослини;

- на другий рік вегетації бобових багаторічних трав, їх коренева система, порівняно з першим роком, збільшує загальну довжину проникнення у ґрунт, радіус поширення у горизонтальній площині, потовщення кореневої шийки центральної частини кореня, але зменшує глибину основної маси розгалужень, що може бути пов'язано з ущільненням ґрунту або компенсацією даного показника зростанням інших величин;

- порівняно з першим роком вегетації, найбільш інтенсивно розвивалась коренева система таких трав: у глибину – люцерни посівної; у радіусі – конюшини лучної і козлятнику східного; у збільшенні глибини основної маси розгалужень – люцерни посівної; у товщині кореневої шийки – люцерни посівної і еспарцету піщаного; у товщині центральної частини коренів – конюшини лучної і еспарцету піщаного; у товщині бічних корінців – у люцерни посівної;

- найменш інтенсивно розвивалась на другий рік вегетації, порівняно з першим, коренева система таких трав: у глибину – еспарцету піщаного; у радіусі поширення – лядвенцю рогатого; у збільшенні основної маси розгалужень – козлятнику східного; у товщині кореневої шийки – лядвенцю рогатого, у товщині бічних корінців – лядвенцю рогатого;

- найінтенсивніше розвивається на другий рік вегетації коренева система люцерни посівної, а найповільніше – лядвенцю рогатого;

- на другий рік вегетації коренева система люцерни посівної, порівняно з іншими травами, характеризується: найглибшим проникненням у ґрунт, найбільшим радіусом поширення у горизонтальній площині, найбільшою глибиною основної маси розгалужень коренів, найбільшою товщиною кореневої шийки і бічних корінців;

- коренева система конюшини лучної характеризувалась найменшою товщиною центральної частини кореня і бічних корінців;

- коренева система еспарцету піщаного характеризувалась найбільшою серед усіх трав товщиною центральної частини кореня;

- коренева система буркуну білого характеризувалась найменшою глибиною проникнення кореня, глибиною основної маси розгалужень, але найбільшими радіусом поширення коренів у горизонтальній площині, товщиною кореневої шийки і центральної частини кореня;

- коренева система лядвенцю рогатого мала найменші радіус поширення у горизонтальній площині, товщину кореневої шийки і центральної частини кореня та бічних корінців;

- коренева система козлятнику східного мала найбільший радіус поширення у горизонтальній площині, глибину основної маси розгалужень.

- в кінці першого року вегетації бобових багаторічних трав рослини еспарцету піщаного характеризувались найбільшою сумарною довжиною кореневої системи, площею поверхні коренів, об'ємом коренів;

- рослини буркуну білого відзначались найменшою серед усіх трав сумарною довжиною кореневої системи, але найбільшим об'ємом коренів однієї рослини;

- рослини лядвенцю рогатого характеризувались найменшими сумарною довжиною коренів, площею поверхні коренів та об'ємом коренів;

- на другий рік вегетації бобових багаторічних трав, більшість з них збільшили сумарну довжину коренів з однієї рослини, площу поверхні коренів, об'єм коренів, окрім еспарцету піщаного та буркуну білого, а вагу коренів однієї рослини – всі трави;

- рослини еспарцету піщаного та буркуну білого на другий рік вегетації зменшили, порівняно з першим роком, сумарну довжину коренів, площу їх поверхні та об'єм коренів, а збільшили лише вагу коренів;

- найбільш інтенсивно зросла сумарна довжина коренів однієї рослини на другий рік вегетації, порівняно з першим, у рослин козлятнику східного, площа поверхні однієї рослини – люцерни посівної, об'єм коренів – люцерни посівної, вага коренів – еспарцету піщаного;

- найповільніше зростала на другий рік вегетації сумарна довжина коренів у рослин конюшини лучної, площа поверхні – козлятнику східного, об'єм коренів – еспарцету піщаного, вага коренів – козлятнику східного;

- рослини козлятнику східного мали на другий рік вегетації найбільшу сумарну довжину і площу поверхні коренів;

- рослини буркуну білого характеризувались найменшою сумарною довжиною і площею поверхні коренів, але найбільшою вагою коренів з однієї рослини;

- люцерна посівна мала найбільший об'єм коренів, а еспарцет піщаний – вагу коренів;

- рослини лядвенцю рогатого мали найменший об'єм коренів та вагу коренів з однієї рослини.

На основі виявлених закономірностей особливостей кореневих систем бобових багаторічних трав та параметрів ґрунтів під їх впливом встановлені такі тенденції:

- коренева система однієї рослини еспарцету піщаного характеризується найбільшим об'ємом, площею та сумарною довжиною на кінець другого року вегетації. Це зумовило формуванню найбільшого об'єму коренів еспарцету піщаного на площі 1 га на кінець другого року вегетації трав. Найбільший об'єм коренів у ґрунті серед усіх бобових багаторічних трав сприяв накопиченню у ґрунті найбільшого вмісту гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, кальцію, але найменшої концентрації свинцю на четвертий рік вегетації трав, найменшого

коефіцієнту концентрації свинцю у ґрунті, найменшого коефіцієнту водовитрачання посівами, а також найвищого коефіцієнту накопичення свинцю, кадмію, міді і цинку зеленою масою еспарцету піщаного на другий рік вегетації. В той же час позитивний вплив розвитку еспарцету піщаного проявився і під час вегетації наступної культури в сівозміні – озимої пшениці. Зокрема у її зерні була найменша концентрація свинцю та міді, а також найменший коефіцієнт накопичення кадмію і цинку.

Поряд з тим, травостій еспарцету піщаного характеризувався найменшою вагою, об'ємом та сумарною довжиною коренів на площі 1 га на четвертий рік вегетації трав, а також найменшою площею кореневої системи однієї рослини на четвертий рік вегетації. Це зумовило накопичення у ґрунті найменшої кількості обмінного калію, але найбільшої кількості міді і цинку на четвертий рік вегетації трав, найвищого коефіцієнта концентрації у ґрунті міді і цинку, найнижчої частки агрономічно-цінної структури ґрунту, найвищої об'ємної ваги ґрунту та найменшого коефіцієнта накопичення зеленою масою еспарцету піщаного міді і цинку на четвертий рік вегетації трав;

- коренева система люцерни посівної характеризувалась найбільшим об'ємом, площею, сумарною довжиною та вагою одного кореня на 3 – 4 рік вегетації трав. Це сприяло накопиченню у ґрунті найменшої концентрації міді і цинку на четвертий рік вегетації трав, найменшого коефіцієнту концентрації у ґрунті міді і цинку, найменшої об'ємної ваги ґрунту. Позитивний вплив травостою люцерни посівної проявлявся на озимій пшениці мінімальним коефіцієнтом накопичення свинцю, цинку і міді у зерні.

В той же час кореневі системи люцерни посівної характеризувались найменшим об'ємом на площі 1 га на четвертий рік вегетації. Це зумовило найменший вміст у ґрунті гумусу і кальцію, але найбільший вміст свинцю на четвертий рік вегетації трав, найвищий коефіцієнт концентрації свинцю у ґрунті, найменшу частку агрономічно-цінної структури у ґрунті та найнижчу

водостійкість ґрунтових агрегатів, а також найнижчий коефіцієнт накопичення свинцю і цинку у зеленій масі на другий рік та кадмію – на четвертий рік вегетації трав;

- кореневі системи козлятнику східного характеризувались найбільшою вагою одного кореня першого-третього років вегетації. Це сприяло формуванню найбільшої ваги корневих систем на площі 1 га впродовж усіх років вегетації трав та найбільшого об'єму коренів на площі 1 га третього-четвертого років вегетації. Такий прояв зумовив накопичення у ґрунті на четвертий рік вегетації найнижчої концентрації міді і цинку, найнижчому коефіцієнту концентрації у ґрунті міді і цинку, найвищому коефіцієнту накопичення зеленою масою кадмію, міді і цинку на четвертий рік вегетації трав, а також найвищу частку агрономічно-цінної структури ґрунту. Позитивний вплив вирощування козлятнику східного як попередника озимої пшениці проявився у накопиченні у її зерні найменшої концентрації кадмію.

Також кореневі системи однієї рослини козлятнику східного відзначались найменшою сумарною довжиною та площею на третій-четвертий роки вегетації. Це зумовило отримання найвищого коефіцієнта водоспоживання посівами козлятнику східного, найменшого коефіцієнта накопичення його зеленою масою свинцю і кадмію на другий рік вегетації, а також найвищій концентрації цинку у зерні озимої пшениці, вирощеній після попередника козлятнику східного;

- рослини конюшини лучної характеризувались найбільшою сумарною довжиною однієї кореневої системи першого-другого років вегетації. Це сприяло формуванню найбільшої частки агрономічно-цінної структури ґрунту серед усіх бобових багаторічних трав. Також був виявлений позитивний вплив вирощування конюшини лучної як попередника на озиму пшеницю. Зокрема у її зерні була найнижча концентрації міді і цинку, а також найвища урожайність зерна.

В той же час рослини конюшини лучної мали найменшу вагу одного кореня другого року вегетації та вагу коренів з площі 1 га першого-другого

років вегетації. Це сприяло найвищому коефіцієнту водовитрачання посівами конюшини лучної;

- рослини буркуну білого мали найбільші площу і об'єм одного кореня та відповідно найбільший об'єм коренів на площі 1 га другого року вегетації. Це сприяло формуванню найвищої водостійкості ґрунтових агрегатів, найнижчого коефіцієнту водовитрачання посівами, проте найвищій об'ємній вазі ґрунту та найменшому коефіцієнту накопичення зеленою масою кадмію та міді. Позитивний вплив вирощування буркуну білого проявлявся на наступній культурі сівозміни – озимій пшениці, зокрема її зерно мало найвищий вміст білку, клейковини, а також озима пшениця сформувала найбільшу загальну біомасу агроєкосистеми;

- рослини лядвенцю рогатого відзначались найменшими об'ємом, площею та вагою однієї кореневої системи впродовж усіх років вегетації. Це зумовило утворення найменшої сумарної довжини коренів на площі 1 га впродовж першого-другого років вегетації та найменшого об'єму і ваги коренів на площі 1 га за усі роки вегетації. Це сприяло найвищому коефіцієнту концентрації свинцю у ґрунті, найнижчому коефіцієнту накопичення свинцю у зеленій масі на четвертий рік вегетації трав та найбільшому коефіцієнту водовитрачання посівами. Негативний прояв відбувався і на наступну культуру у сівозміні – озиму пшеницю. Зокрема у її зерні був найменший вміст білку, клейковини, але найбільша концентрація свинцю, кадмію і міді, найвищий коефіцієнт накопичення зерном озимої пшениці свинцю, кадмію, міді і цинку, а також найменша загальна біомаса рослин озимої пшениці у агроєкосистемі.

3.2. Агроєкологічний стан ґрунтів за вирощування бобових багаторічних трав

Аналіз агроєкологічного стану ґрунту дослідних ділянок показав що вміст гумусу в ньому був у межах 2,0% – низький, кількість легкогідролізованого азоту 13,3 мг/100 г ґрунту – низький, рухомого

фосфору 39,0 мг/100 г ґрунту – дуже високий, обмінного калію 6,4 мг/100 г ґрунту – середній, кальцію 12,6 мг/100 г ґрунту – достатній.

За показником гідролітичної кислотності 0,53 мг-екв./100 г ґрунту та сольової витяжки рН 7,0 ґрунт є нейтральним, оскільки перед сівбою було проведено вапнування ґрунту.

Спостереження за зміною показників агрохімічного стану ґрунтів у кінці другого року вегетації бобових багаторічних трав виявили істотне зростання вмісту в ґрунті органічної речовини, представлені нерозкладеними частинами кореневих систем бобових багаторічних трав. Цю органічну речовину не можна вважати гумусом.

Вміст органічної речовини у ґрунті в кінці другого року вегетації усіх бобових багаторічних трав склав 3,5% і піднявся до підвищеного рівня та лише у ґрунті, де вирощували еспарцет піщаний, становив 3,2 %.

До вирощування трав вміст азоту легкогідролізованого у ґрунті становив 13,3 мг/100 г. Дворічне вирощування бобових багаторічних трав сприяло зниженню вмісту азоту у ґрунті, зокрема еспарцету піщаного – на 10,5 %, козлятнику східного – на 21,1 %, решти трав – на 26,3 %.

Найвищий вміст легкогідролізованого азоту виявлено у ґрунті, на якому вирощували еспарцет піщаний – 11,9 мг/100 г. На 9,4 % був менший вміст азоту у ґрунті, де вирощували козлятник східний – 10,5 мг/100 г. Ґрунт інших дослідних ділянок мав однаковий вміст азоту – 9,8 мг/100 г, що на 17,7 % менше, ніж був забезпечений ґрунт, на якому вирощували еспарцет піщаний. У ґрунті, на якому вирощували еспарцет піщаний і козлятник східний, вміст легкогідролізованого азоту залишився на низькому рівні. В ґрунтах інших ділянок легкогідролізований азот зменшився до дуже низького рівня.

Таблиця 21

Агрохімічні показники ґрунту після дворічного вирощування бобових багаторічних трав

Вид бобових багаторічних трав	Вміст					Кислотність гідролітична, мг-екв./100 г ґрунту	Реакція ґрунтового розчину, рН _{сол}
	Органічної речовини, %	Азоту легкогідролізованого, г/100 г ґрунту	Фосфору рухомого, мг/100 г ґрунту	Калію обмінного, мг/100 г ґрунту	Кальцію, мг-екв./100 г ґрунту		
До вирощування трав	2,0	13,3	39,0	6,4	13,0	0,53	7,0
Люцерна посівна	3,5	9,8	63,5	14,0	19,0	0,38	7,3
Конюшина лучна	3,5	9,8	61,2	12,8	20,0	0,38	7,3
Еспарцет піщаний	3,2	11,9	26,8	16,5	18,0	1,03	6,6
Буркун білий	3,5	9,8	35,8	11,6	21,1	0,40	7,2
Лядвенець рогатий	3,5	9,8	44,1	17,1	19,2	0,38	7,3
Козлятник східний	3,5	10,5	49,8	17,1	18,0	0,40	7,2

Бобові багаторічні трави завдяки симбіотичній азотфіксації здатні накопичувати мінеральний азот у ґрунті. Проте він був використаний для росту трав, тому спостерігається зниження його кількості у ґрунті, яке компенсується високим урожаєм зеленої маси бобових багаторічних трав.

Одночас виявлено обернено пропорційну залежність між вмістом органічної речовини та легкогідролізованого азоту у ґрунті після вирощування бобових багаторічних трав. Зокрема, збільшення вмісту органічної речовини на 8,6 % у ґрунті на якому вирощували люцерну посівну, конюшину лучну, буркун білий, лядвенець рогатий порівняно з ґрунтом, де вирощували еспарцет піщаний, сприяє зменшенню вмісту легкогідролізованого азоту на 17,7 % у ґрунті цих трав.

До вирощування бобових багаторічних трав вміст рухомого фосфору у ґрунті становив 39,0 мг/100 г. Дворічне вирощування люцерни посівної сприяло зростанню у ґрунті вмісту фосфору на 38,6 %, конюшини лучної – на 36,3 %, козлятнику східного – на 21,7 %, лядвенцю рогатого – на 11,6 %. В той же час після вирощування еспарцету піщаного ґрунт містив рухомого фосфору на 31,3 % менше, ніж до вирощування трав, а буркун білий – на 8,2 % менше. Зменшення рухомого фосфору у ґрунті після дворічного вирощування еспарцету піщаного і буркуну білого зумовлене використанням фосфору на формування цими травами найвищого урожаю зеленої маси.

Вміст рухомого фосфору у ґрунті на якому вирощували бобові багаторічні трави коливався від 26,8 до 63,5 мг/100 г – від низького до середнього рівня. Найвищий вміст рухомого фосфору був у ґрунті, де вирощували люцерну посівну – 63,5 мг/100 г. Дворічне вирощування конюшини лучної зумовило накопичення у ґрунті фосфору на 3,6 % менше, козлятнику східного – на 21,6 %, лядвенцю рогатого – на 30,6 %, буркуну білого – на 43,6 % і еспарцету піщаного – на 57,8 % менше, ніж у ґрунті після вирощування люцерни посівної.

До вирощування трав вміст у ґрунті обмінного калію становив 6,4 мг/100 г. Дворічне вирощування бобових багаторічних трав сприяло зростанню вмісту калію у ґрунті, зокрема лядвенцю рогатого і козлятнику східного – на 62,6 %, еспарцету піщаного – на 61,2 %, люцерни посівної – на 54,3 %, конюшини лучної – на 50,0 % і буркуну білого – на 44,8 % більше, ніж до вирощування трав.

Вміст обмінного калію через два роки склав у ґрунті 11,6 – 17,1 мг/100г і залишився на дуже низькому рівні. Найвищим він був у ґрунті, де вирощували козлятник східний і лядвенець рогатий – 17,1 мг/100 г. Після вирощування еспарцету піщаного на 3,5 % менше – 16,5 мг/100 г, після люцерни посівної – на 18,1 %, конюшини лучної – на 25,2 % і буркуну білого – на 32,2 % менше.

До вирощування бобових багаторічних трав гідролітична кислотність ґрунту становила 0,53 мг-екв./100 г. Дворічне вирощування люцерни посівної, конюшини лучної і лядвенцю рогатого зумовило зниження гідролітичної кислотності ґрунту на 28,3 %, буркуну білого і козлятнику східного – на 24,5 %. В той же час дворічне вирощування еспарцету піщаного призвело до зростання гідролітичної кислотності ґрунту на 48,6 % більше, ніж вона становила до вирощування трав.

Дворічне вирощування люцерни посівної, конюшини лучної та лядвенцю рогатого сприяло найнижчій гідролітичній кислотності ґрунту – 0,38 мг-екв./100 г, буркуну білого і козлятнику східного – 5 % вищій, а еспарцету піщаного – на 63,1 % вищій – 1,03 мг-екв./100 г.

Реакція ґрунтового розчину до вирощування трав склала 7,0 рН. Дворічне вирощування люцерни посівної, конюшини лучної і лядвенцю рогатого зумовило підвищення реакції ґрунтового розчину на 4,1 %, буркуну білого і козлятнику східного – на 2,8 %. В той же час дворічне вирощування еспарцету піщаного зумовило зниження реакції ґрунтового розчину на 5,7 % порівняно з реакцією ґрунтового розчину до вирощування трав.

Найвищу реакцію ґрунтового розчину мав ґрунт на якому вирощували люцерну посівну, конюшину лучну і лядвенець рогатий – 7,3 рН. На 1,4 % меншу реакцію ґрунтового розчину мав ґрунт після вирощування буркуну білого і козлятнику східного – 7,2 рН, а найнижчу реакцію ґрунтового розчину мав ґрунт, де вирощували еспарцет піщаний 6,6 рН, що на 9,6 % менше, ніж ґрунту, де вирощували люцерну посівну.

Вміст кальцію у ґрунті до вирощування бобових багаторічних трав становив 13,0 мг-екв./100 г. Дворічне вирощування буркуну білого зумовило підвищення вмісту кальцію у ґрунті на 38,4 %, конюшини лучної – на 35,0 %, лядвенцю рогатого – на 32,3 %, люцерни посівної – на 31,6 %, еспарцету піщаного і козлятнику східного – на 27,8 % більше.

Вміст кальцію у ґрунті після дворічного вирощування бобових багаторічних трав склав 18,0 – 21,0 мг-екв./100 г. Найвищим він був у ґрунті,

де вирощували буркун білий, на 5,2 % менше – у ґрунті, де вирощували конюшину лучну, на 9,0 % менше – після вирощування лядвенцю рогатого, на 10,0 % менше – після люцерни посівної, на 14,7 % менше – після вирощування козлятнику східного і еспарцету піщаного [412 – 414].

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення впливу двохрічного вирощування бобових багаторічних трав на якісні та кількісні показники ґрунту, необхідно відмітити:

- підвищення вмісту органічної речовини ґрунту на 1,2 – 1,5 %, обмінного калію на 44,8 – 62,6 %, кальцію на 27,8 – 38,4 %;

- зниження гідролітичної кислотності ґрунту на 24,5 – 28,3 % і підвищення реакції ґрунтового розчину $pH_{\text{сол.}}$ на 0,3 – 0,7 одиниць;

- зниження вмісту рухомого фосфору у ґрунті на 43,6 – 57,8 % після вирощування еспарцету піщаного і буркуну білого та підвищення на 11,6 – 38,6 % після вирощування решти бобових багаторічних трав;

- зниження вмісту легкогідролізованого азоту у ґрунті на 10,5 – 26,3 %;

- підвищення вмісту органічної речовини ґрунту з низького до середнього і підвищеного рівня; обмінного калію – з середнього до підвищеного і високого; до дуже високого вмісту рухомого фосфору, але зниження вмісту легкогідролізованого азоту – з низького до дуже низького рівня;

- найвищий вміст органічної речовини у ґрунті забезпечують люцерна посівна, конюшина лучна, буркун білий, козлятник східний і лядвенець рогатий, найнижчий – еспарцет піщаний;

- найвище забезпечення легкогідролізованим азотом ґрунту спостерігається після вирощування еспарцету піщаного, а найнижче – після люцерни посівної, конюшини лучної, буркуну білого, козлятнику східного і лядвенцю рогатого;

- найбільше рухомого фосфору у ґрунті залишається після вирощування люцерни посівної і конюшини лучної, а найменше – після еспарцету піщаного;

- найвищий вміст обмінного калію мав ґрунт після вирощування козлятнику східного і лядвенцю рогатого, а найнижчий – після буркуну білого;

- найнижчу гідролітичну кислотність мав ґрунт після вирощування люцерни посівної, конюшини лучної, лядвенцю рогатого, буркуну білого і козлятнику східного, а найвищу – після вирощування еспарцету піщаного;

- найвище значення реакції ґрунтового розчину $pH_{\text{сол.}}$ мав ґрунт після вирощування люцерни посівної, конюшини лучної, лядвенцю рогатого, буркуну білого, козлятнику східного, а найнижче – після еспарцету піщаного;

- найвищий вміст кальцію був у ґрунті після вирощування буркуну білого і конюшини лучної, а найнижчий – після козлятнику східного і еспарцету піщаного.

Після чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав спостерігається стабілізація більшості показників агрохімічного складу ґрунту, проте із шести видів досліджуваних бобових багаторічних трав два види – конюшина лучна і буркун білий випали з травостою після дворічної вегетації.

Чотирирічне вирощування бобових багаторічних трав сприяло зростанню вмісту гумусу в ґрунті на 1,0 % після еспарцету піщаного, на 0,5 % після лядвенцю рогатого і козлятнику східного та на 0,3 % після люцерни посівної.

Вміст гумусу на кінець четвертого року вегетації бобових багаторічних трав становив 2,3 – 3,0 %. Найвищий вміст гумусу був у ґрунті, де вирощували еспарцет піщаний, на 0,5 % менший – у ґрунті після лядвенцю рогатого і козлятнику східного, а найнижчий – на 0,7 % менше – у ґрунті де вирощували люцерну посівну.

**Агрохімічні показники ґрунту після чотирирічного вирощування
бобових багаторічних трав**

Вид бобових багаторічних трав	Вміст					Кислотність гідролітична, мг-екв./100 г ґрунту	Реакція ґрунтового розчину, рН _{сол}
	Гумусу, %	Азоту легкогідролізованого, г/100 г ґрунту	Фосфору рухомого, мг/100 г ґрунту	Калію обмінного, мг/100 г ґрунту	Кальцію, мг-екв./100 г ґрунту		
До вирощування трав	2,0	13,3	39,0	6,4	13,0	0,53	7,0
Люцерна посівна	2,3	7,0	29,4	16,3	10,8	0,40	7,1
Еспарцет піщаний	3,0	8,4	34,4	9,2	12,0	0,39	7,2
Лядвенець рогатий	2,5	7,0	30,4	20,2	11,6	0,43	7,0
Козлятник східний	2,5	7,0	30,7	18,9	11,2	0,32	7,2

Чотирирічне вирощування еспарцету піщаного зумовило зниження вмісту у ґрунті легкогідролізованого азоту на 36,9 %, решти трав – на 47,4 %.

Вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті після бобових багаторічних трав становив 7,0 – 8,4 мг/100 г. Найвищий вміст легкогідролізованого азоту був у ґрунті після вирощування еспарцету піщаного, а вирощування решти трав залишає у ґрунті на 16,7 % менше легкогідролізованого азоту.

За чотирирічний термін вирощування люцерни посівної і лядвенцю рогатого вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті зменшився на 28,6 %, еспарцету піщаного – на 29,4 %, а козлятнику східного – на 33,3 %. Оскільки мінеральних добрив під бобові багаторічні трави не вносили, то відповідно рослини використовували поживні речовини, що були накопичені травами, а також з ґрунту, зменшуючи їх запас.

Чотирирічне вирощування еспарцету піщаного зумовило зниження вмісту рухомого фосфору у ґрунті на 11,8 %, козлятнику східного – на 21,3%, лядвенцю рогатого – на 22,1 %, люцерни посівної – на 24,6 %.

Вміст рухомого фосфору у ґрунті після чотирирічного вирощування еспарцету піщаного становив 34,4 мг/100 г, після козлятнику східного – на 10,8 % менше, лядвенцю рогатого – на 11,6 %, а люцерни посівної – на 14,5 % менше.

Впродовж чотирьох років вегетації трав вміст рухомого фосфору у ґрунті, порівняно з дворічним терміном їх вирощування, знизився на 22,1 % після вирощування еспарцету піщаного, на 31,1 % – після лядвенцю рогатого, на 38,4 % – після козлятнику східного та на 53,7 % – після люцерни посівної.

Чотирирічне вирощування лядвенцю рогатого сприяло зростанню вмісту у ґрунті обмінного калію на 68,3 %, козлятнику східного – на 66,1 %, люцерни посівної – на 60,7 %, еспарцету піщаного – на 30,4 %.

Вміст обмінного калію у ґрунті становив 9,2 – 20,2 мг/100 г. Найбільше калію у ґрунті було виявлено після вирощування лядвенцю рогатого, на 6,4 % менше – після козлятнику східного, на 19,3 % менше – після люцерни посівної і на 54,5 % менше – після еспарцету піщаного.

За чотири роки вегетації лядвенцю рогатого вміст у ґрунті обмінного калію зріс на 15,4 % порівняно з дворічним терміном вегетації, люцерни посівної – на 14,1 %, козлятнику східного – на 9,5 %. В той же час зменшився вміст обмінного калію у ґрунті після чотирирічного терміну вирощування еспарцету піщаного на 44,3 % порівняно з дворічним терміном його вирощування.

За чотири роки вегетації еспарцету піщаного вміст у ґрунті кальцію зменшився на 7,7 %, лядвенцю рогатого – на 10,8 %, козлятнику східного – на 13,9 % і люцерни посівної – на 16,9 %.

Вміст кальцію у ґрунті після вирощування бобових багаторічних трав становив 10,8 – 12,0 мг/100 г. Найбільше кальцію у ґрунті спостерігалось після вирощування еспарцету піщаного, на 3,3 % менше – після лядвенцю

рогатого, на 6,7 % менше – після козлятнику східного і на 10,0 % менше – після люцерни посівної.

Зниження вмісту кальцію у ґрунті за чотири роки вегетації порівняно з дворічним терміном вирощування еспарцету піщаного становило 33,3 %, козлятнику східного – 37,8 %, лядвенцю рогатого – 39,6 % і люцерни посівної – 43,2 %.

За чотири роки вегетації козлятнику східного гідролітична кислотність ґрунту знизилась на 39,6 %, еспарцету піщаного – на 26,4 %, люцерни посівної – на 24,5 % і лядвенцю рогатого – на 18,9 %.

Гідролітична кислотність ґрунту після вирощування багаторічних трав становила 0,32 – 0,40 мг-екв./100 г. Найменшою вона була у ґрунті, де вирощували козлятник східний. На 18,0 % більшою вона була у ґрунті після вирощування еспарцету піщаного, на 20,0 % більшою – після люцерни посівної і на 25,6 % більшою – після лядвенцю рогатого.

За чотири роки вегетації еспарцету піщаного, порівняно з дворічним терміном, величина гідролітичної кислотності ґрунту зменшилась на 62,1 %, козлятнику східного – на 20,0 %, лядвенцю рогатого – на 11,6 % і люцерни посівної – на 5,0 %.

Реакція ґрунтового розчину рН після чотирирічного вирощування еспарцету піщаного і козлятнику східного зросла на 2,8 %, люцерни посівної – на 1,4 %, а після вирощування лядвенцю рогатого – не змінилась.

Фактична величина реакції ґрунтового розчину становила 7,0 – 7,2 рН, що відповідає нейтральній кислотності. Найвищий показник реакції ґрунтового розчину рН мав ґрунт після вирощування еспарцету піщаного і козлятнику східного, на 1,4 % менше – після люцерни посівної та на 2,8 % менше – після лядвенцю рогатого.

За чотири роки вегетації еспарцету піщаного, порівняно з дворічним терміном, величина реакції ґрунтового розчину рН зросла на 8,3 %, лядвенцю рогатого – на 4,1 %, люцерни посівної – на 2,7 % та козлятнику східного – не змінилась.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення впливу чотирьохрічного вирощування бобових багаторічних трав на якісні та кількісні показники ґрунту, необхідно відмітити:

- вирощування еспарцету піщаного сприяє накопиченню у ґрунті найбільшої кількості гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, але найменшої кількості обмінного калію, кальцію та найвищої реакції ґрунтового розчину рН;

- вирощування люцерни посівної забезпечує у ґрунті найвищу величину гідролітичної кислотності, але найменше гумусу, рухомого фосфору і кальцію;

- вирощування лядвенцю рогатого сприяє накопиченню у ґрунті найбільшої кількості обмінного калію та найнижчої реакції ґрунтового розчину рН.

- вирощування козлятнику східного сприяє найнижчій величині гідролітичної кислотності та найвищій реакції ґрунтового розчину;

- за чотирирічний період вегетації бобових багаторічних трав у ґрунті зростає вміст гумусу на 0,3 – 1,0 %, обмінного калію на 30,4 – 68,3 %, реакції ґрунтового розчину рН на 1,4 – 2,8 %, але зменшується вміст легкогідролізованого азоту на 47,4 – 36,9 %, рухомого фосфору на 24,6 – 11,8 %, кальцію на 16,9 – 7,7 %, гідролітична кислотність на 39,6 – 24,5 %;

- чотирирічне вирощування бобових багаторічних трав зумовлює зростання вмісту гумусу в ґрунті з низького до середнього рівня; обмінного калію – з дуже низького до підвищеного, високого та дуже високого рівня; зменшення легкогідролізованого азоту – з низького до дуже низького рівня, а вміст рухомого фосфору залишається на тому ж рівні.

3.3. Зміна агрофізичних властивостей ґрунтів за вирощування бобових багаторічних трав

Основними агрофізичними характеристиками ґрунту, які визначають агроекологічну придатність ґрунту для вирощування на ньому

сільськогосподарських рослин є структура ґрунту, частка водостійких агрегатів, об'ємна вага ґрунту, вологонакопичення посівами трав та інші.

Інтенсивний обробіток ґрунтів призводить до їх розпилення, пересушення, запливання та руйнування внаслідок ерозійних процесів. Це не тільки погіршує агроекологічні властивості ґрунтів, але й значно підвищує затрати на вирощування продукції та зменшує урожайність сільськогосподарських рослин. Визначальним фактором, що визначає стійкість ґрунтів до таких несприятливих факторів є рівень структуроутворення ґрунтів. Структурні ґрунти не запливають, довше зберігають надану механічним обробітком будову, не переущільнюються, вимагають менших тягових зусиль під час обробітку, більш стійкі до водної і вітрової ерозії.

Ґрунт з оптимальною структурою містить понад 80% повітряно-сухих агрегатів розміром 0,25 – 10 мм; з доброю – 80 – 60; задовільною – 60 – 40; з незадовільною – 40 – 20 і з поганою структурою, коли повітряно-сухих агрегатів менше 20 % [421, 422].

Основна роль у структуроутворенні належить рослинності та організмам, що населяють ґрунт. Рослинність механічно ущільнює ґрунт, розділяє його на грудочки, а головне – бере участь в утворенні гумусу [423].

Найбільший позитивний вплив на структурний стан ґрунту здійснюють рослини з добре розвинутою кореневою системою і надземними органами, які суцільно покривають ґрунт з весни до збирання врожаю і не потребують механічного обробітку ґрунту в період вегетації. Цим вимогам повністю відповідають багаторічні трави, в яких маса кореневої системи і післяукісних рослинних решток є близькою до врожаю надземної частини [424]. Однак, залишається недостатньо вивченим вплив багаторічних трав, особливо бобових, на відновлення структури ґрунту. Виходячи з цього виникає потреба в уточненні та більш глибокому вивченні даного питання.

В процесі розвитку ґрунту та вирощування різних культур, його механічні елементи можуть розділятися або навпаки, утворювати структурні

агрегати. Однорічне вирощування бобових багаторічних трав мало вплив на зміну відсоткового співвідношення агрегатного складу ґрунту в порівнянні з періодом до вирощування трав. Зокрема спостерігається зменшення кількості ґрунтових агрегатів мегаструктури розміром понад 10 мм до 7,3 %, найбільше – при вирощуванні конюшини лучної, а найменше – при вирощуванні козлятнику східного; збільшення частки агрегатів розміром 5–10 мм на 5,9–2,0%, найбільше при вирощуванні еспарцету піщаного та буркуну білого, а найменше – при вирощуванні конюшини лучної; збільшення частки агрегатів розміром 3–5 мм на 6,8–3,4%, найбільше при вирощуванні конюшини лучної та еспарцету піщаного, а найменше – при вирощуванні буркуну білого; збільшення частки агрегатів розміром 2–3 мм до 2,7%, найбільше при вирощуванні люцерни посівної, а найменше – при вирощуванні лядвенцю рогатого.

Зменшилась частка агрегатів розміром 3–5 мм при вирощуванні козлятнику східного; збільшилась частка агрегатів розміром 1–2 мм при вирощуванні конюшини лучної на 7,0%, козлятнику східного – на 2,5% і буркуну білого – на 1,3% та зменшилась на 3,0–1,7 % при вирощуванні лядвенцю рогатого, люцерни посівної і еспарцету піщаного; зменшилась частка агрегатів розміром 0,25–1 мм на 4,6–2,5% при вирощуванні конюшини лучної, еспарцету піщаного, лядвенцю рогатого, буркуну білого і люцерни посівної; зменшилась частка мікроагрегатів розміром менше 0,25 мм на 7,0–3,6%, найбільше при вирощуванні козлятнику східного, буркуну білого і конюшини лучної, а найменше – при вирощуванні лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного (табл. 4.3.1.).

Структурний стан ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав оцінюється коефіцієнтом структурності ґрунту, який визначається відношенням ваги структурних агрегатів розміром 10–0,25 мм до суми ваги агрегатів розміром менше 0,25 мм та більше 10 мм. Порівняно з періодом до вирощування трав усі культури сприяли зростанню коефіцієнта структурності в 1,5–2,7 рази. Найвищий коефіцієнт структурності ґрунту в

рік сівби трав спостерігався при вирощуванні конюшини лучної – 8,4. Найменший – при вирощуванні люцерни посівної, козлятнику східного та лядвенцю рогатого – 4,6 – 4,9. Отже, найбільшу здатність до утворення агрономічно-цінної структури ґрунту в рік сівби трав має конюшина лучна, яка за короткий час, протягом одного вегетаційного періоду, може найшвидше відновити агрономічно-цінну структуру ґрунту.

Таблиця 23

Частка агрегатів та коефіцієнт структурності ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав

Вид бобових трав	Рік вегетації трав	Частка агрегатів, %, залежно від їх розмірів (мм)							Частка агрономічно-цінних агрегатів, %	Коефіцієнт структурності
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	<0,25		
До вирощування трав	×	13,9	11,3	8,7	11,6	33,9	10,3	10,3	75,8	3,1
Люцерна посівна	1	11,8	15,4	13,4	14,3	31,6	7,8	5,7	82,5	4,7
	2	29,1	34,5	12,4	12,0	10,5	1,4	-	70,9	2,4
	4	19,3	46,7	12,0	11,6	10,4	-	-	80,7	4,2
Конюшина лучна	1	6,6	13,3	15,5	13,9	40,9	5,7	4,1	89,3	8,4
	2	15,7	18,5	20,1	24,0	19,9	1,8	-	84,3	5,4
Еспарцет піщаний	1	10,4	17,2	15,2	13,1	32,2	5,8	6,1	83,5	5,1
	2	34,9	22,8	13,1	14,2	13,3	1,6	0,1	65,0	1,9
	4	19,1	37,6	17,0	13,8	12,5	-	-	80,9	4,2
Буркун білий	1	11,2	16,9	12,1	13,1	35,2	7,6	4,0	84,8	5,6
	2	23,0	22,4	14,1	20,8	16,0	2,7	1,1	75,9	3,2
Лядвенець рогатий	1	11,2	15,2	13,7	11,8	30,9	10,5	6,7	82,1	4,6
	2	23,9	25,6	19,0	17,1	12,2	1,4	0,8	75,3	3,1
	4	10,1	46,7	16,8	15,4	11,0	-	-	89,9	8,9
Козлятник східний	1	13,8	15,3	13,2	10,3	36,4	7,1	3,3	82,9	4,9
	2	18,4	21,8	20,1	20,5	17,7	1,5	-	81,6	4,4
	4	7,9	39,8	18,0	18,6	15,7	-	-	92,1	11,7

Кількість агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм після однорічного вирощування трав становила 82,1–89,3 %, що на 6,3–13,5 % більше, ніж до сівби трав. Найбільше агрономічно-цінних агрегатів ґрунту було після вирощування конюшини лучної, а найменше – люцерни посівної,

лядвенцю рогатого і козлятнику східного. Частка агрегатів, розміром 3–0,25 мм, що є найбільш агрономічно-цінними, склала 51,1–60,5%. Найбільшою вона була при вирощуванні конюшини лучної, а найменшою – при вирощуванні еспарцету піщаного.

На другий рік вегетації бобових багаторічних трав істотно зростає частка ґрунтових агрегатів розміром понад 10 мм, 10–7 та 7–5 мм. Під травостоем більшості трав несуттєво зростає частка ґрунтових агрегатів розміром 5–3 і 3–2 мм. Частка ґрунту менших фракцій суттєво зменшується.

На кінець другого року вегетації під травостоем люцерни посівної, лядвенцю рогатого і козлятнику східного переважала фракція ґрунту розміром 5–10 мм з часткою 21,8–34,5%, а під травостоем конюшини лучної – фракція 3–2 мм з часткою 24,0%. Під травостоем еспарцету піщаного і буркуну білого переважала фракція ґрунту понад 10 мм, яка становила 23,0–34,9 %. В той же час на всіх ґрунтових ділянках була відсутня фракція ґрунту розміром менше 0,25 мм.

Коефіцієнт структурності ґрунту після дворічного вирощування бобових багаторічних трав зменшився, порівняно з однорічним вирощуванням трав через зростання частки великої фракції ґрунту розміром понад 10 мм. Коефіцієнт структурності ґрунту становив після дворічного вирощування бобових багаторічних трав 1,9–5,4 і був найвищий після вирощування конюшини лучної, а найменший – еспарцету піщаного. Частка агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм становила 65,0–84,3 %. Найбільшою вона була після вирощування конюшини лучної, а найменшою – еспарцету піщаного [425, 426].

Через чотири роки вегетації бобових багаторічних трав спостерігається зростання частки ґрунтових агрегатів розміром 5–10 мм в 1,4–1,8 рази, за рахунок зменшення маси фракції понад 10 мм. Найбільше зростання маси ґрунтової фракції розміром 5–10 мм відмічено при вирощуванні лядвенцю рогатого і козлятнику східного, а найменше – при вирощуванні люцерни посівної. В той же час частка ґрунтових агрегатів інших фракцій практично

не змінилась порівняно з дворічним вирощування трав, окрім фракції розміром 1–0,25 мм, яка була відсутня.

Порівняно з другим роком вегетації бобових багаторічних трав частка агрономічно-цінних агрегатів зростає в 1,5–2,5 рази, найбільше при вирощуванні лядвенцю рогатого, а найменше – при вирощуванні люцерни посівної і становила 80,7–92,1 %, найбільше після вирощування козлятнику східного, а найменше – люцерни посівної. Найвищий коефіцієнт структурності ґрунту спостерігався після вирощування козлятнику східного – 11,7, а найменший – люцерни посівної і еспарцету піщаного – 4,2.

Після переорювання бобових багаторічних трав під посів озимої пшениці спостерігається руйнування частини агрегатів ґрунту та зростання частки агрегатів менших розмірів.

Найбільш брилистий ґрунт з часточками понад 10 мм спостерігався після оранки дворічного травостою буркуну білого – 23,0 % від загальної кількості, а найменш брилистий – після дворічного травостою конюшини лучної – 12,4 %. Часточки ґрунту розміром 10–5 мм становили 19,0–29,7 % у загальній структурі. Найбільше їх було після вирощування козлятнику східного, а найменше – конюшини лучної.

Агрегати розміром 5–3 мм у загальній структурі становили 16,2–23,6 %. Найбільше, їх було після оранки еспарцету піщаного, а найменше – люцерни посівної. Фракція 3–2 мм була найбільшою після люцерни посівної – 20,1%, а найменшою – після буркуну білого і лядвенцю рогатого – 15,7–15,8 %.

Агрегати розміром 2–1 мм становили 13,9–20,1%. Найменше їх було після оранки конюшини лучної, а найбільше – люцерни посівної. Агрегатів розміром 1–0,25 мм після оранки бобових багаторічних трав було 2,1–3,9 %, найбільше після козлятнику східного, найменше – після конюшини лучної. Агрегати розміром менше 0,25 мм склали 0,4–1,1 %. Найбільше їх було після оранки буркуну білого, а найменше – конюшини лучної і еспарцету піщаного.

Частка агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм після переорювання дворічного травостою бобових багаторічних трав становила 75,9–87,2 %. Найбільше їх було після оранки конюшини лучної, а найменше – буркуну білого. Частка найбільш агрономічно-цінних агрегатів розміром 3–0,25 мм становила 34,3–48,1 %. Найбільше їх було після оранки конюшини лучної, а найменше – після буркуну білого. Коефіцієнт структурності ґрунту після оранки дворічного травостою становив 3,2–6,8. Найвищим він був після оранки конюшини лучної, а найменшим – буркуну білого.

Таблиця 24

Частка агрегатів та коефіцієнт структурності ґрунту після оранки залежно від попередників, %

Попередник	При вирощуванні трав, років	Розмір агрегатів, мм							Частка агрономічно-цінних агрегатів, %	Коефіцієнт структурності
		>10	10–5	5–3	3–2	2–1	1–0,25	<0,25		
Люцерна посівна	2	18,4	21,8	16,2	20,1	20,1	2,9	0,5	81,1	4,3
	4	9,1	34,1	23,3	20,0	11,7	1,8	-	90,9	10,0
Конюшина лучна	2	12,4	19,0	20,1	32,1	13,9	2,1	0,4	87,2	6,8
Еспарцет піщаний	2	14,3	21,6	23,6	18,6	18,5	3,0	0,4	85,3	5,8
	4	4,2	27,7	17,8	31,2	16,3	2,8	-	95,8	22,8
Буркун білий	2	23,0	22,4	17,8	15,8	16,0	2,5	1,1	75,9	3,2
Лядвенець рогатий	2	17,3	21,1	22,2	15,7	19,7	3,2	0,8	81,9	4,5
	4	4,7	32,4	19,8	19,6	22,0	1,5	-	95,3	20,3
Козлятник східний	2	14,2	29,7	19,3	16,4	16,5	3,9	-	85,8	3,5
	4	6,3	38,9	17,2	19,1	15,0	3,5	-	93,7	14,9

Після оранки чотирирічного травостою бобових багаторічних трав спостерігається зменшення частки ґрунтових агрегатів розміром понад 10 мм до 4,2–9,1 % у структурі. Найбільше їх було після оранки люцерни посівної, а найменше – еспарцету піщаного. Фракція ґрунту 10–5 мм становила 27,7–

38,9 % та була вагомішою у структурі, ніж після дворічного вирощування трав. Найбільше цієї фракції ґрунту було після оранки козлятнику східного, а найменше – еспарцету піщаного.

Частка фракції ґрунту розміром 5–3 мм становила 17,2–23,3 %. Найбільшою вона була після оранки люцерни посівної, а найменшою – козлятнику східного. Фракція розміром 3–2 мм становила 19,1–31,2 %. Найбільше її було після оранки еспарцету піщаного, а найменше – козлятнику східного. Частка агрегатів розміром 2–1 мм становила 11,7 – 22,0 %, найбільше – після оранки лядвенцю рогатого, а найменше – люцерни посівної. Частка фракції ґрунту розміром 1–0,25 мм становила 1,5–3,5 %. Найбільшою вона була після орнаки козлятнику східного, а найменшою – лядвенцю рогатого. Фракція ґрунту розміром менше 0,25 мм була відсутня.

Частка агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм після переорювання чотирирічного травостою бобових багаторічних трав перед посівом озимої пшениці становила 90,9–95,8 %, що на 8,6–15,0% більше, ніж після дворічного вирощування трав. Найбільше їх було після вирощування еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого, а найменше – люцерни посівної. Зростання частки агрономічно-цінних агрегатів ґрунту за два роки вегетації трав становило 8–13%. Частка найбільш агрономічно-цінних агрегатів розміром 3–0,25 мм становила 33,5–50,3% та була за кількістю подібною до дворічного вирощування трав. Найбільше їх було після вирощування еспарцету піщаного, а найменше – після люцерни посівної. Коефіцієнт структурності ґрунту після чотирирічного вирощування трав і після оранки ґрунту становив 10,0–22,8 і був у три рази вищим, ніж після дворічного вирощування трав. Найвищим він був після орнаки еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого, а найменшим – після люцерни посівної.

Отже, однорічне вирощування бобових багаторічних трав підвищує частку агрономічно-цінних агрегатів ґрунту, порівняно з періодом до сівби трав на 6,3–13,5 % і коефіцієнта структурності ґрунту в 1,5–2,7 рази. Найбільш позитивний вплив на покращення фізичних властивостей ґрунту за

один рік вегетації здійснює травостій конюшини лучної. На другий рік вегетації трав зростає частка великих фракцій ґрунту, що зменшує частку агрономічно-цінних агрегатів ґрунту, проте найпозитивніший вплив на фізичні властивості ґрунту здійснює конюшина лучна. Чотирирічне вирощування трав істотно покращує структуру ґрунту, особливо після козлятнику східного і лядвенцю рогатого.

Після оранки дворічного травостою бобових багаторічних трав найвищий коефіцієнт структурності ґрунту спостерігається після вирощування конюшини лучної, а найменший – після буркуну білого. За чотирирічного вирощування багаторічних трав коефіцієнт структурності ґрунту зростає у три рази порівняно з дворічним вирощування та є найвищим після вирощування еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого. Таким чином усі бобові багаторічні трави суттєво підвищують фізичні властивості ґрунту, що покращує його стійкість до руйнування антропогенними і природними чинниками.

Однією з основних проблем деградації ґрунтів України є їх руйнування внаслідок ерозійних процесів, які охопили на даний час 12,9 млн. га ріллі, що складає 40 % її площі [427]. Основною ознакою стійкості ґрунтів до руйнування ерозією є структурність ґрунту. Агрономічно-цінною властивістю структури ґрунту є водостійкість структурних агрегатів, тобто властивість їх бути стійкими проти розмивання атмосферними опадами [428].

Встановлено, що основну роль в утворенні водостійких структурних агрегатів у ґрунті відіграють гумінові сполуки [429]. Сприяють утворенню водостійкої структури також бобові багаторічні трави, що здатні накопичувати велику масу післяжнивних решток, а також мікроорганізми ґрунту – гриби і бактерії, продукти життєдіяльності яких «цементують» елементи ґрунту. Відомо, що під травостоєм бобових багаторічних трав у ґрунті накопичується велика кількість мікрофлори [430, 431].

Враховуючи велике різноманіття бобових багаторічних трав, виникає необхідність вивчити вплив їх тривалого вирощування на формування

водостійкості ґрунтових агрегатів у контексті зниження ерозійної небезпеки при вирощуванні цих видів бобових багаторічних трав. Якісна оцінка структури ґрунту проводиться за показниками водостійкості, тобто здатності структурних агрегатів протидіяти руйнуванню водою. В кінці першого року вегетації бобових багаторічних трав у середньому з усіх досліджуваних фракцій ґрунту розміром 3–5, 2–3 і 1–2 мм, найбільша кількість водостійких агрегатів спостерігається при вирощуванні конюшини лучної – 91,7% та лядвенцю рогатого – 88,7%, а найменша – 70,3% при вирощуванні люцерни посівної і буркуну білого – 74,0% (табл. 25).

Таблиця 25

Водостійкість агрегатів ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав, %

Вид бобових багаторічних трав	Фракції ґрунту, мм	Роки вегетації трав		
		1	2	4
Люцерна посівна	3-5	58,0	42,0	73,5
	3-2	53,0	33,0	75,0
	2-1	100,0	63,0	83,0
	середнє	70,3	48,0	77,2
Конюшина лучна	3-5	85,0	52,0	-
	3-2	95,0	49,0	-
	2-1	95,0	79,0	-
	середнє	91,7	64,0	-
Еспарцет піщаний	3-5	90,0	74,0	89,0
	3-2	73,5	71,5	86,0
	2-1	73,5	64,0	85,0
	середнє	79,0	67,8	86,7
Буркун білий	3-5	62,5	94,0	-
	3-2	77,5	99,5	-
	2-1	82,0	91,0	-
	середнє	74,0	95,3	-
Лядвенець рогатий	3-5	99,5	92,0	95,0
	3-2	66,5	90,0	93,5
	2-1	100,0	88,0	92,0
	середнє	88,7	89,0	93,5
Козлятник східний	3-5	62,5	70,0	81,5
	3-2	90,5	76,0	87,5
	2-1	80,5	52,5	85,0
	середнє	77,8	64,3	84,7

В розрізі фракцій ґрунту виявлені наступні тенденції: водостійкість агрегатів ґрунту розміром 3–5 мм була найбільшою при вирощуванні лядвенцю рогатого – 99,5% та еспарцету піщаного – 90,0%, а найменшою – при вирощуванні люцерни посівної – 58,0%, буркуну білого та козлятнику східного – по 62,5%; водостійкість агрегатів ґрунту розміром 2–3 мм була найбільшою при вирощуванні конюшини лучної – 95,0% та козлятнику східного – 90,5%, а найменшою – при вирощуванні люцерни посівної – 53,0%; водостійкість агрегатів ґрунту розміром 1–2 мм була найбільшою при вирощуванні люцерни посівної та лядвенцю рогатого – по 100,0%, а найменшою – при вирощуванні еспарцету піщаного – 73,5%; в переважній більшості, водостійкість дрібніших агрегатів ґрунту, розміром 1–2 мм, була більшою, ніж розміром 3–5 мм.

На другий рік вегетації загальна водостійкість ґрунтових агрегатів при вирощуванні бобових багаторічних трав зменшилась у всіх трав, окрім буркуну білого і лядвенцю рогатого. У цих травостоях водостійкість ґрунтових агрегатів, порівняно з першим роком вегетацій, зросла на 21,3% після вирощування буркуну білого та на 1,3% після вирощування лядвенцю рогатого. Водостійкість ґрунтових агрегатів решти трав зменшилася на 32,3–11,2%, найбільше зменшення було виявлене після вирощування люцерни посівної і конюшини лучної, а найменше – після еспарцету піщаного.

В середньому водостійкість агрегатів ґрунту після вирощування бобових багаторічних трав в кінці другого року вегетації становила 48,0–95,3%. Найбільша вона була після вирощування буркуну білого і лядвенцю рогатого, а найнижча – люцерни посівної.

Водостійкість ґрунтових агрегатів у розрізі фракцій показала, що серед фракцій ґрунту 3–5 мм, найбільшою вона була після вирощування буркуну білого і лядвенцю рогатого – 92,0–94,0 %, а найменшою – люцерни посівної – 42,0 %.

Серед ґрунтових агрегатів розміром 2–3 мм найвищий показник водостійкості був після вирощування буркуну білого – 99,5 %, а найнижчий – люцерни посівної – 33,0%.

На другий рік вегетації трав, порівняно з першим, підвищується водостійкість агрегатів ґрунту після вирощування буркуну білого на 21,3%. При вирощуванні лядвенцю рогатого водостійкість ґрунтових агрегатів майже не змінюється. При вирощуванні решти бобових багаторічних трав водостійкість ґрунтових агрегатів зменшилась на другий рік вегетації на 2,0–46,0%. Найбільше – при вирощуванні конюшини лучної та люцерни посівної, а найменше – еспарцету піщаного.

В кінці четвертого року вегетації бобових багаторічних трав водостійкість ґрунтових агрегатів усіх фракцій становила 77,2–93,5 %. Найвищою вона була після вирощування лядвенцю рогатого, а найменшою – люцерни посівної.

Серед фракції ґрунту розміром 3–5, 2–3 та 1–2 мм найвищу водостійкість, відповідно 95,0; 93,5; 92,0 % мав ґрунт після вирощування лядвенцю рогатого, а найменшу – 73,5; 75,0 та 83,0% – люцерни посівної [432].

На четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав водостійкість ґрунтових агрегатів підвищується порівняно з дворічним їх вирощуванням, на 4,8–37,8 %, найбільше – після вирощування люцерни посівної, а найменше – лядвенцю рогатого. Загалом серед усіх років дослідження найвища водостійкість ґрунту спостерігалась на четвертий рік вегетації, а найменша – на другий.

Водостійкість ґрунтових агрегатів після оранки бобових багаторічних трав перед сівбою озимої пшениці становила 72,8–95,3 %. Найвищою вона була після оранки буркуну білого і лядвенцю рогатого, а найменшою – люцерни посівної.

В розрізі фракції ґрунту 2–3 мм найбільшу водостійкість мав ґрунт після буркуну білого – 99,5 %, а найменшу – еспарцету піщаного – 66,5 %.

Часточки ґрунту розміром 1–2 мм мали найбільшу водостійкість після переорювання конюшини лучної – 100%, а найменшу – люцерни посівної – 59,5% (табл. 26).

Таблиця 26

Водостійкість агрегатів ґрунту після оранки бобових багаторічних трав, %

Попередник	Фракції ґрунту, мм		Середня
	2-3	1-2	
Люцерна посівна	86,0	59,5	72,8
Конюшина лучна	75,0	100,0	87,5
Еспарцет піщаний	66,5	92,5	79,5
Буркун білий	99,5	91,0	95,3
Лядвенець рогатий	90,5	97,0	93,8
Козлятник східний	95,5	85,0	90,3

Обробіток ґрунту під посів озимої пшениці у вигляді оранки впливав на зміну водостійкості ґрунту порівняно з ґрунтом, який не оброблявся. Оранка ґрунту призвела до підвищення водостійкості ґрунтових агрегатів після вирощування люцерни посівної, конюшини лучної, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого на 5,1–34,1%. Найбільше зросла водостійкість агрегатів після вирощування люцерни посівної і конюшини лучної, а найменше – після лядвенцю рогатого. Ґрунт під вказаними травами, окрім лядвенцю рогатого, мав не надто високі показники водостійкості агрегатів, порівняно з найкращими ґрунтовими ділянками, на рівні 79,0–87,0 %. Водостійкість ґрунтових агрегатів після оранки буркуну білого і козлятнику східного практично не змінилась та була високою – 90,0 – 95,0 %.

Водостійкість ґрунтових агрегатів розміром 2–3 мм після оранки ґрунту зросла на 16–62% – найбільше після люцерни посівної, а найменше – козлятнику східному. Майже не змінилась водостійкість ґрунтових агрегатів після оранки лядвенцю рогатого та зменшилась на 7% після еспарцету піщаного.

Ґрунтові агрегати розміром 1–2 мм після оранки люцерни посівної зменшили водостійкість на 56%, решти трав – збільшили на 9,3–38,2 %.

Найбільше зросла водостійкість ґрунтових агрегатів після козлятнику східного.

Отже, найвищу водостійкість ґрунтових агрегатів у кінці другого року вегетації бобових багаторічних трав мав ґрунт після вирощування буркуну білого, що робить ґрунт під його травостоєм найстійкішим до руйнування опадами за короткотривалого вирощування трав. Чотирирічне вирощування бобових багаторічних трав сприяє підвищенню водостійкості ґрунтових агрегатів на 4,8–37,8 % порівняно з дворічним терміном їх вирощування. Найвищу водостійкість агрегатів ґрунту у цьому випадку формує травостій лядвенцю рогатого. Сформована водостійкість ґрунтових агрегатів травостоями бобових багаторічних трав після їх переорювання залишається високою.

Об'ємна маса ґрунту – це маса одиниці об'єму сухого ґрунту в природному непорушеному стані. Вона в першу чергу залежить від гранулометричного, мінералогічного складу ґрунту, а також факторів, які зумовлюються культурами, що вирощуються на даних ділянках – структури, органічної речовини і зложення.

Виділяють оптимальну щільність, при якій створюються найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин, та рівноважну, яка встановлюється через певний час після обробітку і є характерною величиною для кожного ґрунту. Оптимальною для рослин вважається об'ємна вага ґрунту в межах 1,1 – 1,3 г/см³. Значно гірше проходять процеси росту і розвитку рослин при щільності 1,5 – 1,6 г/см³.

В рік сівби бобових багаторічних трав ґрунт знаходиться у відносно рихлому стані, оскільки істотного впливу на нього не здійснювалось через скошування травостою 2 рази за вегетаційний період та відсутність інших заходів щодо догляду за посівом. Тому об'ємна вага ґрунту знаходилась в оптимальних межах для росту і розвитку трав – 1,08 – 1,12 г/см³. Найменшою вона була після вирощування люцерни посівної та козлятнику східного, а

найбільшою – при вирощуванні конюшини лучної і лядвенцю рогатого (табл. 27).

Таблиця 27

Об'ємна вага ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав, г/см³

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації трав			
	1	2	3	4
Люцерна посівна	1,08	0,80	1,12	1,14
Конюшина лучна	1,12	0,89	-	-
Еспарцет піщаний	1,10	1,03	1,17	1,18
Буркун білий	1,10	1,13	-	-
Лядвенець рогатий	1,11	0,95	1,15	1,16
Козлятник східний	1,09	0,88	1,13	1,15

Низька об'ємна вага ґрунту при вирощуванні люцерни посівної і козлятнику східного зумовлена глибоким проникненням корневих систем цих трав у ґрунт вже в рік сівби до 63 і 42 см відповідно; великим радіусом проникнення коренів у горизонтальному напрямку відносно центрального кореня – 26 і 16 см відповідно та основною масою розгалужень коренів до глибини 15 і 28 см. Окрім того травостій козлятнику східного протягом вегетаційного періоду був скошений лише один раз, що також позначилось на показнику об'ємної ваги.

Найвища об'ємна вага ґрунту при вирощуванні конюшини лучної і лядвенцю рогатого визначається неглибоким проникненням корневих систем цих трав у глибину – відповідно 31 і 34 см та невеликим радіусом проникнення коренів у горизонтальному напрямку відносно центрального кореня у конюшини лучної – 9 см і трьохразовим скошуванням травостою лядвенцю рогатого протягом вегетаційного періоду.

На другий рік вегетації бобових багаторічних трав об'ємна вага ґрунту зменшилась після вирощування усіх трав, окрім буркуну білого, де вона зросла на 2,7% до 1,13 г/см³. На решти ґрунтових ділянках величина об'ємної ваги ґрунту склала 0,80–1,03 г/см³. Найпухкіший ґрунт був після вирощування люцерни посівної, а найщільніший – після еспарцету піщаного, який почав істотно зріджуватись. На всіх ґрунтових ділянках, у тому числі і

буркуну білого, величина об'ємної ваги ґрунту була сприятливою для всіх рослин.

Найінтенсивніше розрихлився ґрунт на другий рік вегетації, порівняно з першим, після вирощування люцерни посівної – на 26%, а найменше – еспарцету піщаного – на 6,4%.

Інтенсивне розпушення ґрунту після вирощування люцерни посівної зумовлене інтенсивним ростом її коренів у глибину, збільшені глибини основної маси розгалужень, товщини кореневої шийки, центральної частини коренів та бічних корінців. Саме найбільші показники у люцерни посівної серед усіх бобових багаторічних трав глибини проникнення коренів у ґрунт, найбільшого радіусу поширення коренів у горизонтальній площині, глибини основної маси розгалужень та найбільшої товщини кореневої шийки і бічних корінців, сприяють відповідному стану ґрунту. Найвищі показники об'ємної маси ґрунту після вирощування буркуну білого та еспарцету піщаного зумовлені випаданням з травостою після першого укусу буркуну білого, а також значним зрідженням травостою еспарцету піщаного та найповільнішим зростанням глибини проникнення кореня.

На третій-четвертий рік вегетації бобових багаторічних трав величина об'ємної ваги ґрунту стабілізується. Зокрема в кінці третього року вегетації бобових багаторічних трав об'ємна маса ґрунту становила 1,12 – 1,17 г/см³. Найменша вона була після вирощування люцерни посівної і козлятнику східного, які мають потужну та проникну кореневу систему, що добре розрихлює ґрунт. Найвища об'ємна маса ґрунту була після вирощування еспарцету піщаного, що суттєво зріджується на третій рік вегетації та зменшує позитивний вплив на розрихлення ґрунту.

Порівняно з другим роком вегетації бобових багаторічних трав, під їх травостоєм об'ємна вага ґрунту зросла на 12,0 – 28,6 %. Найменше зростання об'ємної ваги ґрунту спостерігалось після вирощування еспарцету піщаного, а найбільше – люцерни посівної.

На кінець четвертого року вегетації трав об'ємна вага ґрунту становила 1,14 – 1,18 г/см³ та залишалась сприятливою для росту і розвитку рослин. Найбільша об'ємна вага ґрунту збереглась після вирощування еспарцету піщаного, а найменша – люцерни посівної. Порівняно з попереднім роком вегетації бобових багаторічних трав об'ємна вага ґрунту зросла на 1,0 – 1,8 %.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення впливу вирощування бобових багаторічних трав на величину об'ємної ваги ґрунту, необхідно відмітити:

- у рік сівби бобових багаторічних трав величина об'ємної ваги ґрунту в значній мірі залежить від обробітку ґрунту під та атмосферних опадів, а починаючи з другого року вегетації вона визначається особливостями поширення у ґрунті кореневих систем бобових багаторічних трав;

- спостерігається тенденція зниження об'ємної ваги ґрунту під травостоем бобових на другий рік їх вегетації з послідуєчим підвищенням на третій рік та стабілізації на четвертий рік вегетації на оптимальному рівні для росту і розвитку рослин;

- найкраще розрихлює ґрунт вирощування люцерни посівної, а найгірше – еспарцету піщаного.

Визначальним фактором вегетації трав та формування ними біомаси є раціональне використання вологи, що сприятиме збереженню її запасів для використання наступними культурами сівозміни.

На час сівби бобових багаторічних трав вологість ґрунту становила 37,5 % у 30-см шарі ґрунту, що складає 123,75 мм загального запасу вологи або 1237,5 т/га. В кінці вегетації першого року життя трав найвища вологість ґрунту – 27,45 % відмічалась при вирощуванні люцерни посівної, а найменша – 24,14 % – при вирощуванні лядвенцю рогатого.

Запас вологи, окрім вологості ґрунту, залежить також від об'ємної ваги ґрунту. В кінці вегетації першого року життя трав запас вологи становив

80,39 – 91,63 мм. Найбільший запас вологи в ґрунті був після вирощування конюшини лучної, а найменший – лядвенцю рогатого.

Найбільше зменшення запасів вологи в 30-см шарі ґрунту за вегетаційний період бобових багаторічних трав спостерігалось після вирощування лядвенцю рогатого – 43,36 мм та еспарцету піщаного – 42,60 мм. Це вказує на те, що ці трави найбільше висушили ґрунт, витративши протягом вегетаційного періоду відповідно 472,36 мм і 471,60 мм вологи. Найбільш вологим ґрунт залишився після вирощування конюшини лучної – 32,12 мм, з витратою вологи протягом вегетаційного періоду 461,12 мм (табл. 28).

З урахуванням кількості опадів за вегетаційний період багаторічних трав сумарна витрата води посівами становила 461,12 – 472,36 мм або 4611,2 – 4723,6 т/га. Найбільше витратили води посіви лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного, а найменше – конюшини лучної.

За величиною сформованого урожаю сухої речовини багаторічних трав можна розрахувати коефіцієнт водовитрачання посівами за перший рік вегетації. Він становив для бобових багаторічних трав 455,1–1738,0. Найменшим коефіцієнт водовитрачання був у буркуну білого, а найбільший – козлятнику східного. Тобто рівень сформованого урожаю сухої речовини бобових багаторічних трав в значній мірі впливає на величину коефіцієнту водовитрачання. Оскільки буркун білий сформував найвищий урожай, а козлятник східний найменший, то, відповідно, ці показники вплинули на величину коефіцієнта водовитрачання.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення впливу вирощування бобових багаторічних трав на водовитрачання посівами в рік сівби, необхідно відмітити:

- вологість ґрунту на час припинення вегетації бобових багаторічних трав залежить в першу чергу від виду трав. На величину запасу вологи в ґрунті також впливає об'ємна вага, яка визначається видом вирощуваних трав. Коефіцієнт водовитрачання посівами бобових багаторічних трав у

Сумарна витрата вологи і коефіцієнт водовитрачання посівами бобових багаторічних трав шару ґрунту 0 – 30 см

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації	Об'ємна вага ґрунту, г/см ³	Вологість ґрунту, %		Запас вологи, мм		Зменшення запасів вологи, мм	Кількість опадів за вегетацію, мм	Витрата вологи за вегетацію, т/га	Урожай сухої речовини, т/га	Коефіцієнт водовитрачання
			весною	восени	весною	восени					
Люцерна посівна	1	1,08	37,5	27,45	123,75	88,94	34,81	429	4638,1	6,9	672,2
	2	0,80	60,6	14,00	196,30	33,60	162,70	379	5417,0	9,2	588,8
	3	1,12	58,5	18,31	196,56	61,53	135,03	263	3980,3	7,8	510,3
	4	1,14	55,0	22,60	188,10	77,30	110,80	217	3278,0	5,8	565,2
Конюшина лучна	1	1,12	37,5	27,27	123,75	91,63	32,12	429	4611,2	6,8	678,1
	2	0,89	60,6	15,32	203,60	40,90	162,70	379	5417,0	8,9	608,7
Еспарцет піщаний	1	1,10	37,5	24,59	123,75	81,15	42,60	429	4716,0	8,4	561,4
	2	1,03	60,6	11,67	200,00	36,10	163,90	379	5429,0	11,5	472,1
	3	1,17	58,5	23,11	205,34	81,12	124,22	263	3872,2	8,0	484,0
	4	1,18	55,0	25,07	194,70	88,75	105,95	217	3229,5	6,6	489,3
Буркун білий	1	1,10	37,5	25,45	123,75	83,99	39,76	429	4687,6	10,3	455,1
	2	1,13	60,6	17,00	200,00	57,60	142,40	261	4034,0	9,4	429,2
Лядвенець рогатий	1	1,11	37,5	24,14	123,75	80,39	43,36	429	4723,6	5,8	814,4
	2	0,95	60,6	13,13	201,80	37,40	164,40	379	5434,0	7,8	696,7
	3	1,15	58,5	18,00	201,83	62,10	139,73	263	4027,3	6,5	619,6
	4	1,16	55,0	23,13	191,40	80,50	110,90	217	3279,0	2,9	1130,7
Козлятник східний	1	1,09	37,5	25,53	123,75	83,48	40,27	429	4692,7	2,7	1738,0
	2	0,88	60,6	15,70	198,20	41,40	156,80	379	5358,0	8,5	630,4
	3	1,13	58,5	19,45	198,32	65,94	132,38	263	3953,8	6,9	573,0
	4	1,15	55,0	24,37	189,75	84,08	105,67	217	3226,7	3,7	872,1

більшій мірі залежить від величини сформованого урожаю сухої речовини, ніж зменшенням запасів вологи у ґрунті;

- величина вологості та запасу вологи у ґрунті впливає на вологозабезпечення наступної культури у сівозміні або травостою на другий рік вегетації. Тому чим вищі дані показники – тим культура має більш сприятливий екологічний вплив на ґрунт та наступну культуру. Це особливо важливо в умовах глобального потепління. Тому найбільш позитивний вплив у цьому аспекті здійснює травостій конюшини лучної і люцерни посівної, а найбільш негативний – лядвенець рогатий і еспарцет піщаний;

- травостій люцерни посівної характеризувався збереженням найбільшої вологості ґрунту;

- травостій конюшини лучної мав найвищу вологість ґрунту, найбільший запас вологи, найбільше зменшення запасів вологи та найменшу сумарну витрату вологи посівами;

- травостій лядвенцю рогатого відзначались найменшою вологістю ґрунту, запасами вологи у ґрунті, найбільшим витрачанням вологи з ґрунту;

- травостій еспарцету піщаного мав найменшу вологість ґрунту, але найбільше зменшення величини запасів вологи посівами;

- варіант буркуну білого мав найменший коефіцієнт водовитрачання, що вказує на найекономніше витрачання води його посівами у рік сівби;

- посів козлятнику східного характеризувався найбільшим коефіцієнтом водовитрачання у рік сівби, що робить цю культуру найбільш неекономну серед бобових багаторічних трав.

В кінці вегетаційного періоду другого року вологість ґрунту під бобовими багаторічними травами склала 11,67 – 17,00 %. Найвища вона була після вирощування буркуну білого, який формує другого року лише один укіс в середині літа і відмирає, а найменша – еспарцету піщаного.

Запас вологи становив 33,6 – 57,6 мм. Найбільшим він був після вирощування буркуну білого, а найменшим – люцерни посівної. Величина зменшення запасів вологи у ґрунті під травостоєм бобових багаторічних трав

становила 142,4 – 164,4 мм, найбільше – після вирощування люцерни посівної, а найменше – буркуну білого.

З урахуванням кількості опадів за вегетаційний період трав, що була менша для травостою буркуну білого, порівняно з іншими травами, сумарна витрата вологи посівами бобових багаторічних трав складала 403,4 – 543,4 мм. Найбільше витратили вологи посіви лядвенцю рогатого, а найменше – буркуну білого, для трав, що вегетували до осені – козлятник східний.

Коефіцієнт водовитрачання посівами бобових багаторічних трав склав 429,2 – 696,7. Найменший він був після вирощування буркуну білого, а для трав, що вегетують до осені – еспарцету піщаного, а найвищий – лядвенцю рогатого.

Підсумовуючи результати досліджень з вивчення впливу вирощування бобових багаторічних трав на водовитрачання посівами другого року вегетації, необхідно відмітити:

- найвища вологість ґрунту характерна для травостою буркуну білого, який в середині літа відмирає. А серед бобових багаторічних трав, що вегетують до осені – козлятнику східного і конюшини лучної. Аналогічні показники спостерігаються за величиною запасу вологи у ґрунті;

- завдяки формуванню посівом буркуну білого на другий рік вегетації лише одного укусу в середині літа, він має найвищі показники вологості ґрунту і запасу вологи, але найменші величину зменшення запасів вологи у ґрунті, сумарну витрату вологи і коефіцієнт водовитрачання;

- травостій еспарцету піщаного зберігає найменшу вологість ґрунту;

- посіви люцерни посівної мали найменший запас вологи у ґрунті, але найбільші величину зменшення запасів вологи у ґрунті, витрату вологи посівами;

- травостій лядвенцю рогатого мав найвищий коефіцієнт водовитрачання;

При порівнянні показників першого і другого років вегетації, встановлено:

- на другий рік вегетації бобових багаторічних трав вологість ґрунту зменшується на 8,5 – 13,0 %, найбільше – при вирощуванні люцерни посівної, еспарцету піщаного і конюшини лучної, а найменше – буркуну білого;

- сумарна витрата вологи посівами зросла у 1,2 рази на всіх травостоях, крім буркуну білого, де вона зменшилась у 1,2 рази;

- коефіцієнт водовитрачання зменшився після вирощування люцерни посівної, конюшини лучної і буркуну білого у 1,1 рази – еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого – у 1,2 рази, а козлятнику східного – у 2,8 рази.

На кінець третього року вегетації трав вологість ґрунту становила 18,00 – 23,11 %. Найбільшою вона була після вирощування еспарцету піщаного, а найменша – лядвенцю рогатого. Запас вологи у 30-см шарі ґрунту восени становив 61,53 – 81,12 мм. Найбільший запас вологи був після вирощування еспарцету піщаного, а найменший – люцерни посівної.

Протягом третього року життя трави витратили з ґрунту 124,22 – 139,73 мм вологи. Найбільші витрати вологи спостерігались після вирощування лядвенцю рогатого, а найменші – еспарцету піщаного. З урахуванням кількості опадів, що випали протягом вегетаційного періоду бобових багаторічних трав витрата вологи посівами за вегетаційний період склали 3872,2 – 4027,3 т/га. Найбільші витрати вологи були після вирощування лядвенцю рогатого, а найменші – еспарцету піщаного.

Коефіцієнт водовитрачання посівами за третій рік вегетації становив 484,0 – 619,6. Найменший він був після вирощування еспарцету піщаного, а найбільший – лядвенцю рогатого.

Порівняння показників вологовикористання посівами бобових багаторічних трав другого та третього років вегетації показує:

- зростання вологості ґрунту в кінці третього року вегетації порівняно з другим на 19,0 – 49,5 %. Це зумовлено, по-перше, зменшенням урожаю сухої речовини бобових багаторічних трав третього року вегетації порівняно з другим на 15 – 30 %, а по-друге, заглибленням кореневих систем трав у глиб ґрунту та споживання вологи з глибших шарів ґрунту (глибше 30 см, для яких проводились дослідження);

- з урахуванням об'ємної ваги ґрунту, яка на третій рік вегетації трав збільшилась на 12 – 29 %, запас вологи у 30-см шарі ґрунту під посівами бобових багаторічних трав збільшився в 1,6 – 2,3 рази;

- витрата вологи посівами бобових багаторічних трав на третій рік вегетації зменшилась порівняно з другим роком у 1,4 рази;

- коефіцієнт водовитрачання посівами бобових багаторічних трав на третій рік зменшився у 1,1 рази, окрім еспарцету піщаного, де він залишився на тому ж рівні, що й другого року вегетації.

В кінці четвертого року вегетації бобових багаторічних трав вологість ґрунту становила 22,60 – 25,07 %. Найвищою вона була після вирощування еспарцету піщаного, а найменша – люцерни посівної. Запас вологи в 30-см шарі ґрунту становив 77,30 – 88,75 мм. Зменшення запасів вологи у ґрунті протягом вегетаційного періоду становило 105,67 – 110,90 мм. Найбільше використано вологи посівами лядвенцю рогатого, а найменше – козлятнику східного.

Протягом четвертого року вегетації бобових багаторічних трав зменшення запасів вологи у ґрунті склало 105,67 – 110,90 мм. Найменше було використано вологи посівами еспарцету піщаного і козлятнику східного, а найбільше – люцерни посівної та лядвенцю рогатого. Витрата вологи посівами бобових багаторічних трав склала 3226,7 – 3279,0 т/га. Коефіцієнт водовитрачання посівами бобових багаторічних трав на четвертий рік вегетації становив 489,3 – 1130,7. Найменше використано вологи на формування одиниці сухої речовини посівами еспарцету піщаного, на 13,4 % вищий коефіцієнт водовитрачання посівами люцерни посівної. Травостій лядвенцю рогатого мав найвищий коефіцієнт водовитрачання – у 2,3 рази більший, ніж на травостої еспарцету піщаного.

Порівняння показників вологовитрачання посівами бобових багаторічних трав третього і четвертого років вегетації дозволяє зробити такі висновки:

- вологість ґрунту весною на посівах трав четвертого року вегетації була на 3,5 % менша, ніж третього року вегетації, в той же час на кінець вегетації трав четвертого року вологість ґрунту була на 2,0 – 5,1 % більшою, ніж третього року, що зумовлено зниженням урожайності багаторічних трав четвертого року вегетації;

- зменшення запасів вологи у ґрунті четвертого року вегетації було на 14,7 – 20,6 % меншим, ніж третього року вегетації;

- витрата води за вегетацію бобових багаторічних трав четвертого року вегетації була на 16,6 – 18,6 % менша, ніж третього року вегетації;

- незважаючи на зменшення урожаю сухої речовини четвертого року вегетації бобових багаторічних трав на 17,5 – 55,5 % порівняно з третім роком, коефіцієнт водовитрачання посівами трав зріс на 9,7 – 45,2 %, окрім травостою еспарцету піщаного, де він залишився на рівні третього року вегетації.

Аналіз водовитрачання посівами бобових багаторічних трав впродовж чотирьох років вегетації дозволяє зробити такі висновки:

- вологість ґрунту весною на 2 – 4 роки вегетації бобових багаторічних трав була приблизно однаковою та становила 55,0 – 60,6 % та залежала в першу чергу від зимово-весняних опадів. Лише в рік сівби вологість ґрунту через обробіток ґрунту була у 1,5 – 1,6 рази менша, ніж наступних років вегетації;

- вологість ґрунту на час припинення вегетації трав найвища була в рік сівби – 24,14 – 27,45 % через незначну сформовану масу трав. Найвологішим був ґрунт після вирощування люцерни посівної. Найсухіший ґрунт спостерігався на кінець вегетації трав другого року вегетації – 11,67 – 15,70 % через формування найвищої продуктивності трав цього року. Найменше води було у ґрунті травостою еспарцету піщаного, а найбільше – козлятнику східного;

- зменшення запасів води за період вегетації був найбільшим другого року вегетації і становив 156,80 – 164,40 мм, найбільше після вирощування лядвенцю рогатого, а найменше – козлятнику східного;

- витрата води за вегетації трав найменша була на четвертий рік вегетації через незначний урожай сформованої вегетативної маси – 3226,7 – 3279,0 т/га, найменше після вирощування козлятнику східного, а найбільше – лядвенцю рогатого. Найбільше витрачено води посівами другого року вегетації – 4034,0 – 5434,0 т/га. Найменше витрачали воду посіви буркуну білого через формування другого року вегетації лише одного укусу, а найбільше – лядвенцю рогатого;

- коефіцієнт водовитрачання найменшим був другого року вегетації на травостоях буркуну білого і еспарцету піщаного – 429,2 – 472,1, а найвищим –

на травостої лядвенцю рогатого четвертого року вегетації – 1130,7 та першого року вегетації козлятнику східного – 1738,0.

Таким чином, аналізуючи комплексний вплив на ґрунт вирощування бобових багаторічних трав, встановлено, що найбільш позитивний вплив на показники родючості та зменшення забруднення ґрунту важкими металами здійснює травостій еспарцету піщаного, а на покращення агрофізичних властивостей ґрунту – лядвенцю рогатого і козлятнику східного.

3.4. Кореляційно-регресійний аналіз впливу бобових багаторічних трав на стан ґрунту

Обов'язковим елементом накових досліджень є їх математична обробка. Вона передбачає встановлення кореляційної та регресійної залежності між кількома елементами, що змінюються в певному діапазоні та мають певні взаємозв'язки між собою.

Між досліджуваними процесами та явищами існують певні зв'язки. Їх суть полягає у тому, що середнє значення однієї ознаки змінюється залежно від зміни іншої ознаки. Ці взаємозв'язки називають кореляцією.

Регресія – це ступінь і особливості зміни однієї з ознак на одиницю іншої ознаки. Після кореляційних та регресійних аналізів складають рівняння регресії, які використовують для обчислення невідомого показника за відомим.

Статистичний аналіз зміни показників родючості ґрунту внаслідок зміни тривалості вирощування бобових багаторічних трав встановив такі залежності.

Коефіцієнт кореляції зміни вмісту гумусу у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,705$. Це вказує на сильний і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті гумусу. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,497$, показує, що 50 % варіювання вмісту гумусу у ґрунті зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність вмісту гумусу від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 0,1917 x + 1,8083, \text{ де:}$$

у – вміст гумусу, %; х – тривалість вирощування трав, років (рис. 4.4.1.).

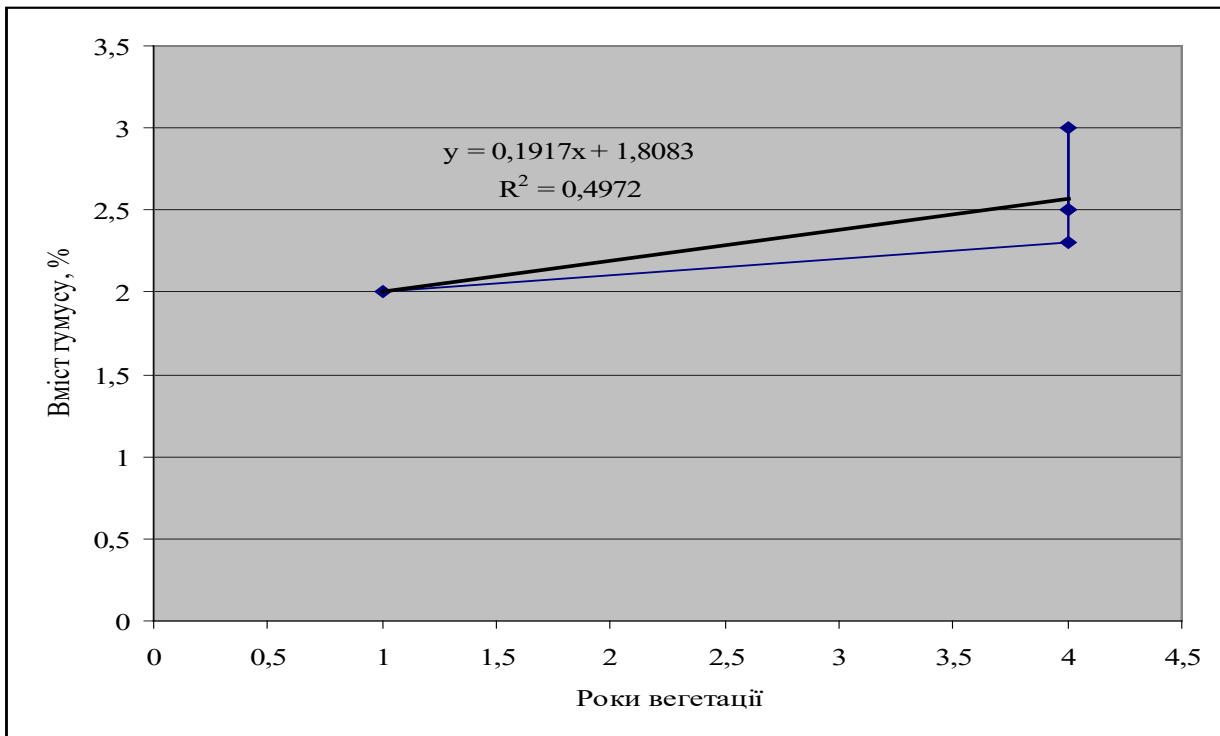


Рис. 48. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (х) і вмістом гумусу у ґрунті (у)

Коефіцієнт кореляції зміни вмісту легкогідролізованого азоту у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = -0,914$. Це вказує на сильний і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті легкогідролізованого азоту. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,836$, показує, що 84 % варіювання вмісту легкогідролізованого азоту у ґрунті зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність вмісту легкогідролізованого азоту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = -1,6638x + 13,868, \text{ де:}$$

у – вміст легкогідролізованого азоту, мг/100 г; х – тривалість вирощування трав, років.

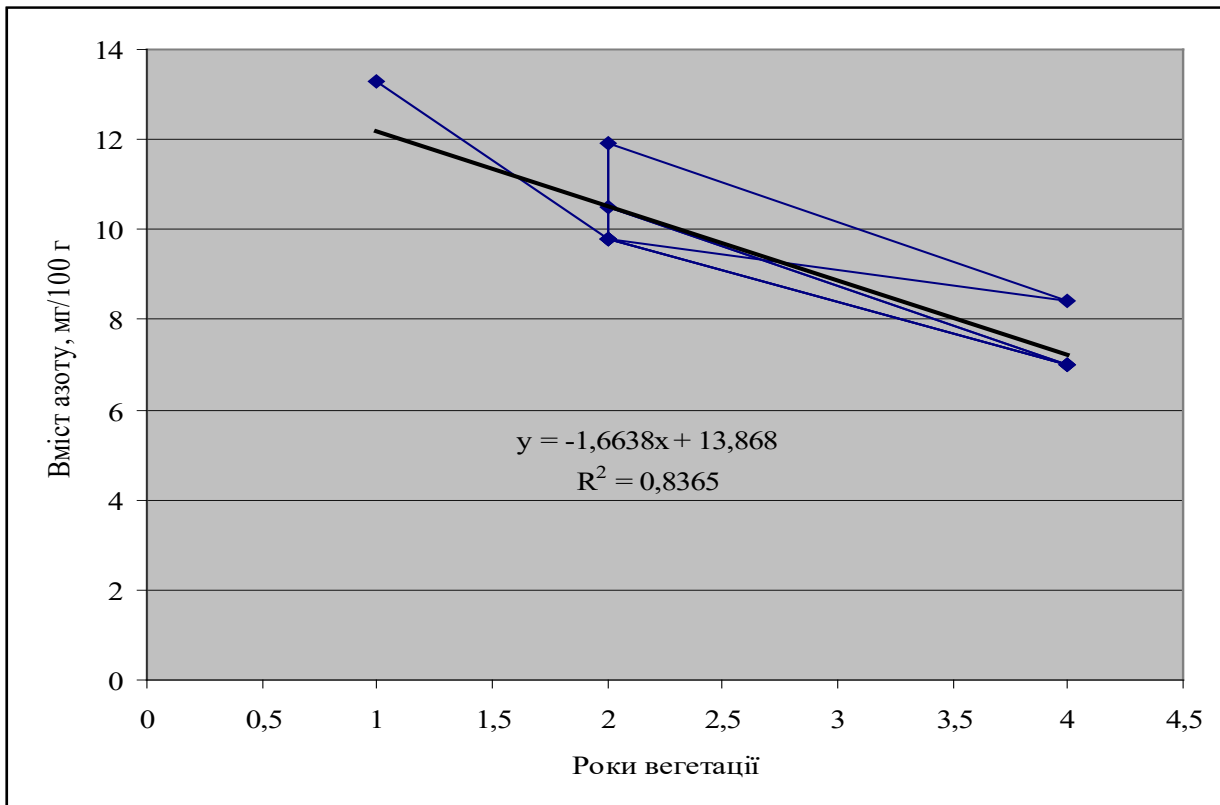


Рис. 49. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і вмістом легкогідролізованого азоту у ґрунті (y)

Коефіцієнт кореляції зміни вмісту рухомого фосфору у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = -0,507$. Це вказує на середній і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті рухомого фосфору. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,257$, показує, що 26 % варіювання вмісту рухомого фосфору у ґрунті зумовлене терміном вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність вмісту рухомого фосфору від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = -5,7746x + 55,688, \text{ де:}$$

y – вміст рухомого фосфору, мг/100 г; x – тривалість вирощування трав, років.

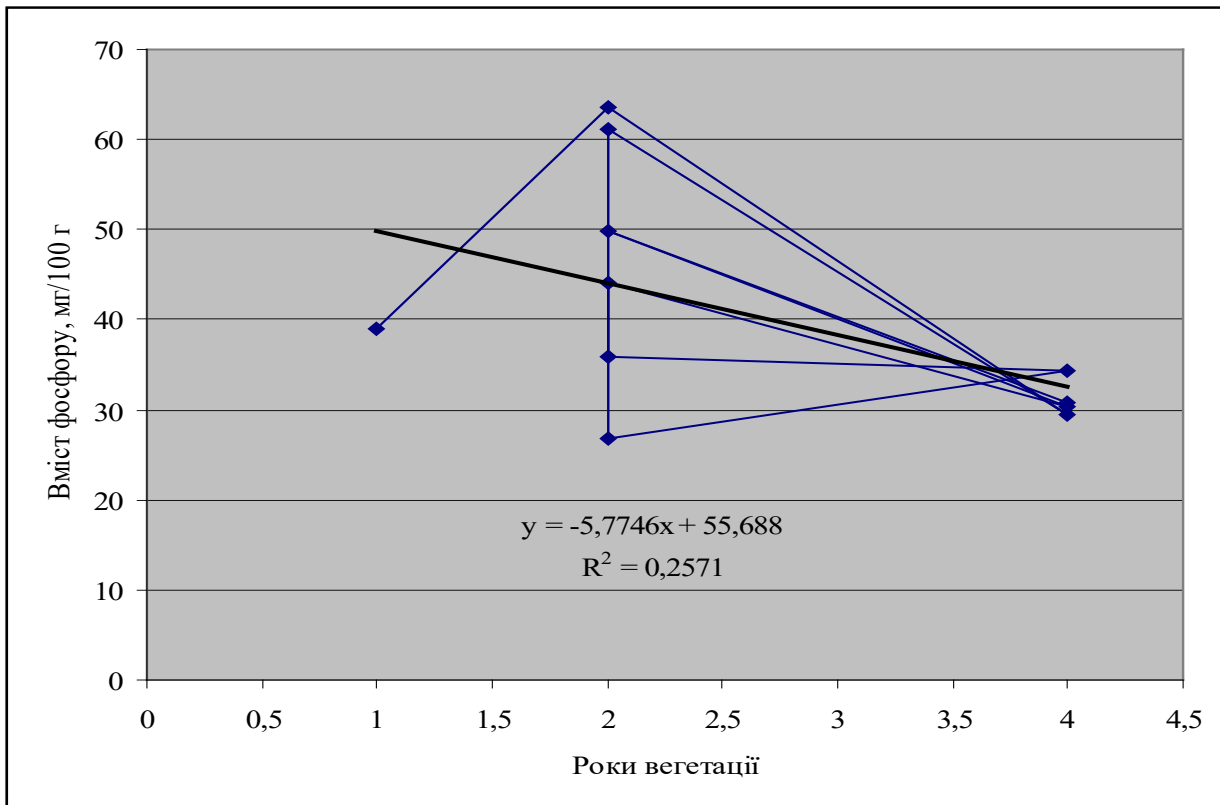


Рис. 50. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і вмістом рухомого фосфору у ґрунті (y)

Коефіцієнт кореляції зміни вмісту обмінного калію у ґрунті від терміну вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,443$. Це вказує на середній і прямий зв'язок між терміном вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті обмінного калію. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,196$, показує, що 20 % варіювання вмісту обмінного калію у ґрунті зумовлене терміном вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність вмісту обмінного калію у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 1,6674 x + 10,159, \text{ де:}$$

y – вміст обмінного калію, мг/100 г; x – тривалість вирощування трав, років.

Коефіцієнт кореляції зміни вмісту кальцію у ґрунті від терміну вирощування бобових багаторічних трав становить $r = - 0,717$. Це вказує на сильний і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових

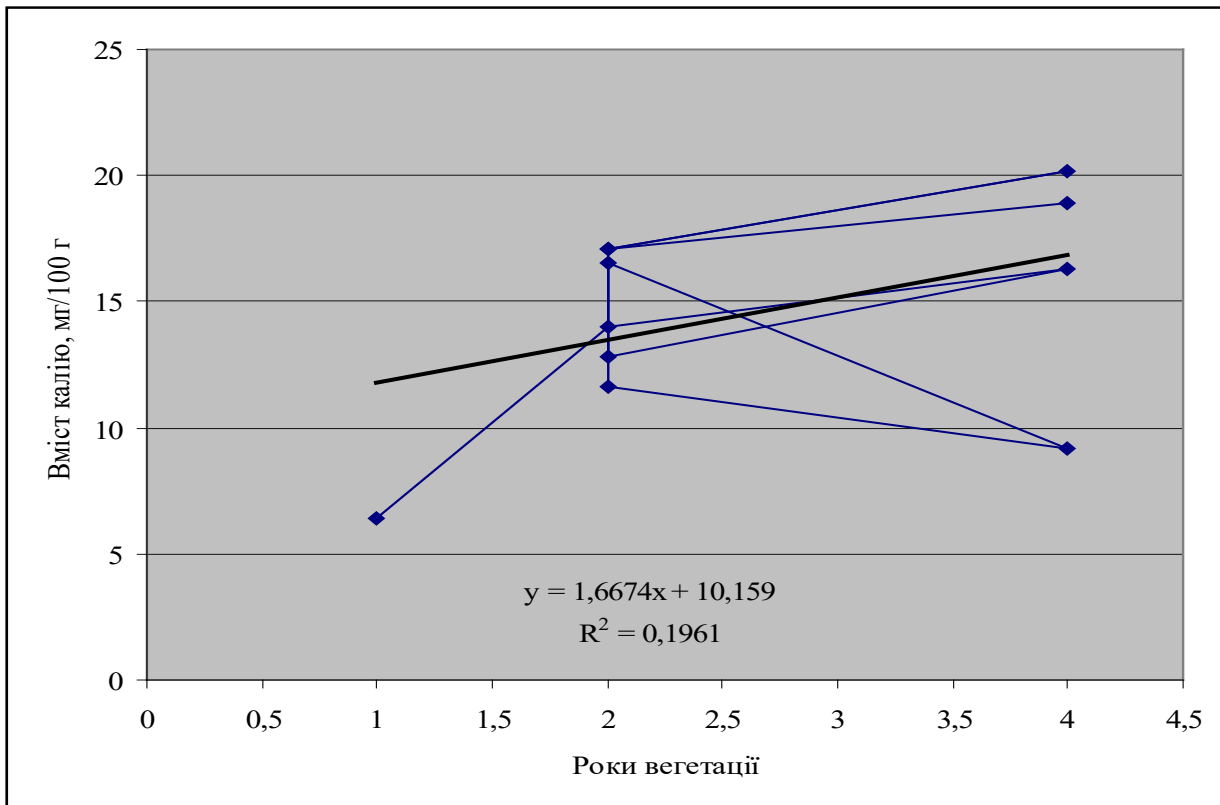


Рис. 51. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і вмістом обмінного калію у ґрунті (y)

багаторічних трав і вмістом у ґрунті кальцію. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,515$, показує, що 52 % варіювання вмісту кальцію у ґрунті зумовлене терміном вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність вмісту кальцію у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = - 2,5877 x + 22,631, \text{ де:}$$

y – вміст кальцію, мг-екв./100 г; x – тривалість вирощування трав, років.

Коефіцієнт кореляції зміни гідролітичної кислотності у ґрунті від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = - 0,299$. Це вказує на слабкий і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і гідролітичною кислотністю ґрунту. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,089$, показує, що 9 % варіювання гідролітичної

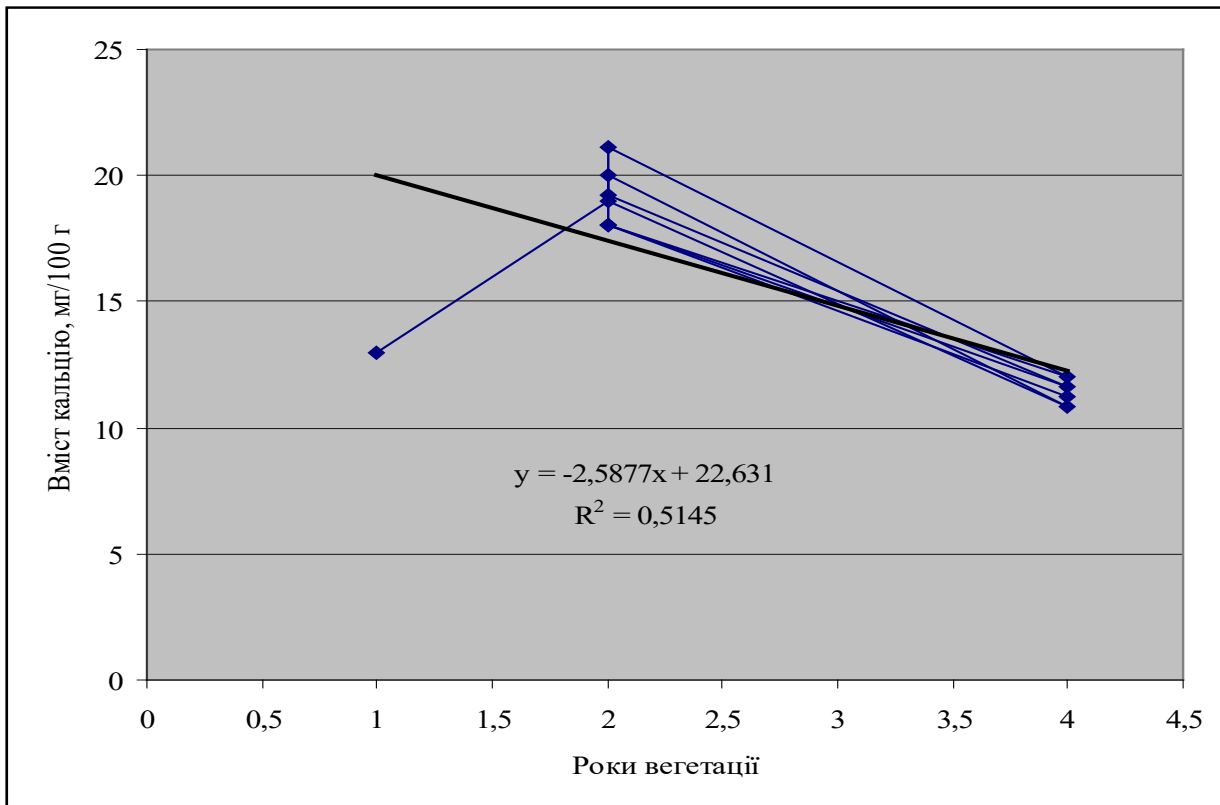


Рис. 52. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і вмістом кальцію у ґрунті (y)

кислотності у ґрунті зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність гідролітичної кислотності ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = -0,0524x + 0,5963, \text{ де:}$$

y – гідролітична кислотність, мг-екв./100 г; x – тривалість вирощування трав, років (рис. 4.4.6.).

Коефіцієнт кореляції зміни реакції ґрунтового розчину рН від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,047$. Це вказує на слабкий і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і реакцією ґрунтового розчину рН. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,002$, показує, що варіювання реакції ґрунтового розчину рН не залежить від тривалості вирощування бобових багаторічних трав і зв'язок між ними відсутній.

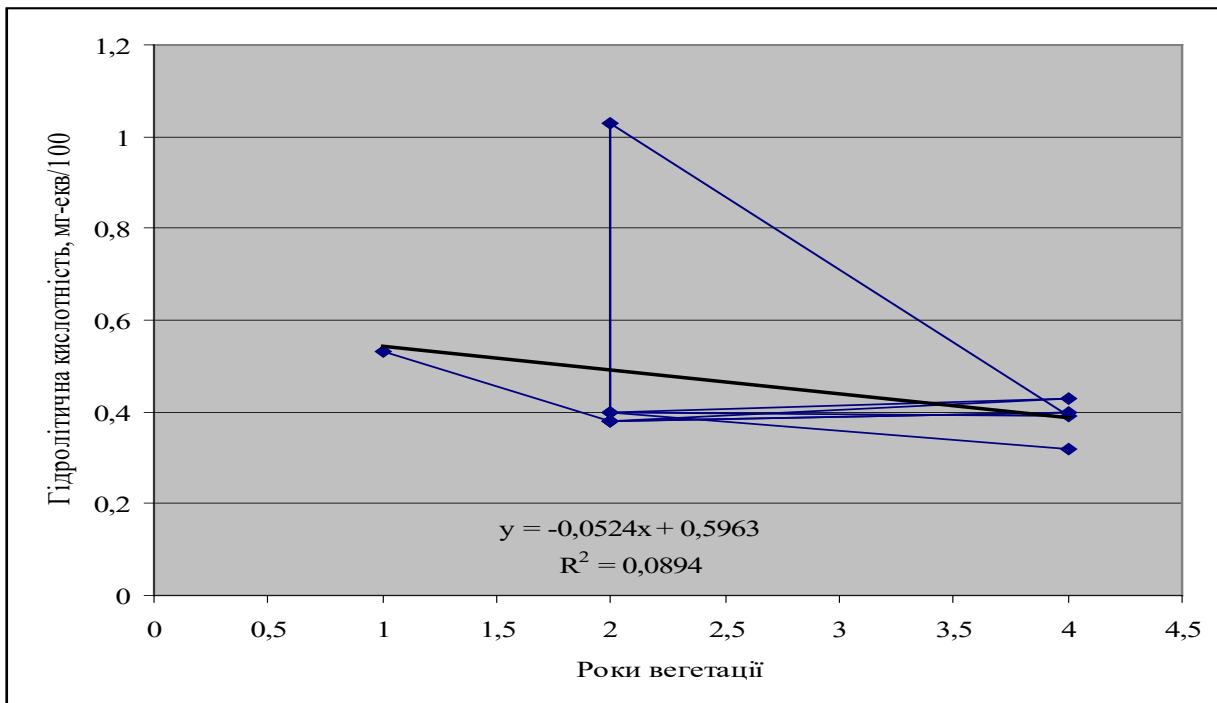


Рис. 53. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і гідролітичною кислотністю ґрунту (y)

Отже, кореляційний аналіз зміни показників родючості ґрунту внаслідок тривалості вирощування бобових багаторічних трав встановив, що існує сильний і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом гумусу у ґрунті, сильний і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом легкогідролізованого азоту у ґрунті, середній і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом рухомого фосфору у ґрунті, середній і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті обмінного калію, сильний і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і вмістом у ґрунті кальцію, проте зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і гідролітичною кислотністю ґрунту, а також реакцією ґрунтового розчину рН був слабким.

Проведений статистичний аналіз зміни агрофізичних властивостей ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав показав таке.

Коефіцієнт кореляції зміни коефіцієнта структурності ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,313$. Це

вказує на слабкий і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і коефіцієнтом структурності ґрунту. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,382$, показує, що 38 % варіювання коефіцієнта структурності ґрунту зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність коефіцієнта структурності ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 1,3583x^2 - 6,225x + 10,417, \text{ де:}$$

y – коефіцієнт структурності ґрунту; x – тривалість вирощування трав, років.

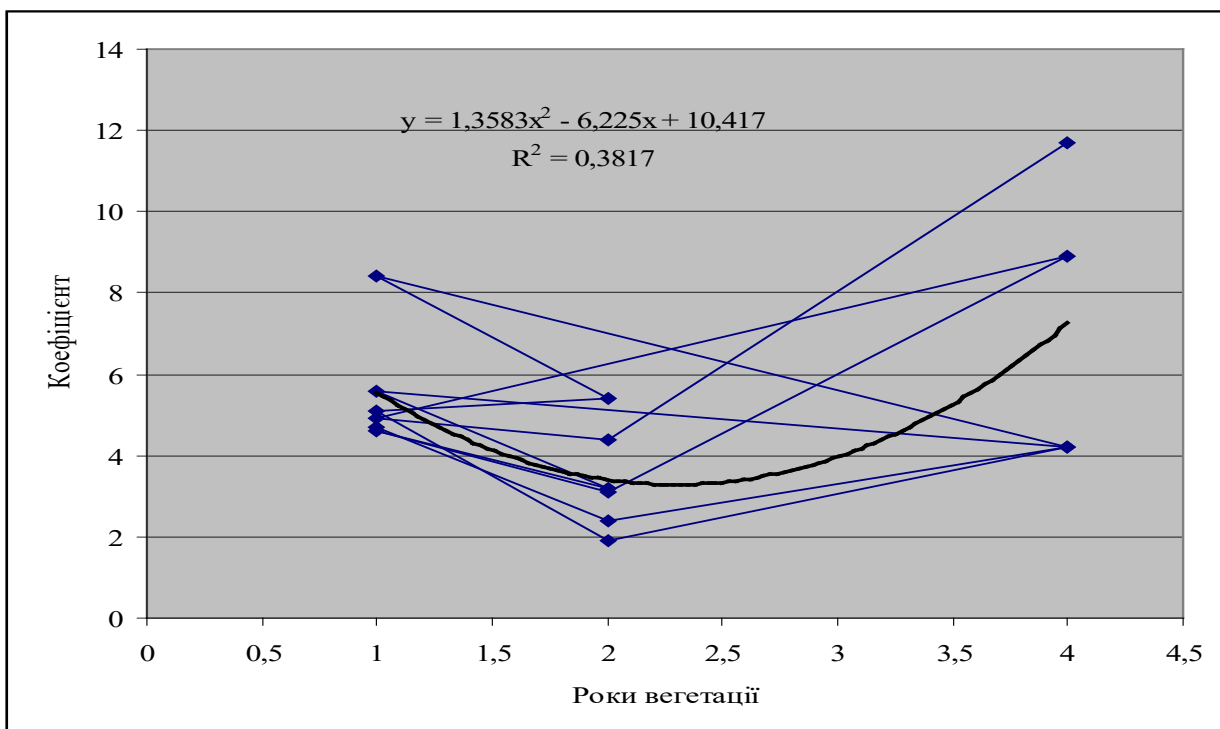


Рис. 54. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і коефіцієнтом структурності ґрунту (y)

Коефіцієнт кореляції зміни водостійкості агрегатів ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,196$. Це вказує на слабкий і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і водостійкістю агрегатів ґрунту. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,203$, показує, що 20 % варіювання водостійкості агрегатів ґрунту зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність водостійкості агрегатів ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 5,3042x^2 - 24,763x + 99,708, \text{ де:}$$

y – водостійкість агрегатів ґрунту, %; x – тривалість вирощування трав, років.

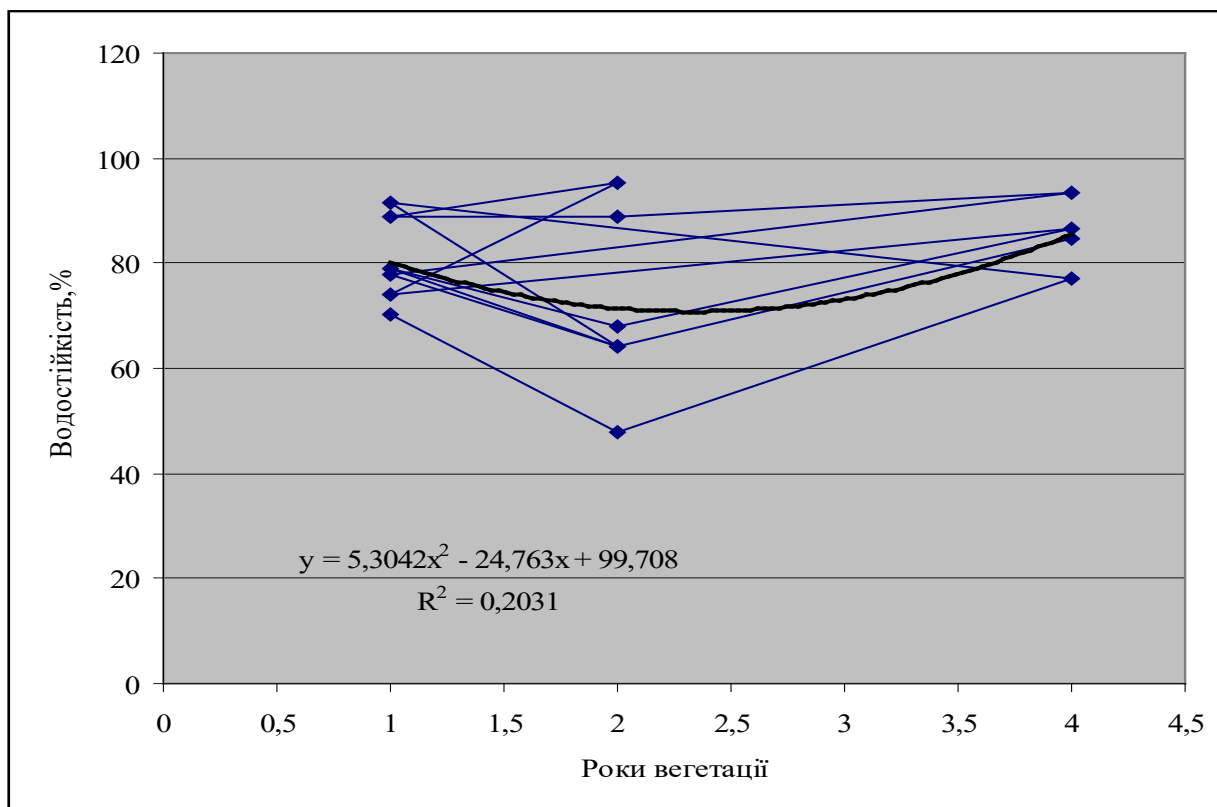


Рис. 55. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і водостійкістю агрегатів ґрунту (y)

Коефіцієнт кореляції зміни об'ємної ваги ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = 0,340$. Це вказує на середній і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і об'ємною вагою ґрунту. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,365$, показує, що 37 % варіювання об'ємної маси ґрунту зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність об'ємної ваги ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 0,0527x^2 - 0,2266x + 1,2527, \text{ де:}$$

y – об'ємна вага ґрунту, г/см³; x – тривалість вирощування трав, років.

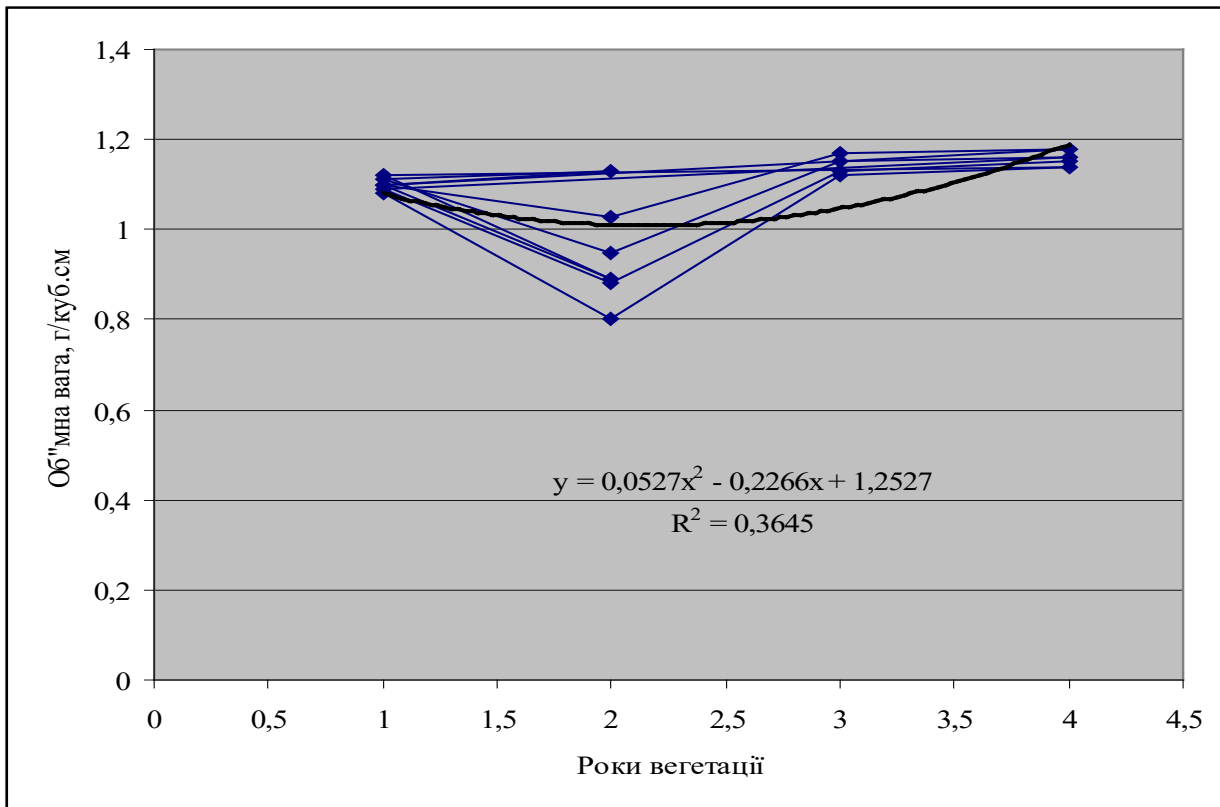


Рис. 56. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і об'ємною вагою ґрунту (y)

Коефіцієнт кореляції зміни коефіцієнту водовитрачання посівами від тривалості вирощування бобових багаторічних трав становить $r = -0,108$. Це вказує на слабкий і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і коефіцієнтом їх водовитрачання. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,170$, показує, що 17 % варіювання коефіцієнта водовитрачання зумовлене тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і цей зв'язок є достовірним.

Залежність коефіцієнта водовитрачання посівами від тривалості вирощування бобових багаторічних трав описується рівнянням регресії:

$$y = 116,28 x^2 - 600,47 x + 1304,7, \text{ де:}$$

y – коефіцієнт водовитрачання посівом; x – тривалість вирощування трав, років.

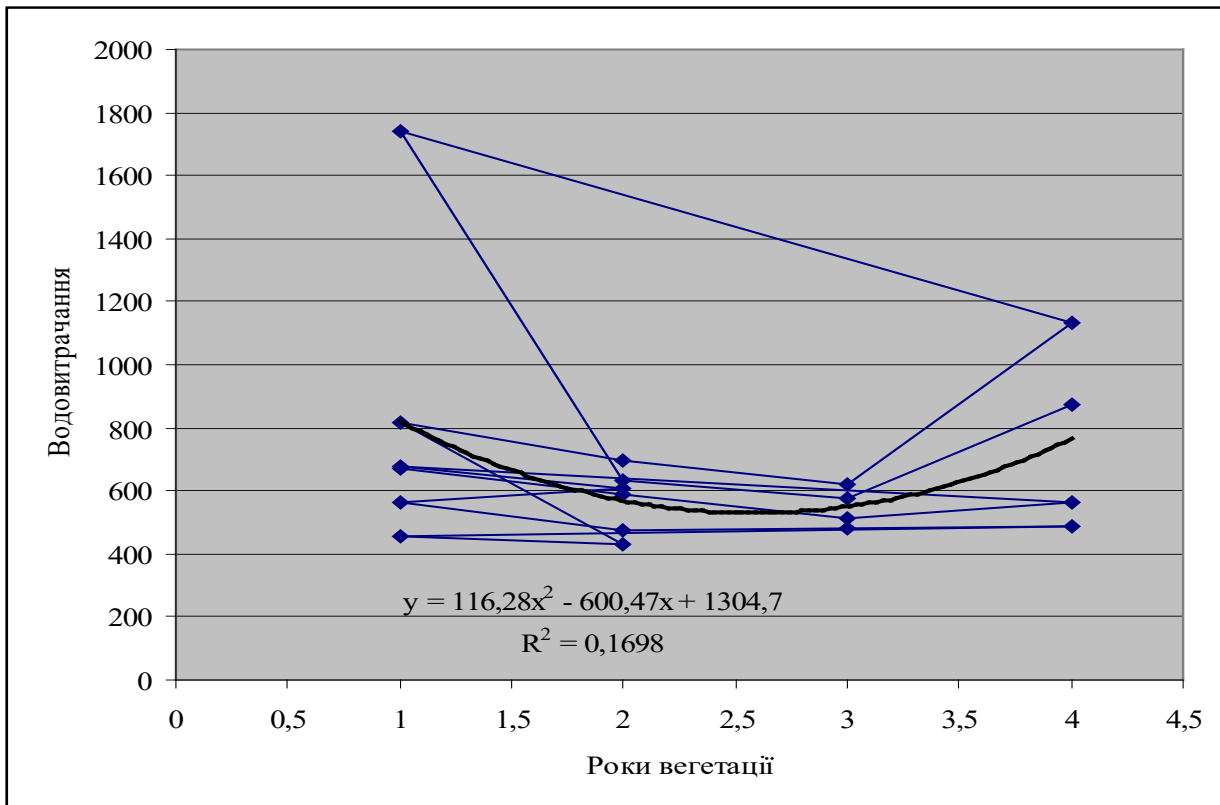


Рис. 57. Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав (x) і коефіцієнтом водовитрачання посівом (y)

Коефіцієнт кореляції зміни концентрації свинцю у ґрунті від норми внесення мінерального азоту з добривами становить $r = 0,879$. Це вказує на сильний і прямий зв'язок між нормою внесення мінерального азоту з добривами та концентрацією свинцю у ґрунті. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,772$, показує, що 77 % варіювання концентрації свинцю у ґрунті зумовлене нормою внесення мінерального азоту з добривами і цей зв'язок є достовірним.

Залежність концентрації свинцю у ґрунті від норми внесення мінерального азоту з добривами трав описується рівнянням регресії:

$$y = 0,0141 x - 0,535 x, \text{ де:}$$

y – концентрація свинцю у ґрунті, мг/кг; x – норма внесення мінерального азоту з добривами, кг/га.

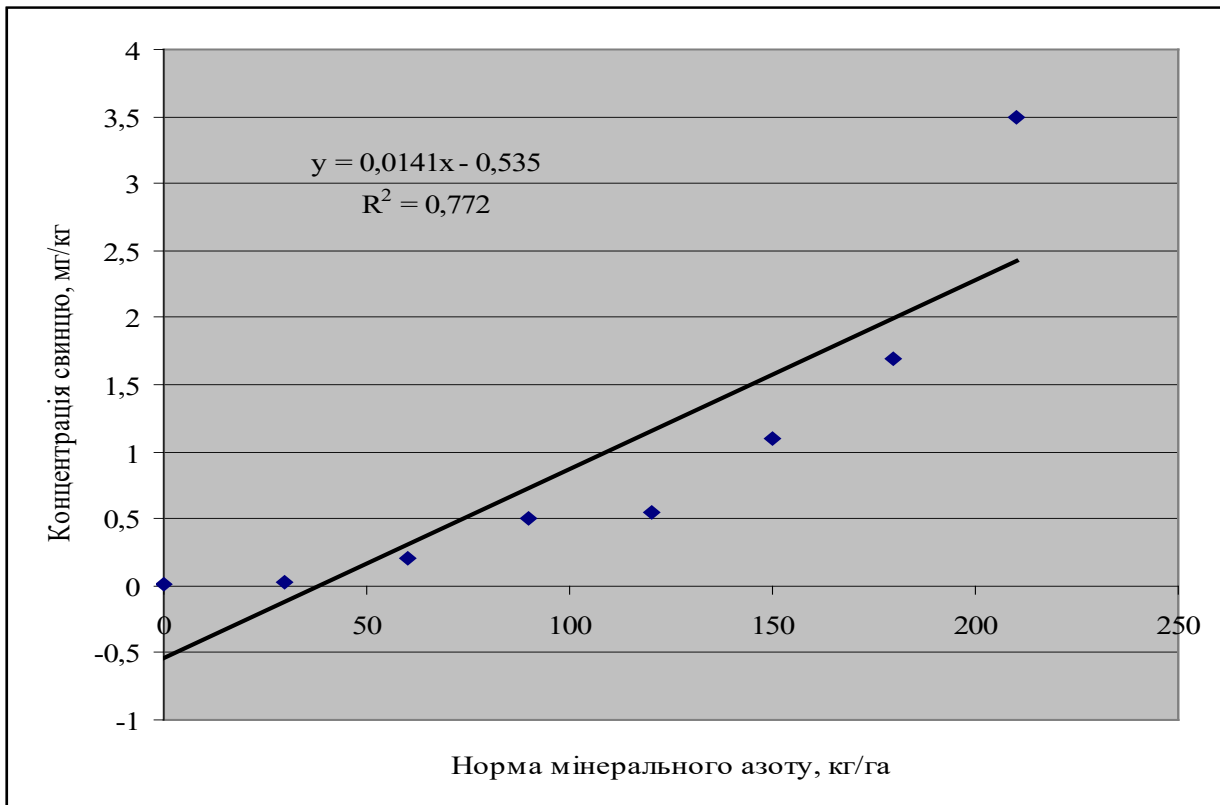


Рис. 58. Кореляційно-регресійна залежність між нормою внесення мінерального азоту з добривами (x) і концентрацією свинцю у ґрунті (y)

Коефіцієнт кореляції зміни концентрації міді у ґрунті від норми внесення мінерального азоту з добривами становить $r = 0,582$. Це вказує на середній і прямий зв'язок між нормою внесення мінерального азоту з добривами та концентрацією міді у ґрунті. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,339$, показує, що 34 % варіювання концентрації міді у ґрунті зумовлене нормою внесення мінерального азоту з добривами і цей зв'язок є достовірним.

Залежність концентрації міді у ґрунті від норми внесення мінерального азоту з добривами трав описується рівнянням регресії:

$$y = 0,0012x + 5,5833x, \text{ де:}$$

y – концентрація міді у ґрунті, мг/кг; x – норма внесення мінерального азоту з добривами, кг/га.

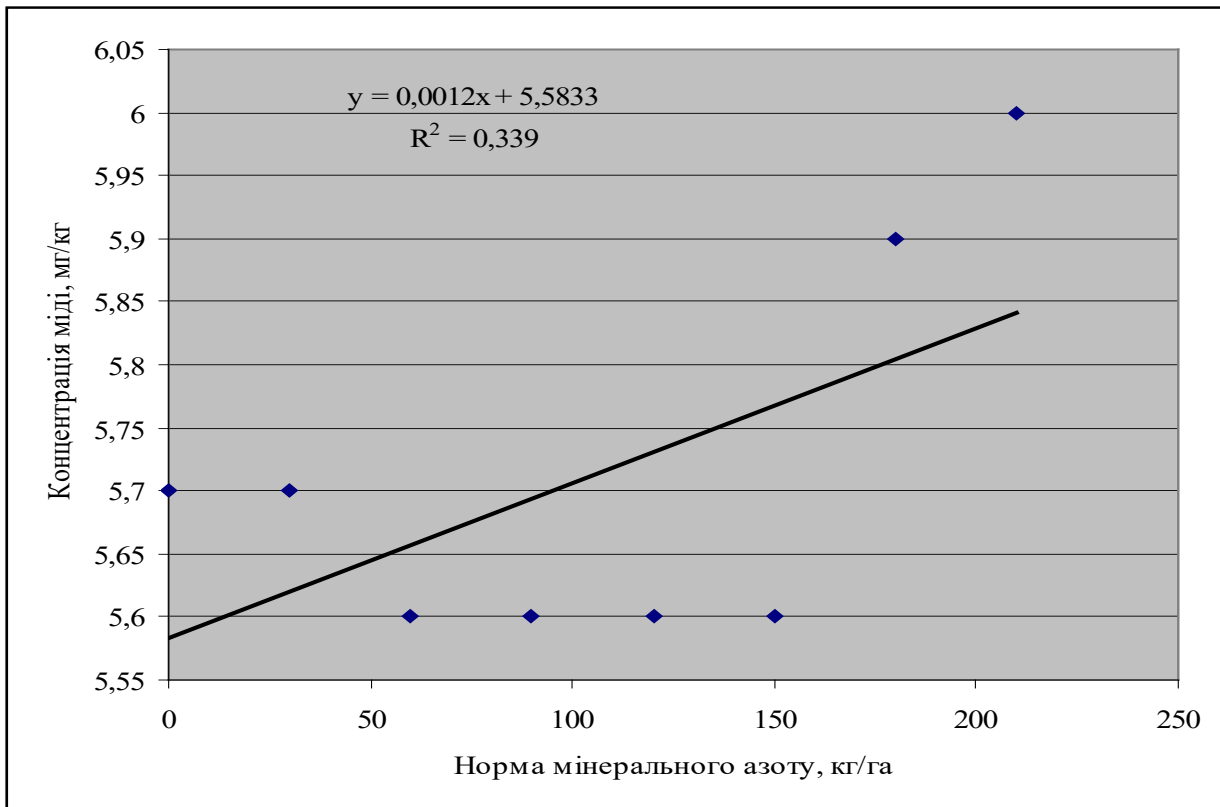


Рис. 59. Кореляційно-регресійна залежність між нормою внесення мінерального азоту з добривами (x) і концентрацією міді у ґрунті (y)

Отже, статистичний аналіз зміни агрофізичних властивостей ґрунту від тривалості вирощування бобових багаторічних трав виявив слабкий і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і коефіцієнтом структурності ґрунту, між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і водостійкістю ґрунту, середній і прямий зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і об'ємною вагою ґрунту, слабкий і зворотній зв'язок між тривалістю вирощування бобових багаторічних трав і коефіцієнтом їх водовитрачання.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ БОБОВИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

4.1. Екологічна та енергетична оцінка вирощування бобових багаторічних трав

Екологічна оцінка використання бобових багаторічних трав для покращення агроекологічного стану ґрунтів та екологічної безпеки зерна озимої пшениці визначається відсотком поліпшення стану ґрунтів та покращення якості зерна, що виначає його екологічну безпеку в порівнянні до часу сівби бобових багаторічних трав або до традиційних попередників озимої пшениці.

Такий екологічний вплив на ґрунти може визначатися підвищенням вмісту гумусу, поживних речовин у ґрунті, зниженням кислотності, нормалізації реакції ґрунтового розчину, зниженням концентрації важких металів у ґрунті, коефіцієнта концентрації важких металів у ґрунті та сумарного показника забрудненості ґрунту важкими металами, підвищенням коефіцієнта структурності ґрунту, водостійкості ґрунтових агрегатів, зниженням коефіцієнта водовитрачання посівами, оптимізації об'ємної ваги ґрунту.

Екологічний вплив бобових багаторічних трав на зерно озимої пшениці може проявлятися підвищенням вмісту білка і клейковини, зниженням концентрації важких металів у зерні, коефіцієнта накопичення важких металів зерном, підвищенням урожайності зерна та загальної біомаси сформованої агроєкосистемою.

Екологічний вплив вирощування бобових багаторічних трав на показники родючості ґрунту проявляється у підвищенні вмісту гумусу на 0,3 – 1,0 %. Найбільше зростання вмісту гумусу забезпечує чотирирічне вирощування еспарцету піщаного, а найменше – люцерни посівної. Також спостерігається зростання на 1,2 – 1,5 % органічної речовини ґрунту через два роки після сівби бобових багаторічних трав, коли вона ще не перетворилась на гумус (табл. 60).

Вид бобових багаторічних трав	Рік вегетації	Показники						Кислотність	
		Гумус	Органічна речовина	Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Гідролітична	pH
Люцерна посівна	2	×	+1,5	-26,3	+38,6	+54,3	+31,6	+28,3	-4,1
	4	+0,3	×	-47,4	-24,6	+60,7	-16,9	+24,5	-1,4
Конюшина лучна	2	×	+1,5	-26,3	+36,3	+50,0	+35,0	+28,3	-4,1
Еспарцет піщаний	2	×	+1,2	-10,5	-31,3	+61,2	+27,8	-48,6	-5,7
	4	+1,0	×	-36,9	-11,8	+30,4	-7,7	+26,4	-2,8
Буркун білий	2	×	+1,5	-26,3	-8,2	+44,8	+38,4	+24,5	-2,8
Лядвенець рогатий	2	×	+1,5	-26,3	+11,6	+62,6	+32,3	+28,3	-4,1
	4	+0,5	×	-47,4	-22,1	+68,3	-10,8	+18,9	0
Козлятник східний	2	×	+1,5	-21,1	+21,7	+62,6	+27,8	+24,5	-2,8
	4	+0,5	×	-47,4	-21,3	+66,1	-13,9	+39,6	-2,8

Також позитивний вплив вирощування бобових багаторічних трав проявляється на підвищенні вмісту у ґрунті обмінного калію. Його зростання у ґрунті становить 44,8 – 62,6 % через два роки та 30,4 – 68,3 % – через чотири роки вегетації трав. Найбільше впливає на зростання цього показника лядвенець рогатий, а найменше – буркун білий і еспарцет піщаний.

За два роки вегетації трав у ґрунті підвищився вміст рухомого фосфору на 11,6 – 38,6 %. Найбільш інтенсивно зростав вміст фосфору у ґрунті, де вирощували люцерну посівну. Але через чотири роки вміст фосфору знизився на 11,8 – 24,6 %.

Дворічне вирощування бобових багаторічних трав сприяло підвищенню вмісту у ґрунті кальцію на 27,8 – 38,4 %. Найбільше накопичував кальцій у ґрунті буркун білий. Проте через чотири роки вегетації трав вміст кальцію у ґрунті зменшився на 7,7 – 16,9 % порівняно з часом до сівби трав. Найбільше зменшився вміст кальцію на люцерні посівній, а найменше – на еспарцеті піщаному.

Спостерігалось зниження вмісту у ґрунті легкогідролізованого азоту на 10,5 – 26,3 % за дворічний термін вирощування трав та на 36,9 – 47,4 % – за чотирирічний термін.

Екологічний вплив бобових багаторічних трав на гідролітичну кислотність ґрунту проявляється у зниженні її величини. Усі трави, крім еспарцету піщаного, знизили гідролітичну кислотність ґрунту на 24,5 – 28,3 % через два роки вегетації та на 18,9 – 39,6 % – через чотири роки вегетації трав. Найпозитивніший вплив на цей процес мав козлятник східний.

Оскільки на час сівби бобових багаторічних трав реакція ґрунтового розчину була доведена до нейтральної, то подальша її зміна мала негативний вплив як у бік зростання, так і у бік зниження. Загалом реакція ґрунтового розчину змінилась на 1,4 – 5,7 %.

Позитивний екологічний вплив бобових багаторічних трав на зниження концентрації важких металів у ґрунті проявився за усі роки вегетації. Зокрема концентрація свинцю за два роки вегетації трав знизилась на 3,4 – 74,6 %, а за чотири роки – на 39,0 – 74,6 %, найбільше – на посіві еспарцету піщаного.

Зниження концентрації кадмію за два роки вегетації трав становило понад 90 %, крім травостоїв буркуну білого та лядвенцю рогатого, де цей показник не змінився. За чотири роки вегетації трав концентрація кадмію у ґрунті зменшилась на 96,7 – 98,3 %.

Концентрація міді у ґрунті за два роки вегетації трав зменшилась до 11,8 %, крім люцерни посівної, де вона не змінилася. Через чотири роки концентрація міді зменшилась на 94,1 – 98,5 %.

Концентрація цинку через два роки знизилась на 27,5 – 69,2 %, а через чотири роки – на 73,6 – 90,1 %. Найбільше зменшилась концентрація цинку на травостої еспарцету піщаного дворічного терміну вирощування та лядвенцю рогатого, козлятнику східного і люцерни посівної чотирирічного терміну вирощування.

Таблиця 61

Ефективність зниження концентрації важких металів у ґрунті, %

Вид бобових багаторічних трав	Рік вегетації трав	Свинець	Кадмій	Мідь	Цинк
-------------------------------	--------------------	---------	--------	------	------

Люцерна посівна	2	+3,4	+91,7	0	0
	4	+39,0	+96,7	+98,5	+87,9
Конюшина лучна	2	+49,2	+95,0	+1,5	+27,5
Еспарцет піщаний	2	+74,6	+96,7	+11,8	+69,2
	4	+74,6	+98,3	+94,1	+73,6
Буркун білий	2	+39,0	0	+5,9	+52,8
Лядвенець рогатий	2	+61,0	+16,7	+3,0	+56,1
	4	+42,4	+98,3	+97,1	+90,1
Козлятник східний	2	0	0	+4,4	+40,7
	4	+55,9	+98,3	+98,5	+87,9

Позитивний екологічний вплив бобових багаторічних трав на структуроутворення ґрунту показав, що в кінці першого року вегетації трав частка агрономічно-цінних агрегатів ґрунту зросла на 6,3 – 13,5 %, найбільше – на конюшині лучній. На кінець другого року вегетації частка агрономічно-цінних агрегатів ґрунту зменшилась на травостоях люцерни посівної, еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого на 0,5 – 10,8 %. На решти посівах частка агрономічно-цінних агрегатів зросла на 0,9 – 8,5 %, найбільше – на конюшині лучній. На четвертий рік вегетації частка агрономічно-цінних агрегатів зросла на усіх посівах на 4,9 – 16,3 %, найбільше – на посіві козлятнику східного. Подібну закономірність мав і коефіцієнт структурності ґрунту, який залежить від частки агрономічно-цінних агрегатів ґрунту.

Вплив вирощування бобових багаторічних трав на зміну водостійкості агрегатів ґрунту через два роки вегетації мав переважно негативний прояв: водостійкість ґрунтових агрегатів збільшилась лише на посіві буркуну білого на 22,4 % та майже не змінилась на посіві лядвенцю рогатого. В той же час на решти травах зменшилась на 14,2 – 31,7 %.

Таблиця 62

Ефективність підвищення частки агрономічно-цінних агрегатів та коефіцієнта структурності ґрунту, %

Вид бобових багаторічних трав	Рік вегетації трав	Частка агрономічно-цінних агрегатів, %	Коефіцієнт структурності
Люцерна посівна	1	+6,7	+34,1
	2	-4,9	-22,6
	4	+4,9	+26,2

Конюшина лучна	1	+13,5	+63,1
	2	+8,5	+42,6
Еспарцет піщаний	1	+7,7	+39,2
	2	-10,8	-38,7
	4	+5,1	+26,2
Буркун білий	1	+9,0	+44,7
	2	+0,9	+3,1
Лядвенець рогатий	1	+6,3	+32,6
	2	-0,5	0
	4	+14,1	+65,2
Козлятник східний	1	+7,1	+36,7
	2	+5,8	+29,6
	4	+16,3	+73,5

Через чотири роки вегетації бобових багаторічних трав водостійкість ґрунтових агрегатів зросла на усіх посівах на 5,1 – 8,9 %, найбільше – на люцерні посівній та еспарцеті піщаному.

Таблиця 63

Ефективність підвищення водостійкості агрегатів ґрунту, %

Вид бобових багаторічних трав	Роки вегетації трав	
	2	4
Люцерна посівна	-31,7	+8,9
Конюшина лучна	-30,2	-
Еспарцет піщаний	-14,2	+8,9
Буркун білий	+22,4	-
Лядвенець рогатий	+0,3	+5,1
Козлятник східний	-17,4	+8,2

Енергетичну оцінку запроваджених технологій необхідно розглядати як складову екологічної оцінки, оскільки екологізація будь-якого виробництва передбачає зменшення витрат енергетичних ресурсів на одиницю виробленої продукції. Збереження енергетичних ресурсів є на сьогодні однією з основних передумов не лише екологічності, але й економічності виробництва.

Метод енергетичної оцінки технологій виробництва ґрунтується на визначенні затрат сукупної енергії на усі технологічні процеси вирощування

культури та порівнянні їх із акумульованою валовою енергією з отриманим урожаєм. Це дозволить розкрити науково-обґрунтовані підходи до удосконалення технологій вирощування культур з метою їх енерго- і ресурсозбереження.

Оскільки технологічними схемами передбачалось спочатку виростити травостій бобових багаторічних трав, а потім на їх місці озиму пшеницю, то необхідно було визначити урожай сухої речовини, сформований травостоями бобових багаторічних трав та затрати на їх вирощування.

У структурі затрат на вирощування бобових багаторічних трав переважають затрати на збирання урожаю, оскільки трави щорічно формували два-три укуси зеленої маси, що потребували використання кормозбиральних комбайнів. Їх частка у загальному обсязі затрат становила 42,0 – 52,0 % (табл. 8.2.2.).

На матеріали припадає 36,5 – 42,7 %, сівбу і насіння – 5,9 – 7,0 % та обробіток ґрунту – 5,5 – 6,5 % усіх затрат. Загалом на вирощування впродовж чотирьох років життя бобових багаторічних трав було затрачено по 22,6 ГДж/га енергії, а на вирощування дворічних трав – 19,3 ГДж/га.

Вихід сухої речовини за усі роки вегетації бобових багаторічних трав становив 15,7 – 34,5 т/га.

Таблиця 64

Структура витрат енергії на вирощування бобових багаторічних трав

Вид бобових багаторічних трав	Статті затрат, МДж/га				Всього затрат, ГДж/га
	Обробіток ґрунту	Матеріали	Сівба і насіння	Збирання урожаю	
Люцерна посівна	1245,8	8236,5	1345,0	11776,5	22,6
Конюшина лучна	1245,8	8236,5	1345,0	8466,8	19,3
Еспарцет піщаний	1245,8	8236,5	1345,0	11776,5	22,6
Буркун білий	1245,8	8236,5	1345,0	8114,5	19,3
Лядвенець рогатий	1245,8	8236,5	1345,0	11776,5	22,6
Козлятник східний	1245,8	8236,5	1345,0	11776,5	22,6

Найбільше сухої речовини за чотири роки вегетації формує еспарцет піщаний, в той час як дворічна культура конюшина лучна дозволяє отримати 15,7 т/га сухої речовини. Вихід валової енергії з урожаю бобових багаторічних трав становить 282,6 – 621,0 ГДж/га (табл. 65).

Таблиця 65

**Енергетична оцінка технологій вирощування бобових багаторічних трав
(сума 2013-2016 рр.)**

Вид бобових багаторічних трав	Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	Вихід сухої речовини, т/га	Вихід валової енергії, ГДж/га	Енергоємність, ГДж/т сухої речовини	Енергетичний коефіцієнт
Люцерна посівна	22,6	29,7	534,6	0,76	23,66
Конюшина лучна	19,3	15,7	282,6	1,23	14,65
Еспарцет піщаний	22,6	34,5	621,0	0,66	27,48
Буркун білий	19,3	19,7	354,6	0,98	18,38
Лядвенець рогатий	22,6	23,0	414,0	0,99	18,32
Козлятник східний	22,6	21,8	392,4	1,04	17,37

Енергоємність сухої речовини бобових багаторічних трав становить 0,66 – 1,23 ГДж/т. Найменшу енергоємність сухої речовини має еспарцет піщаний, а найбільшу – конюшина лучна.

Енергетичний коефіцієнт вирощування бобових багаторічних трав становить 14,65 – 27,48. Найвищий він був у травостою еспарцету піщаного, а найменший – конюшини лучної.

Підсумовуючи результати досліджень з оцінки енергетичної ефективності вирощування бобових багаторічних трав, необхідно відмітити:

- при вирощуванні бобових багаторічних трав найбільші затрати у структурі припадають на збирання її зеленої маси – 42,0 – 52,0 %;

- найбільш енергетично вигідним при вирощування бобових багаторічних трав є культивування еспарцету піщаного, який забезпечує найвищий енергетичний коефіцієнт.

ВИСНОВКИ

На основі проведення комплексних теоретичних та експериментальних досліджень з вивчення екологічних проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтів сільськогосподарських угідь в зоні інтенсивного землеробства за високого рівня хімізації в рослинництві, оптимізована необхідність введення в сівозміну бобових багаторічних трав, за вирощування яких спостерігається мінімальний екологічний ризик для ґрунтів.

1. За дворічного вирощування бобових багаторічних трав у ґрунті виявлено підвищенню вмісту органічної речовини на 1,2 – 1,5 %, фосфору рухомого – у 1,1 – 1,6 рази, калію обмінного – у 1,8 – 2,7 рази, кальцію – у 1,4 – 1,7 рази, зниження гідролітичної кислотності на 26,4 % і підвищення реакції

грунтового розчину $pH_{\text{сол.}}$ на 0,3 – 0,7 одиниць. Найвища ефективність підвищення вмісту фосфору рухомого спостерігалась за вирощування люцерни посівної, калію обмінного – лядвенцю рогатого і козлятнику східного, кальцію – конюшини лучної, реакції ґрунтового розчину і зниження гідролітичної кислотності – люцерни посівної, конюшини лучної і лядвенцю рогатого.

2. За чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав у ґрунті виявлено підвищення вмісту гумусу на 0,3 – 1,0 %, калію обмінного – на 30,4 – 68,3 %, реакції ґрунтового розчину pH – на 1,4 – 2,8 %. Найвища ефективність підвищення вмісту гумусу спостерігалась за вирощування еспарцету піщаного, калію обмінного – лядвенцю рогатого, реакції ґрунтового розчину pH – еспарцету піщаного і козлятнику східного.

3. За дворічного вирощування бобових багаторічних трав коефіцієнт структурності ґрунту склав 1,9 – 5,4. Найвища ефективність зростання коефіцієнта структурності ґрунту спостерігалась за вирощування конюшини лучної, а найменша – еспарцету піщаного. За чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав найвищий коефіцієнт структурності ґрунту спостерігався за вирощування козлятнику східного – 11,7, а найменший – люцерни посівної і еспарцету піщаного – 4,2.

Водостійкість агрегатів ґрунту за дворічного вирощування бобових багаторічних трав становила 48,0 – 95,3 %. Найбільша частка водостійких агрегатів ґрунту виявлена за вирощування буркуну білого і лядвенцю рогатого, а найнижча – люцерни посівної. За чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав водостійкість агрегатів ґрунту склала 77,2 – 93,5 %. Найбільша частка водостійких агрегатів ґрунту виявлена за вирощування лядвенцю рогатого, а найменша – люцерни посівної.

4. За дворічного вирощування бобових багаторічних трав об'ємна вага ґрунту становила 0,80 – 1,13 г/см³. Найменша об'ємна вага ґрунту спостерігалась за вирощування люцерни посівної, а найбільша – буркуну білого. За чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав об'ємна вага ґрунту становила 1,14 – 1,18 г/см³ та залишалась сприятливою для росту і розвитку

рослин. Найменша об'ємна вага ґрунту спостерігалась за вирощування люцерни посівної, а найбільша – еспарцету піщаного.

5. За дворічного вирощування бобових багаторічних трав вологість ґрунту склала 11,67 – 17,00 %. Найвища вологість ґрунту спостерігалась за вирощування буркуну білого, а найменша – еспарцету піщаного. Сумарна витрата води посівами становила 4611,2 – 4723,6 т/га. Найбільше витрачено води посівами лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного, а найменше – конюшини лучної. Найменший коефіцієнт водовитрачання – 429,2 виявлений на травостой буркуну білого і еспарцету піщаного, а найвищий – 696,7 на травостой лядвенцю рогатого.

6. За чотирирічного вирощування бобових багаторічних трав вологість ґрунту становила 22,60 – 25,07 %. Найвища вологість ґрунту виявлена за вирощування еспарцету піщаного, а найменша – люцерни посівної. Витрата вологи посівами трав склала 3226,7 – 3279,0 т/га. Найбільше витрачено води посівами лядвенцю рогатого, а найменше – козлятнику східного. Найменший коефіцієнт водовитрачання – 489,3 виявлений на посіві еспарцету піщаного, а найбільший – 1130,7 лядвенцю рогатого.

7. Травостій люцерни посівної мав найвищу польову схожість насіння – 58,9 %, але найбільшу зрідженість травостою впродовж другого-четвертого років вегетації. Травостій еспарцету піщаного мав найбільші середньодобові прирости висоти рослин в першому укосі першого року – 1,6 см/добу, прирости зеленої маси першого року – 483,9 кг/га, найбільший збір сухої речовини за чотири роки вегетації – 34,5 т/га. Травостій лядвенцю рогатого мав найбільшу густоту рослин першого-третього років вегетації, але найменшу висоту рослин в першому укосі – 48 см,

8. Травостій буркуну білого мав найбільшу висоту рослин в першому укосі – 174 см, найбільші середньодобові прирости висоти – 1,6 см/добу, прирости зеленої маси першого року – 483,8 кг/га, найбільшу урожайність зеленої маси – 56,9 т/га. Травостій козлятнику східного мав найменшу зрідженість травостою другого-четвертого років вегетації, найменші середньодобові прирости зеленої

маси першого року вегетації – 92,9 кг/га, найменшу урожайність зеленої маси – 36,5 т/га, найменший збір сухої речовини за усі роки вегетації – 21,8 т/га.

9. Найбільшу глибину поширення коренів у перший та другий рік життя трав мають люцерна посівна і буркун білий, відповідно 83 см і 260 см, а третього і четвертого років – люцерна посівна – 432 і 813 см. Найменшу глибину поширення коренів у ґрунт впродовж усіх років вегетації має лядвенець рогатий, відповідно 44, 87, 101, 129 см.

10. Найбільший радіус поширення коренів у горизонтальній площині впродовж першого, третього і четвертого років вегетації має люцерна посівна, відповідно 25, 28 і 42 см, а другого року – буркун білий – 30 см. Найменший радіус поширення коренів першого і другого років вегетації мала конюшина лучна – 9 і 20 см, а третього і четвертого років – лядвенець рогатий – 22 і 24 см.

11. Найбільшу глибину поширення основної маси коренів впродовж першого року мав козлятник східний – 28 см, а впродовж наступних трьох років – еспарцет піщаний – 35, 39 і 47 см. Найменшу глибину поширення основної маси коренів першого року мала люцерна посівна – 15 см, другого – конюшина лучна і лядвенець рогатий – 24 см, третього і четвертого – лядвенець рогатий – 27 і 29 см.

12. Найбільшу площу поверхні коренів бобових багаторічних трав впродовж першого, другого та третього років вегетації мали рослини еспарцету піщаного – відповідно 200,0, 443,0 та 391,3 дм²/рослину, а четвертого року – люцерни посівної – 968 дм²/рослину. Найменшу площу поверхні коренів впродовж усіх років вегетації мали рослини лядвенцю рогатого, відповідно 40,0, 98,0, 160,0 та 240,0 дм²/рослину.

13. Сумарна довжина коренів першого і другого років вегетації найбільша у рослин еспарцету піщаного – 2500,0 та 3407,7 дм/рослину, третього і четвертого років – у люцерни посівної – 2888,6 та 5694,1 дм/рослину. Найменша сумарна довжина коренів першого і другого років була у лядвенцю рогатого – 666,7 та 1633,3 дм/рослину, а третього і четвертого років – у козлятнику східного – 1190,0 та 807,1 дм/рослину.

14. Найбільшу вагу коренів впродовж першого і другого років мали рослини козлятнику східного – 27,70 та 113,52 г/рослину, а третього і четвертого років – люцерни посівної – 196,61 та 624,35 г/рослину. Найменшу вагу коренів впродовж усіх років мав лядвенець рогатий – 4,50, 11,27, 22,45 та 33,81 г/рослину.

15. Найбільший об'єм коренів на площі 1 га впродовж першого року життя мав буркун білий – $42,125 \times 10^5$ дм³/га, другого і третього року – еспарцет піщаний – $76,196 \times 10^5$ та $28,514 \times 10^5$ дм³/га, а четвертого – козлятник східний – $30,849 \times 10^5$ дм³/га. Найменший об'єм коренів на площі 1 га впродовж усіх років вегетації мав лядвенець рогатий – $9,360 \times 10^5$, $13,573 \times 10^5$, $14,500 \times 10^5$, $11,781 \times 10^5$ дм³/га.

16. Найбільшу вагу кореневих систем впродовж усіх років вегетації мав козлятник східний – 80330, 322397, 174597, 200519 кг/га, а найменшу – лядвенець рогатий – 21060, 31220, 32553 та 26034 кг/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мартинюк М. Деградація ґрунтів є серйозною проблемою для України URL: <https://superagronom.com/news/2870-degradatsiya-gruntiv-ye-seryoznoyu> (дата звернення 15.09.2018).
2. Патика В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
3. Фурдичко О.І., Макаренко Н.А., Палапа Н.В. Екологічний стан сільських селітебних територій України. *Вісник аграрної науки*. К., 2009. № 8. С. 5–9.
4. Фурдичко О.І. Агроекологія: монографія. К.: ДІА, 2014. 400 с.
5. Словник-довідник з агроекології і природокористування. За наук. ред. О.І. Фурдичка. К.: ДІА, 2012. 336 с.
6. Агроекологія: термінологічний та довідковий матеріал: навч. посіб. / В.І. Жарінов, С.В. Довгань. К.: Аграрна освіта, 2009. 328 с.
7. Тлумачний словник української мови. URL: <https://eslovnyk.com/%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1> (дата звернення 13.04.2017).

8. Гоменюк В.О. Практичний посібник з використання комплексних добрив: наукове видання. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 104 с.
9. Назаренко І.І., Пальчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. 400 с.
10. Балаєв А.Д., Ковальчук О.П., Дорошкевич Н.Ф. Зміна вмісту та запасів гумусу в сірому лісовому ґрунті за застосування різних сидеральних культур як зеленого добрива. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 70. С. 106–110.
11. Петриченко В.Ф. Актуальні проблеми кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2010. № 10. С. 18–21.
12. Peeters A. Challenges for grasslands, grass land based systems and their production potential in Europe. *Biodiversity and Animal Feed*. Proceeding of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Upsala, Sweden 9–12 June, 2008. P. 9–24.

13. Глазко В.И., Глазко Т.Т. Современные направления «устойчивой» интенсификации сельского хозяйства. *Известия ТСХА*. Москва, 2010. Вып. 3. С. 101–114.
14. Петриченко В.Ф. Теоретичні основи інтенсифікації кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2007. № 10. С. 19–22.
15. Собко М.Г., Собко Н.А., Собко О.М. Роль багаторічних бобових трав у підвищенні родючості ґрунту. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 74. С. 53–57.
16. Кірілеско О.Л. Вплив насичення ланок кормових сівозмін багаторічними травами і проміжними культурами на баланс гумусу в ґрунті. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 151–157.
17. Дронова Т.Н., Зинченко В.М. Возделывание клевера лугового на орошаемых землях Волгоградского Заволжья. *Кормопроизводство*. Москва, 2004. № 12. С. 17–21.
18. Забарна Т.А. Формування листостеблової та кореневої маси конюшини лучної другого року життя в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2009. Вип. 64. С. 148–155.
19. Петриченко В.Ф., Забарна Т.А. Агробіологічне обґрунтування вирощування конюшини лучної в умовах лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. Вип. 72. С. 3–8.
20. Квітко Г.П., Ткачук О.П., Гетман Н.Я. Багаторічні бобові трави – основа природної інтенсифікації кормовиробництва та поліпшення родючості ґрунту в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 113 – 117.
21. Гетман Н.Я., Циганський В.І., Коваленко В.П. Люцерна посівна в польовому кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 118–122.
22. Вплив мінеральних добрив та способу вирощування на азотфіксуючу здатність конюшини лучної в умовах Лісостепу Правобережного / Т.А. Забарна та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 75. С. 35–38.

23. Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічне обґрунтування ресурсощадних технологій вирощування фітоценозів багаторічних та однорічних кормових культур у польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2013. № 9. С. 44–47.
24. Самохвал Т.П. Кормова продуктивність та агроекологічна цінність козлятнику східного в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2013. № 9. С. 114–117.
25. Макаренко П.С. Лучне і польове кормовиробництво. – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 548 с.
26. Кургак В.Г. Лучні агрофітоценози. К.: ДІА, 2010. 374 с.
27. Кургак В.Г. Способи підвищення ефективності використання багаторічних бобових трав у луківництві. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2006. Вип. 58. С. 20–28.
28. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П., Царенко М.К. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 240 с.
29. Природосохраняющие свойства многолетних кормовых трав / В.М. Косолапов и др. // *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 266–273.
30. Цуркан Н.В. Стан і тенденції розвитку виробництва багаторічних трав у південному Степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 74. С. 48–52.
31. Абашев В.Д., Козлова Л.М. Клевер луговой в севооборотах на дерново-подзолистых почвах Кировской области. *Земледелие*. Москва, 2009. № 3. С. 36–37.
32. Бобові трави для сіяних лучних травостоїв / Г. Квітко та ін. *Тваринництво України*. Київ, 1995. № 10. С. 27–29.
33. Забарна Т.А. Симбіотична продуктивність конюшини лучної залежно від факторів інтенсифікації в польовому кормо виробництві. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 70. С. 65–70.

34. Мойсієнко В.В., Кривіч Н.Я., Стоцька С.В. Урожайність конюшини лучної залежно від деяких агротехнічних прийомів вирощування. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2007. Вип. 59. С. 66–71.
35. Савчук О.І., Бовсуновський А.М., Власенко О.О. Ефективність вирощування люцерни залежно від рівня удобрення на різних типах ґрунтів. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 61. С. 55–60.
36. Квітко Г.П., Мазур В.А., Корнійчук О.В. Біоенергетична оцінка технологій вирощування буркуну білого на корм в умовах лісостепу правобережного України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 133–139.
37. Антипова Л.К. Люцерна – універсальна рослина для агроценозів. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 143–149.
38. Еколого-економічна оцінка застосування добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур: методичні рекомендації для студентів / І.Д. Філіп'єв та ін. Херсон, 2001. 23 с.
39. Савенко В.С. Роль козлятнику східного в підвищенні родючості ґрунту. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2005. Вип. 55. С. 79–83.
40. Шайтанов О. Л., Хуснуллин М.И., Шурхно Р.А.. Многолетние клевера эффективно очищают почву от грибной инфекции. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 2. С. 16–19.
41. Шрамко Н.В., Мельцаев И.Г., Вихорева Г.В. Бобовые травы – основа кормопроизводства и повышения плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 3. С. 2–4.
42. Кутузов Г.П. Роль козлятника восточного в кормопроизводстве и сохранении пашни от деградации. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. №. 9. С. 9–11.
43. Гаитов Т.А. Продуктивность бобово-злаковых травостоев и их влияние на агрофизические свойства почвы в степном предуралье Башкортостана. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 3. С. 9–11.

44. Влияние агроландшафтных условий на формирование продуктивности козлятника восточного. / Н.Г. Тюлин и др. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 10. С. 14–17.
45. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Дегтярёв В.П. Роль многолетних агроценозов в сохранении плодородия почв. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 10. С. 31–32.
46. Потапов А.А. Симбиотическая активность и урожайность клевера лугового в условиях среднетаёжной подзоны республики Коми. *Кормопроизводство*. Москва, 2010. № 6. С. 31–33.
47. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния России. / Ю.К. Новосёлов и др. *Кормопроизводство*. Москва, 2010. № 7. С. 19–22.
48. Эседуллаев С.Т., Шмелёва Н.В. Различные способы формирования травостоев козлятника восточного в Верхневолжье. *Кормопроизводство*. Москва, 2010. № 10. С. 11–13.
49. Шатских И.М., Степанова Г.В., Ледовская К.П. Накопление биологического азота и урожайность люцерны изменчивой на чернозёме обыкновенном и дерново-подзолистых почвах. *Кормопроизводство*, 2010. № 11. С. 25–28.
50. Титов В.Н., Мамонов А.Н. Роль донника и фацелии в экологизации земледелия засушливых левобережных районов Саратовской области. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 1. С. 16–19.
51. Гребенников В.Г., Шипилов И.А., Куц Е.Д. Многолетние травы как фактор сохранения и повышения плодородия каштановых почв. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 2. С. 16–17.
52. Schmidtke K., Rauber R. Gefardet der Leduminosenanbau im ökologischen Landbau die Grundwassergualitat? *Bio-Land*, 1990. № 5. S. 15–18.
53. Царенко В.П., Спиридонов А.М. Агроэкологическое значение многолетних бобовых трав при сенокосном использовании в условиях Северо-Запада России. *Кормопроизводство*. Москва, 2001. № 4. С. 12–14.

54. Титов В.Н., Бочкарёва Ю.В. Эффективность комплексного подхода к использованию донника и фацелии в Саратовской области. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 5. С. 6–8.
55. Аленин П.Г. Лядвенец рогатый и черноголовник многобрачный – перспективные кормовые культуры. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 5. С. 21–23.
56. Коробицын С.Л., Платонов А.А. Влияние различной насыщенности севооборотов клевером луговым и его использования на продуктивность культур и плодородие почвы. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 7. С. 11–12.
57. Тищенко Е.Д. Проявление хозяйственно-ценных признаков у люцерны под влиянием инокуляции. *Кормопроизводство*. Москва, 2012. № 1. С. 31–33.
58. Эседуллаев С.Т., Шмелёва Н.В. Эффективность козлятника восточного, как предшественника зерновых и технических культур и его влияние на плодородие почвы. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 5. С. 9–10.
59. Емельянов А.Н. Экологические принципы в кормопроизводстве, как основа повышения эффективности земледелия Дальнего Востока. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 2. С. 3–5.
60. Чурбанов С.А., Ниматулаев Н.М., Алиев К.И. О технологии возделывания клевера лугового на орошаемых землях Дагестана. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 1. С. 32–33.
61. Иванова Е.П. Динамика структурного состава почвы под люцерной в многолетнем цикле. *Земледелие*. Москва, 2012. № 1. С. 18–19.
62. Эседуллаев С.Т., Шмелева Н.В. Козлятник восточный в агроландшафтах Верхневолжья. *Земледелие*. Москва, 2012. № 7. С. 25–26.
63. Спиридонов А.М. Влияние луговых бобовых трав на плодородие почвы. *Земледелие*. Москва, 2011. № 7. С. 19–20.
64. Платунов А.А., Коробицын С.Л., Шабалина Е.В. Влияние многолетних трав первого и второго года жизни на структурное состояние почвы. *Земледелие*. Москва, 2011. № 8. С. 16–18.

65. Новиков М.Н., Фролова Л.Д. Многолетние травы как средообразующие культуры в Нечернозёмье. *Земледелие*. Москва, 2010. № 7. С. 16–17.
66. Козырев А.Х., Фарниев А.Т. Люцерна как предшественник в Центральной части Северного Кавказа. *Земледелие*. Москва, 2010. № 7. С. 24.
67. Роль многолетних бобовых трав и сидеральных паров в земледелии Марий Эл. / В.В. Глушков и др. *Земледелие*. Москва, 2009. № 3. С. 12–15.
68. Роль люцерни посівної в інтенсифікації кормовиробництва / О.В. Корнійчук та ін. *Посібник українського хлібороба: науково-практичний збірник*, 2013. Том 2. С. 222–225.
69. Сніговий В., Яворський С., Севідов О. Багаторічні трави – фактор біологізації землеробства. *Пропозиція* URL: <https://propozitsiya.com/ua/bagatorichni-travi-faktor-biologizaciyi-zemlerobstva> (дата звернення 20.08.2018).
70. Патица В.П., Петриченко В.Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 3–11.
71. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум: навчальний посібник. К.: Лібра, 2004. 368 с.
72. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології / М.Я. Бомба та ін. К.: Урожай, 2003. 400 с.
73. Агроекологія / В.А. Черников. М.: Колос, 2000. 536 с.
74. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / М.К. Шикула. К.: Оранта, 1998. 680 с.
75. Протопіш І.Г., Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Багаторічні бобові трави – безальтернативний попередник пшениці озимої в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 72. С. 34–39.
76. Шевченко А.И. Озимые зерновые: технологические перспективы. *Агровісник України*. Київ, 2008. № 8. С. 28–32.
77. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. *Агроном*. Київ, 2006. № 3. С. 12–15.
78. Сайко В.Ф., Свидинюк І.М., Кононюк Л.М. Технологія вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в Лісостепу та Поліссі України. *Посібник*

українського хлібороба: науково-виробничий щорічник. – К.: Welcome, 2009. С. 45–48.

79. Куценко О.М., Ляшенко В.В., Калантай О.О. Вплив попередників на продуктивність посівів озимої пшениці в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* Полтава, 2008. №4. С. 50–53.

80. Цвей Я. Як поводить ся пшениця у сівозміні. *Пропозиція.* Київ. URL: <http://propozitsiya.com/ua/yak-povodytsya-pshenytsya-u-sivozmini> (дата звернення 12.10.2015).

81. Вплив мінеральних добрив та способу вирощування на азотфіксуючу здатність конюшини лучної в умовах Лісостепу Правобережного / Т.А. Забарна та ін. *Корми і кормовиробництво.* Вінниця, 2013. Вип. 75. С. 35–38.

82. Забарна Т.А. Вплив гідротермічних умов на кормову продуктивність конюшини лучної в умовах Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету.* Вінниця, 2012. Вип. 10. С. 85–90.

83. Вплив попередників на урожайність пшениці озимої в сівозмінах степу / Л.М. Десятник та ін. URL: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf6/18.pdf> (дата звернення 10.07.2014).

84. Вплив елементів системи землеробства на біологічну активність та урожайність озимої пшениці в південно-східній частині Степу України / Є.М. Лебідь та ін. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* Дніпро, 2010. № 38. С. 142–146.

85. Десятник Л.М., Коцюбан Д.А. Залежність урожайності та вологозабезпеченості посівів пшениці озимої від попередників та системи удобрення в сівозмінах південно-східної частини степу. URL: <http://confer. uiesr.sops.gov.ua/dnopr2016/paper/view/6598/1821> (дата звернення 22.03.2015).

86. Маткевич В.Т., Резніченко В.П., Міценко Н.П. Продуктивність еспарцету першого року сівби в залежності від технологічних прийомів його вирощування. *Корми і кормовиробництво.* Вінниця, 2013. Вип. 75. С. 172–175.

87. Роль люцерни посівної в інтенсифікації кормовиробництва / О.В. Корнійчук та ін. *Посібник українського хлібороба: науково-практичний збірник*, 2013. Том 2. С. 222–225.

88. Забарний О.С. Біоенергетична ефективність технологій вирощування люцерни посівної на зелений корм. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 70. С. 60–64.

89. Протопіш І.Г., Квітко Г.П., Поліщук І.С. Продуктивність і якість зерна пшениці озимої залежно від попередників, строків сівби та сортової належності в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2012. Вип. 10. С. 30–37.

90. Квітко Г.П., Протопіш І.Г. Формування структури врожаю та якості пшениці озимої залежно від строків сівби і попередників в Лісостепу Правобережному. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2013. Вип. 4. С. 24–35.

91. Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічне обґрунтування ресурсощадних технологій вирощування фітоценозів багаторічних та однорічних кормових культур у польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2013. № 9. С. 44–47.

92. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2011. 432 с.

93. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П., Царенко М.К. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 240 с.

94. Петриченко В.Ф. Обґрунтування технологій вирощування кормових культур та енергозбереження в польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2003. Спецвипуск. С. 6–10.

95. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічні підходи до інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 3–13.

96. Эседуллаев С.Т., Шмелёва Н.В. Эффективность козлятника восточного, как предшественника зерновых и технических культур и его влияние на плодородие почвы. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 5. С. 9–10.
97. Лисина А.Ю., Цветков Д.П., Морозов А.И. Клевер луговой как сидеральная культура на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона. *Земледелие*. Москва, 2012. № 8. С. 17–18.
98. Сидеральный клеверный пар и урожайность зерновых культур / А.Ю. Лисина и др. *Земледелие*. Москва, 2010. № 5. С. 39.
99. Новиков М.Н., Фролова Л.Д. Многолетние травы как средообразующие культуры в Нечернозёмье. *Земледелие*. Москва, 2010. № 7. С. 16–17.
100. Савин А.П. Донник белый в зерновом севообороте. *Земледелие*. Москва, 2009. № 5. С. 7–9.
101. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунтів в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2007. № 6. С. 5–9.
102. Антипова Л.К. Люцерна – універсальна рослина для агроценозів. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 139–143.
103. Шевніков М.Я. Бобові культури – фактор стійкості та біологізації землеробства в сучасних умовах. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 84–89.
104. Косолапов В.М. Перспективы развития кормопроизводства России. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 8. С. 2–10.
105. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 3–10.
106. Благовещенский Г.В. Кормопроизводство Нечёрноземной зоны в изменяющемся климате. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 10. С. 6–8.
107. Квасніцька Л.С. Продуктивність та енергетична оцінка кормової сівозміни залежно від насичення бобовими багаторічними травами. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 77. С. 202–208.

108. Чипляка С.П. Створення нових сортів еспарцету шляхом міжвидової гібридизації. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2003. Вип. 50. С. 38–39.
109. Брунь І.М. Вплив погодних факторів на ріст, розвиток і формування урожаю листостеблової маси еспарцету піщаного в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2007. Вип. 59. С. 71–76.
110. Петриченко В.Ф. Обґрунтування технологій вирощування кормових культур та енергозабезпечення в польовому кормо виробництві. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2003. Спецвипуск. С. 15–19.
111. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П. Польове травосіяння в системі конвеєрного виробництва кормів в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2004. № 3. С. 30–32.
112. Дегунова Н.Б., Клокова В.В. Организация зелёных конвейеров в условиях Новгородской области. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 8. С. 23–25.
113. Формирование адаптивных агроценозов многолетних бобовых трав / А.У. Павлюченко и др. *Земледелие*. Москва, 2012. № 4. С. 12–14.
114. Стан і перспективи розвитку кормовиробництва в північному Степу України / В.Т. Маткевич та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2003. Вип. 50. С. 10–15.
115. Біоенергетична ефективність вирощування багаторічних бобових трав / В.Т. Маткевич та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2006. Вип. 57. С. 95–98.
116. Резніченко В.П., Маткевич В.Т. Продуктивність і якість козлятнику східного залежно від мінеральних добрив в північному Степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2006. Вип. 56. С. 50–54.
117. Чепур С.С. Продуктивність люцерни посівної, лядвенцю рогатого та конюшини лучної в одновидових посівах і в сумішках з тимофіївкою лучною при вирощуванні їх на буроземах Карпат. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2006. Вип. 58. С. 56–60.

118. Ніколайчук В.І. Лядвенець (*lotus corniculatus*): біологія, генетика, екологія. Ужгород, 2002. 208 с.
119. Мельничук А.О., Савчук О.І., Власенко О.О. Продуктивність лядвенцю рогатого в чистих посівах і в травосумішках на осушуваному дерново-глеєвому ґрунті Полісся. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2009. Вип. 64. С. 156–162.
120. Бабич А.О., Макаренко П.С., Михайлов К.С. Створення кормових угідь на схилі землях. К.: Урожай, 1991. 200 с.
121. Базилинская М.В. Использование биологического азота в земледелии. М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. 56 с.
122. Ніколайчук В.І. Лядвенець – високобілкова кормова рослина Закарпаття. Ужгород: Закарпаття, 1997. 129 с.
123. Використання лядвенцю рогатого для залуження схилі земель, підвищення продуктивності старосіяних травостоїв та природних гірсько-лучних сіножатей в Прикарпатському регіоні / А.О. Бабич та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 89–94.
124. Ковтун К.П., Векленко Ю.А. Продуктивність та якість корму з лядвенцю рогатого залежно від удобрення та інокуляції. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2007. Вип. 59. С. 77–81.
125. Настенко В.Ф., Микитенко А.П. Насінництво кормових культур. К.: Урожай, 1980. 64 с.
126. Мухина Н.А., Станкевич А.К. Культурная флора. Многолетние бобовые травы (клевер, лядвенец). М.: Колос, 1993. том XI. 336 с.
127. Українська сільськогосподарська енциклопедія. Київ, 1971. Том 2. С. 271.
128. Каджюлис Л. Дополнение смеси раннеспелого клевера и злаковых трав второй бобовой травой на среднетяжелых некислых почвах. Информ. бюл. Лит. НИИЗ, 1960. № 4. 162 с.
129. Рибалко Я. Характеристика нових сортів кормових культур. (Козлятник східний сорт Салют). *Пропозиція*. Київ, 2002. № 4. С. 52–53.

130. Коротич А. З козлятником – до Піднебесної. *Пропозиція*. Київ, 2001. № 7 (76). С. 26–27.
131. Ефективність вирощування галеги східної залежно від способів обробітку ґрунту та удобрення / О.В. Вишневська та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2007. Вип. 59. С. 96–102.
132. Артемов И.В., Первушин В.М., Белоножкина Т.Г. Козлятник восточный в Цетрально-Черноземной зоне. *Кормопроизводство*. Москва, 1994. № 4. С. 7–12.
133. Воробей В.С., Ковалевська Т.М. Формування та функціонування симбіотичної системи козлятник східний – RHIZOBIUM GALEGAE протягом першого та другого років вирощування. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 26–34.
134. Савенко В.С. Козлятник східний. Тернопіль: Економічна думка, 2000. 292 с.
135. Сарнацький П.Л., Видрін Ю.В., Чумаченько І.П. Нові і малопоширені кормові культури. К.: Урожай, 1985. 72 с.
136. Векленко Ю.А. Режимы використання та урожайність різних нових укісно-пасовищних травостоїв. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2003. Вип. 50. С. 44–49.
137. Маткевич В.Т., Савранчук В.В. Шляхи підвищення продуктивності і поліпшення якості козлятнику східного в умовах північного степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2007. Вип. 59. С. 90–95.
138. Перспективы выращивания козлятника восточного в Карелии / С.Н. Дроздов и др. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 3. С. 12–14.
139. Шайтанов О.Л., Шурхно Р.А. Влияние сортов клевера лугового на плодородие серых лесных почв. *Кормопроизводство*. Москва, 2004. № 3. С. 19–20.
140. Грислис С.В. Клевер луговой в современных агрофитоценозах. *Кормопроизводство*. Москва, 2000. № 1. С. 16–17.

141. Гаитов Т.А. Многолетние травы как фактор повышения эффективности землепользования. *Кормопроизводство*. Москва, 2001. № 8. С. 16–18.

142. Показники органогенезу і продуктивність люцерни посівної залежно від строку сівби та покривної культури / Г.І. Демидась та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 183–188.

143. Сагирова Р.А., Сагиров Р.А. Интродукция галеги восточной в разных почвенно-климатических зонах Восточной Сибири. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 11. С. 17–20.

144. Гаитов Т.А. Продуктивность бобово-злаковых травостоев и их влияние на агрофизические свойства почвы в степном предуралье Башкортостана. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 3. С. 9–11.

145. Чернявских В.И. Продуктивность бобовых трав и их травосмесей со злаками на черноземе карбонатном эродированном в условиях Юго-запада Центрально-черноземной зоны России. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 9. С. 16–19.

146. Капустин Н.И. Проблемы и перспективы возделывания люцерны в Северной части Нечерноземной зоны России. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 9. С. 20–21.

147. Влияние агроландшафтных условий на формирование продуктивности козлятника восточного / Н.Г. Ковалёв и др. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 10. С. 14–17.

148. Осипова В.В. Формирование корневой системы люцерны в условиях Якутии. *Кормопроизводство*. Москва, 2009. № 12. С. 25–27.

149. Фигурин В.А., Кислицына А.П., Сунцова Н.П. Создание продуктивных травостоев с новыми сортами клевера лугового и лядвенцем рогатым. *Кормопроизводство*. Москва, 2010. № 2. С. 27–30.

150. Капустин Н.И., Демидова Л.И. Многолетние бобовые травы: сравнительная оценка продуктивности в условиях Северо-западной зоны. *Кормопроизводство*. Москва, 2010. № 5. С. 26–29.

151. Новиков М.Н., Тужилин В.М. Донник как высокопродуктивная кормовая культура в Нечернозёмной зоне. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 6. С. 19–20.
152. Козлятник восточный – ценная кормовая культура в орошаемом земледелии Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова и др. *Кормопроизводство*. Москва, 2013. № 5. С. 11–13.
153. Утеуш Ю.А., Лобас М.Г. Кормові ресурси флори України. К.: Наукова думка, 1996. 222 с.
154. Адаптивні енергоощадні технології вирощування багаторічних бобових трав на корм в умовах Лісостепу Правобережного / Г.П. Квітко та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 78–82.
155. Фигурин В.А. Кислицина А.П., Вяткина А.А. Создание продуктивных агрофитоценозов на основе козлятника восточного и лядвенца рогатого. *Кормопроизводство*. Москва, 2008. № 4. С. 11–15.
156. Лазарев Н.Н. Ускоренное создание травостоев люцерны изменчивой и козлятника восточного. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 5. С. 10–12.
157. Исаков А.Н., Лукашов В.Н. Внедрение энергосберегающих технологий – основа совершенствования кормопроизводства Калужской области. *Кормопроизводство*. Москва, 2001. № 6. С. 3–5.
158. Еряшев А.П. Влияние элементов технологии на продуктивность козлятника восточного. *Кормопроизводство*. Москва, 2011. № 6. С. 14–18.
159. Адамень Ф., Кудінов С. Удосконалення технології вирощування люцерни в умовах зрошення Криму. *Тваринництво України*. Київ, 2013. № 9. С. 14–17.
160. Егорова Г.С., Петрунина Л.В. Пути повышения продуктивности многолетних бобовых трав в Нижнем Поволжье. *Земледелие*. Москва, 2009. № 1. С. 39–40.
161. Кобзар А.Я. Фармакогнозія в медицині: навч. посіб. К.: Медицина, 2007. 544 с.

162. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М., 1992. 61 с.
163. Перельман А.И., Перельман А.И., Касимов Г.Н. Геохимия ландшафтов. М.: Астрей, 1999. 768 с.
164. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. К., 1994. С. 51–54.
165. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, сиб. отд., 1991. 120 с.
166. Довгопола К.А. Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті та TRIFOLIUM PRATENSE L. URL: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?... (дата звернення 13.02.2014).
167. Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Химия, 1985. 528 с.
168. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. К., 2003. 47 с.
169. КНД. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок. К.: Аграрна наука, 1996. 19 с.
170. Sauve S., Hendershot W., Allen H.E. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: Dependence of pH, total metal burden, and organic matter. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 2000. № 34. P. 1125–1131.
171. *Sedum alfredii* H – a new zinc hyperaccumulating plant species native to China. / Yang X.E. et al. *Chinese Sci. Bulletin*, 2002. № 47. P. 1003–1006.
172. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (*Sedum Alfredii* Hance). / Yang X.E. et al. *Plant Soil*, 2004. № 259. P. 181–189.
173. Щербаченко О.І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2224-025X/article/view/59220> (дата звернення 10.02.2014).

174. Головатый С.Е. Тяжелые металлы в агросистемах Республики Беларусь. Минск: унитарн. предпр. Институт почвовед. и агрохим., 2002. 235с.
175. Соколов М.С., Терехов В.И. Система мониторинга загрязнения почв агроферы. *Агрохимия*. Москва, 1994. № 6. С. 86–96.
176. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
177. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 1994. Т. 26, № 2. С. 107 – 117.
178. Никифорова Е.М. Биогеохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами агроландшафтов восточного Подмосковья. *Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы*. Москва, 2003. С. 108–109.
179. Лихолат Ю.В., Григорюк І. П. Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Доп. НАН України*, 2005. № 8. С. 196–207.
180. Евсеева Т., Юранева И. Механизмы поступления, распределения и детоксикации тяжелых металлов у растений. *Вестн. ин-та биологии*. Сыктывкар, 2003. № 69. С. 1–13.
181. Перепелиця О.П. Екохімія та ендоекологія елементів: довід. з екол. захисту. К.: Екохім, 2004. 735 с.
182. Glime G.M. Bryophyte ecology. URL: www.bryoecol.mtu.edu (дата звернення 07.04.2015).
183. Grodzinska K., Szarek-Lukashevskа G. Response of mosses to the heavy metal deposition in Poland – an overview. *Environ. Pollut.*, 2001. V. 114. No. 3. P. 443–451.
184. Hall J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *J. experimental botany*, 2002. V. 53, No. 366. P. 1–11.
185. Hall J.L., Williams L.E. Transition metal transport ers in plants. *Ibid*, 2003. V. 54. No. 393. P. 26101–26113.

186. Harris N.S., Taylor G.J. Remobilization of cadmium in maturing shoots of near isogenic lines of durum wheat that differ in grains cadmium accumulation. *J. Exp. Bot.*, 2001. V. 52. No. 360. P. 1473–1481.

187. He Z.L., Yang X.E., Stoffella P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journ. of Trace Elements in Med. and Biol*, 2005. V. 19. P. 125–140.

188. Heiss S., Wachter A., Bogs J. Phytochelatin synthase (PCS) protein is induced in *Brassica juncea* leaves after prolonged Cd exposure. *J. Exp. Bot.*, 2003. V. 54. No. 389. P. 1833–1839.

189. Hemandes L., Cooke D. Modification of the root plasma membrane lipid composition of cadmium treated *Pisum sativum*. *J. of Exp. Botany*, 1997. V. 48. P. 1375–1381.

190. Hose E., Clarkson D.T., Steudle E. The exodermis: a variable apoplastic barrier. *J. of Experimental Botany*, 2001. V. 52. P. 2245–2264.

191. Karley A.J., Leigh R.A., Sanders D. Where do all the ions go? The cellular basis of differential ion accumulation in leaf cells. *Trends in Plant Science*, 2000. V. 5. P. 465–470.

192. Kirkham M.B. Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma*, 2006. V. 137. P. 19–32.

193. Kosobrukhov A., Knyazeva I., Mudrik V. *Plantago major* plants responses to increase content of lead in soil: growth and photosynthesis. *Plant Grow Regul*, 2004. V. 42. P. 145–151.

194. Küpper H, Lombi E., Zhao F.J. Cellular compartmentation of cadmium and zinc in relation to other elements in hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*. *Planta*, 2000. V. 212. P. 75–84.

195. Onianwa P.C. Monitoring atmospheric metal pollution: a review of the use of mosses as indicators. *Environ. Monit. Asses*, 2001. V. 71. № 1. P. 13–50.

196. Panda S.K., Chaudhury I., Khan M.N. Heavy metals induce lipid peroxidation and affect antioxidants in wheat leaves. *Biol. Plant.*, 2003. V. 46. P. 289–294.

197. Proctor M.C.F. Physiological ecology. Bryophyte Biology. – Cambridge University Press, 2009. P. 225–248.
198. Salt D.E., Blaylock M., Kumar N.P. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment. Using plants. *Biotechnology*, 1995. No. 13. P. 468–474.
199. Schützendübel A., Polle A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *J. Exp. Bot.*, 2002. No. 4. C. 1351–1365.
200. Souza J.F., Rauser W.E. Maize and radish sequester excess cadmium and zinc in different ways. *Plant Sci.*, 2003. V. 165. P. 1009–1022.
201. Stolt J.P., Sneller F.E.C., Bryngelsson T. Phytochelatin and cadmium accumulation in wheat. *Env. Exp. Bot.*, 2003. V. 49. P. 21–28.
202. Wojcik M., Tukiendorf A. Cadmium uptake, localization and detoxification in *Zea mays*. *Biol. Plant.*, 2005. No. 2. P. 237–245.
203. Шупранова Л.В., Бильчук В.С. Исследование ростовых процессов растений редиса при выращивании на водных вытяжках почв из разных по уровню загрязнения тяжелыми металлами техногенных территорий. *Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами: матер. I Междунар. геоэкологической конф.*, 2003. С. 486–488.
204. Устойчивость растений к тяжелым металлам / А.Ф. Титов и др. Петрозаводск: Карел. науч. центр, 2007. 170 с.
205. Топчій Н.М. Вплив важких металів на фотосинтез. *Физиол. и биохим. культур. раст.* Киев, 2010. Т. 42. № 2. С. 95–106.
206. Терек О.І. Механізми адаптації та стійкості рослин до несприятливих факторів довкілля. *Журн. агробіол. та екології.* Львів, 2004. Т.1. № 1–2. С. 41–56.
207. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние свинца и кадмия на проростки ячменя. *Физиол. и биохим. культ. раст.* Киев, 2001. Т. 33. № 1. С. 33–37.

208. Скопецька О.В., Косик О.І., Мусієнко М.М. Комплексний еколого-фізіологічний аналіз міграції та нагромадження свинцю в агроєкосистемах. *Физиол. и биохим. культ. раст.* Киев, 2004. Т. 36. № 1. С. 27–33.
209. Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения. *Физиол. раст.* Москва, 2001. Т. 48. № 4. С. 606–630.
210. Пастухова Н.Л. Детоксикация тяжелых металлов у растений. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop/2008/218-226.pdf (дата звернення 08.05.2015).
211. Грабак Н.Х, Будикіна Ю.І. Техногенно забруднені землі та шляхи їх безпечного використання в агропромисловому комплексі. *Наукові праці. Екологія.* Київ, 2014. Вип. 220. Т. 232. С. 83–87.
212. Cobbett C.S. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification. *Current Opinion in Plant Biology.*, 2000. V. 3. P. 211–216.
213. Conn S., Gilliam M. Comparative physiology of elemental distributions in plants. *Annals of Botany*, 2010. V. 105. P. 1081–1102.
214. Davis D.D., McClenahan J.R., Hutnik R.J. Use of moss *Dicranum montanum* to evaluate recent temporal trends of mercury accumulation in oak forests of Pennsylvania. *Northeastern Naturalist*, 2007. V. 14. № 1. P. 27–34.
215. Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L. cv. Azar.). *J. Exp. Bot.*, 2001. V. 52. P. 1101–1109.
216. Ebbs S., Lau J., Ahner B. Phytochelatin synthesis is not responsible for Cd tolerance in the Zn/Cd hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (J. and C. Presl.). *Kochian Planta*, 2002. V. 214. P. 635–640.
217. Fernandez J.A., Aboal J.R., Carballeira A.J. Interspecific differences in Zn, Cd and Pb accumulation by freshwater algae and bryophytes. *Sci. Total Environ*, 2000. No. 256. P. 151–161.

218. Foyer C.H., Harbinson J. Redox homeostasis and antioxidant signaling. A metabolic interface between stress perception and physiological responses. *Plant Cell.*, 2005. V. 17, No. 5. P. 1866–1876.
219. Gechev T., Gadjiev I., Breusgem E. Hydrogen peroxide protects tobacco from oxidative stress by inducing a set of antioxidant enzymes. *Cell Mol. Life Sci.*, 2002. V. 59. P. 708–714.
220. Gechev T., Hille J. Hydrogen peroxide as a signal controlling plant programmed cell death. *The Journal of Cell Biology*, 2005. V. 168. No. 1. P. 17–20.
221. Семенов А.Д., Сахно В.П., Мартиненко В.М. Забруднення важкими металами ґрунту і рослин у смугах відчуження залізничних колій. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2008. № 3. С. 50 – 53.
222. Clemens S. Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis. *Planta*, 2001. No. 212. P. 475–486.
223. Clemens S., Simm C. *Schizosaccharomyces pombe* as a model for metal homeostasis in plant cells: the phytochelatin-dependent pathway is the main cadmium detoxification mechanism. *New Phytol.*, 2003. V. 159. P. 323–330.
224. Clemens S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 2006. V. 88. P. 1707–1719.
225. Cobbett C.S. Phytochelatins and their roles in heavy metal detoxification. *Plant Physiol.*, 2000. V. 123. No. 3. P. 825–832.
226. Speciation and mobility in straw and wood combustion fly ash / Hansen K.H. et al. *Chemosphere*, 2001. No. 45 P. 123–128.
227. Timmer L.W., Childers C.C., Nigg H.N. Pesticides registered for use on Florida citrus. Gainesville, FL., 2004. Florida Citrus Pest Management Guide, SP-43, University of Florida.
228. Chen W., Li L., Chang A.C. Modeling uptake kinetics of cadmium by field-grown lettuce. *Environmental Pollution*, 2008. V. 152. P. 147–152.
229. Choi Y.E., Harada E., Wada M. Detoxification of cadmium in tobacco plants: formation and active excretion of crystals containing cadmium and calcium through trichomes. *Planta*, 2001. V. 213. P. 45–50.

230. Choudhury S.D., Panda S.K. Induction of oxidative stress and ultrastructural changes in moss. *Taxithelium nepalense* (Schwaegr.) Broth. under lead and arsenic phytotoxicity. *Current. Science*, 2004. V. 87. No. 3. P. 342–346.
231. Kabata–Pendias A. Soil-plant transfer of trace elements – an environmental issue. *Geoderma*, 2004. No. 122. P. 143–149.
232. Massadeh A.M., Al-Safi S. Analysis of cadmium and lead: their immunosuppressive effects and distribution in various organs of mice. *Biol. Trace Elem. Res*, 2005. No. 108 (1–3). P. 279–286.
233. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії: Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України. К.: Логос. 2006. 208 с.
234. Cakmak I., Welch R.M., Hart J. Uptake and re translocation of leaf-applied cadmium (^{109}Cd) in diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *J. Exp. Bot*, 2000. V. 51, No. 343. P. 221–226.
235. Chardonne A.N., ten Bookum W.M., Kuijper L.D.J.. Distribution of cadmium in leaves of cadmium tolerant and sensitive ecotypes of *Silene vulgaris*. *Physiologia Plantarum*, 1998. V. 104. P. 75–80.
236. Copper uptake by *Elsholtzia splendens* and *Silene vulgaris* and assessment of copper phytoavailability in contaminated soils. / Song J. et al. *Environmental Pollution*, 2004. No. 128. P. 307–315.
237. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник для вузов по естественно-научным специальностям. М.: Логос, 2000. 627 с.
238. Бессонова В.П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений: Запорожский гос. ун-т. – Запорожье, 1999. 208 с.
239. Гуральчук Ж.З. Акумуляція кадмію та вміст елементів мінерального живлення в рослинах. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. Т. 1. С. 183–186.
240. Гуральчук Ж.З. Надходження та детоксикація важких металів у рослинах. Живлення рослин: теорія і практика. К.: Логос, 2005. С. 438–475.

241. Heavy metal aspects of compost use. / Chaney R.L. et al. In: Stoffella PJ, Khan BA, editors. Compostutilization in horticultural cropping systems. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 2001. P. 324–359.
242. Фатеев А.И., Мирошниченко Н.Н., Самохвалова В.Л. Миграция, транслокация и фитотоксичность тяжелых металлов при полиэлементном загрязнении почвы. *Агрoхимия*. Москва, 2001. № 3. С. 57–61.
243. Яковишина Т.Ф. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. Днепропетровск, 2006. 226 с.
244. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.
245. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
246. Aronsson K.A., Ekelund N.G. A. Biological effects of wood ash application to forest and aquatic ecosystems. *J. Environ. Qual.*, 2004. № 33. P. 1595–1605.
247. Oxidative stress induced by lead, cadmium and arsenic mixtures: 30-day, 90-day, and 180-day drinking water studies in rats: an overview. / Fowler B. A. et al. *Biometals*, 2004. No. 17(5). P. 567–568.
248. Плеханова И.О., Кутукова Ю.Д., Обухов А.И. Накопление тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями при внесении осадков сточных вод. *Почвоведение*. Москва, 1992. № 12. С. 1530–1536.
249. Самохвалова В.Л., Мирошниченко М.М., Фатеев А.И. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 11. С. 61–65.
250. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние возрастающих концентраций тяжелых металлов на рост проростков ячменя и пшеницы. *Физиология растений*. Москва, 2001. Т. 48. № 1. С. 119–123.
251. Параняк Р.П., Васильцева Л.П., Макух Х.І. Шляхи надходження важких металів у довкілля та їх вплив на живі організми. URL: <http://www.stattionline.org.ua/biolog/21-2012-12-16-11-48-35/448-shlyaxi->

nadxodzhennya-vazhkix-metaliv-v-dovkillya-ta-%D1%97x-vpliv-na-zhivi-organizmi.html (дата звернення 03.02.2016).

252. Самохвалова В.Л., Фатеев А.И., Журавлева И.М. Аспекты изучения и оценка состояния загрязненной тяжелыми металлами системы почва–растение. *Агроэкологічний журнал*. Київ, 2008. № 1. С. 28–36.

253. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 1994. Т. 26. № 2. С.107–117.

254. Ильин Б.В. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.

255. Крамарев С.М., Скрипник Л.Н., Коваленко В.Е. Агроэкологическая оценка применения минеральных удобрений в агроценозах кукурузы в условиях степной зоны Украины. *Агрохимия*. Москва, 2000. № 2. С. 67–72.

256. Ozmen O., Mor F. Acute lead intoxication incattle housed in an old battery factory. *Vet. Hum. Toxicol.*, 2004. № 46 (5). P. 255–256.

257. Макаренко Н.А., Бондар В.І., Макаренко В.В. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Агроэкологічний журнал*. Київ, 2008. Спеціальний випуск. С. 14–18.

258. Популан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б. Родючість ґрунту як природно-антропогенна його властивість, її види та параметрична оцінка. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2009. № 2. С. 17–24.

259. ДСТУ 4362:2006. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від 2006-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 40 с.

260. Тогачинська О.В., Тимощук Т.М. Оцінка технологій вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2017. № 1–2. URL: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=853 (дата звернення 23.04.2015).

261. Білявський Ю.А., Кривіч Н.Я., Берегова Г.А. Вміст важких металів у сірому-опідзоленому ґрунті під озимою пшеницею залежно від систем

удобрення та способів основного обробітку в сівозмінні. *Вісник ДААУ*. Дніпро, 2001. № 2. С. 44–51.

262. Макаренко Н.А., Бондарь В.І. Екологічна експертиза технологій вирощування зернових культур (на прикладі технологій вирощування пшениці ярої в зоні північного лісостепу). *Агроекологічний журнал*. Київ, 2008. № 3. С. 14–18.

263. Жигарева Т.Л., Алексахин Р.М., Свириденко Д.Г. Влияние природных мелиорантов и тяжелых металлов на урожайность зерновых культур и микрофлору дерново-подзолистой почвы. *Агрoхимия*. Москва, 2005. № 11. С. 60 – 65.

264. Вміст важких металів у ґрунті під озимою пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку / Я.Н. Кривіч та ін. *Вісник ДАУ*. Дніпро, 2004. № 1. С. 63–68.

265. Подколзин О.А., Анциферов О.Б. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Ставропольского края. *Агрoхимический вестник*. Москва, 2007. № 6. С. 5–7.

266. Kidney dysfunction and hypertension: role for cadmium, p450 and heme oxygenases? / Satarug S. et all. *Tohoku J. Exp. Med.*, 2006. № 208 (3). P. 179–202 (дата звернення 02.06.2015).

267. Содержание и распределение кадмия, свинца и никеля в растениях яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания и загрязнения тяжелыми металлами / В.В. Говорина и др. *Агрoхимия*. Москва, 2007. № 3. С. 61–67.

268. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / Н.А. Макаренко та ін. К.: ДІА, 2008. 84 с.

269. Жигарева Т.Л., Алексахин Р.М., Свириденко Д.Г. Влияние природных мелиорантов и тяжелых металлов на урожайность зерновых культур и микрофлору дерново-подзолистой почвы. *Агрoхимия*. Москва, 2005. № 11. С. 60–65.

270. Макаренко Н.А. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему: автореф. дис. ... д.с.-г.н.: 03.00.16. К., 2002. 37с.
271. Relationship between toxicity and cadmium accumulation in rats given low amounts of cadmium chloride or cadmium-polluted rice for 22 months / Shibutani M., et all. *J. Toxicol. Sci.*, 2001. № 26. P. 337–358.
272. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы: ГН 2.1.7.2041–06 // Бюл. норм. актов федер. орг. исполн. власти., 2006. № 10. 8 с.
273. Кузнецова Е.А. и др. Содержание тяжелых металлов в агроэкосистемах фоновых территорий Орловской области. Фунд. и прикладные аспекты создания биосф.: матер. междунаучно-техн. интернет-конф. Орел: Госунив.: УНПК, 2010. С. 35–40.
274. Беляев М.П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания. М.: Госсанэпиднадзор, 1993. 141 с.
275. Рижук С.М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. К., 2003. 64 с.
276. Waalkes M.P. Cadmium carcinogenesis in review. *J. Inorg. Biochem.*, 2000. No. 79. P. 241–244.
277. A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments / Okoro H.K. et all. *Scient. reports.*, 2012. Vol. 1 (3). P. 1–9.
278. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals Scien. Com. on Food Scien. Eur. Parma: FSA, 2006. 480 p.
279. Wedepohl K.H. Chemical-Composition and Fractionation of the Continental-Crust. *Geol. Run.*, 1991. Vol. 80 (2). P. 207–223.
280. Ho Sa V., Brodsky Philip H. In-situ remediation of contaminated heterogeneous soils. U.S. US 5476992 A 19.12.1995. P. 17.

281. Deng H., Ye Z.H., Wong M.H. Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal – contaminated sites in China. *Environmental Pollution.*, 2004. No. 132. P. 29–40.

282. Hea Z.L., Yanga X.E., Stoffellab P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2005. No. 19. P. 125–140.

283. Distribution of cadmium and lead in liver and kidney of some wild animals in Slovakia / Kramarova M. et al. *J. Environ. Sci. Health. A. Tox. Hazard Subst. Environ. Eng.*, 2005. No. 40 (3). P. 593–600.

284. Effect of cadmium on the interaction of 17 beta-estradiol with the rainbow trout estrogen receptor / Nesatyy V.J. et al. *Environ Sci Technol.*, 2006. No. 15. V. 40 (4). P. 1358–1363.

285. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China / Cui Y.L. et al. *Environment International*, 2004. No. 30. P. 785–791.

286. Davis S.R., Cousins R.J. Metallothionein expression in animals: A physiological perspective on function. *J. Nutr.*, 2000. No. 130. P. 1085–1088.

287. The Role of Food and Nutrition System Approaches in Tackling Hidden Hunger / Francesco B. et al. *Int. J. Env. Res. Public. Health.*, 2011. Vol. 8 (2). P. 358–373.

288. ГОСТ 17.4.1.02-83. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Московский печатник, 1983. 5 с.

289. William D. Middleton. Identification of Activity Areas by Multi-element Characterization of Sediments from Modern and Archaeological House Floors Using Inductively Coupled Plasma-atomic Emission Spectroscopy. *J. of Arch. S.*, 1996. No. 23. P. 673–687.

290. Soil Sampling and Methods of Analysis / Edited by M.R. Carter, E.G. Gregorich. Abingdon: CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. 198 p.

291. Thyroid toxicity due to subchronic exposure to a complex mixture of 16 organochlorines, lead, and cadmium / Wade M.G. et all. *Toxicol Sci.*, 2002. 67 (2). P. 207–218.
292. Adsorption-desorption characteristics of lead in variable charge soils / Yang J.Y. et all. *J. Environ. Sci. Health.*, 2004. No. 39(8). P. 1083–1087.
293. Ljubojevic M., Herak-Kramberger C.M., Brown D. Cd-MT cause's endocytosis of brush-border transporters in rat renal proximal tubules. *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.*, 2002. No. 283. (6) P. F1389–F1402.
294. pH Dependent release of cadmium, copper, and lead from natural and sludge-amended soils. / Sukreeyapongse O. et all. *J. Environ. Qual.*, 2001. No. 31. P. 1901–1909.
295. Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops. / Long X.X. et all. *Commun. Soil Sci. Plant Analy.*, 2003. No. 34. P. 1421–1434.
296. Temporal and spatial variations of metal content in TSP and PM10 in Mexico City during 1996–1998. / Mugica V. et all. *Journal of Aerosol Science*, 2002. No. 33. P. 91–102.
297. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001. 689 с.
298. Безпамятный П.Г., Кротов Л.Ю. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Наука, 1985. С. 237–252.
299. 1. Thomas H. Linus Pauling and the Chemistry of Life. New York: Oxford U.P., 1998. 144 p.
300. Heavy metal concentrations in a soil-plant-snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient. / Notten M.J. et all. *Environ. Pollut.*, 2005. No. 138 (1). P. 178–190.
301. Fageria N.K., Baligar V.C., Clark R.B. Micronutrients in crop production. *Adv Agron*, 2002. No. 77. P. 185–268.
302. Effect of heavy metals on, and handling by, the kidney. / Barbier O., et all. *Nephron Physiol*, 2005. No. 99 (4). P. 105–110.

303. Komarnicki G.J.K. Lead and cadmium in indoor air and the urban environment. *Environmental Pollution*, 2001. No. 136. P. 47–61.

304. Antonio G.T, Corredor L. Biochemical changes in the kidneys after perinatal intoxication with lead and/or cadmium and their antagonistic effects when coadministered. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 2004. No. 57 (2). P. 184–189.

305. Pillai A., Gupta S. Antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in liver of female rats co-exposed to lead and cadmium: effects of vitamin E and Mn^{2+} . *Free Radic. Res.*, 2005. No. 39 (7). P. 707–712.

306. US Environmental Protection Agency. Effluent limitations guidelines, pretreatment standards, commercial hazardous waste combustor subcategory. *Federal Register*, 2000. vol. 65. № 18. 40 CFR Part 444, Washington DC: EPA–Water.

307. Nam D.H., Lee D.P. Monitoring for Pb and Cd pollution using feral pigeons in rural, urban, and industrial environments of Korea. *Sci. Total Environ.*, 2006. No. 15. 357 (1–3). P. 288–295.

308. Nampoothiri L.P., Gupta S. Simultaneous effect of lead and cadmium on granulosa cells: a cellular model for ovarian toxicity. *Reprod. Toxicol.*, 2006. No. 21 (2). P. 179–185.

309. Metal mixture inhalation (Cd-Pb) and its effects on the bronchiolar epithelium. An ultrastructural approach. / Fortoul T.I. et al. *Toxicol Ind Health.*, 2004. No. 20 (1–5). P. 69–75.

310. Perkiömäki J., Fritze H. Does simulated acid rain increase the leaching of cadmium from wood ash to toxic levels to coniferous forest humus microbes? *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2002. P. 1481.

311. Phillips C.J., Chiy P.C., Omed H.M. The effects of cadmium in feed, and its amelioration with zinc, on element balances in sheep. *J. Anim. Sci.*, 2004. No. 82 (8). P. 2489–2502.

312. Priya P.N., Pillai A., Gupta S. Effect of simultaneous exposure to lead and cadmium on gonadotropin binding and steroidogenesis on granulosa cells: an in vitro study. *Indian J. Exp. Biol.*, 2004. No. 42 (2). P. 143–148.

313. Cadmium and lead accumulation in cattle in NW Spain. / Lopez A.M. et al. *Vet. Hum. Toxicol.*, 2003. No. 45 (3). P. 128–130.
314. Interactions between toxic and essential trace metals in cattle from a region with low levels of pollution. / Alonso M.L. et al. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2002. No. 42 (2). P. 165–172.
315. Cd-MT causes endocytosis of brush-border transporters in rat renal proximal tubules. / Sabolic I. et al. *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.*, 2002. No. 283 (6). P. F1389–F1402.
316. Predicting heavy metal transfer from soil to plant: potential use of Freundlich-type functions. / Krauss M. et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science.*, 2002. No. 165. P. 3–8.
317. Sato M., Kondoh M. Recent studies on metallothionein: Protection against toxicity of heavy metals and oxygen free radicals. *Tohoku J. Exp. Med.*, 2002. No. 196. P. 9–22.
318. Cadmium in food chain and health effects in sensitive population groups. / Oskarsson A. et al. *Biometals*, 2004. No. 17 (5). P. 531–534.
319. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Graminaceae and land snails. / Viard B. et al. *Chemosphere.*, 2004. No. 55. P. 1349–1359.
320. Apoptosis and necrosis: two distinct events induced by cadmium in cortical neurons in culture. / Lopez E. et al. *Br. J. Pharmacol.*, 2003. No. 138 (5). P. 901–911.
321. Линдиман А.В. Процессы миграции свинца и кадмия в системе «почва–растение»: дисс. ... канд. хим. наук: 03.00.16. Иваново, 2009. 138 с.
322. Петров Н.Ю., Трофимова Т.А. Фиторемедиация техногенно загрязненных тяжелыми металлами светло-каштановых почв Южной пригородной агропромзоны г. Волгограда с помощью горчицы сарептской. *Аграрный вестник Урала. Агрономия. Экология.* Екатеринбург, 2009. № 9(63). С. 64–65.

323. Гирля Л.М. Фіторемедіація – ефективний шлях зниження вмісту важких металів у ґрунтах. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили*. Миколаїв, 2011. Том 152. Вип. 140. С. 58–59.
324. Вплив попередників і добрив на вміст нітратів і важких металів у зерні пшениці озимої в північному Степу / Ю.М. Рудаков та ін. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2012. Вип. 81(1). С. 160–164.
325. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / В.В. Медведев и др. К.: Урожай, 1991. 176 с.
326. Dushenkov S.M., Kapulniv Y., Blaylock M. Phytoremediation: a novel approach to an old problem. *Global Environmental Biotechnology* Ed. Wise D. Y. Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1997. P. 563–572.
327. Ильинский А.В. Биологическая очистка почв, загрязненных тяжелыми металлами. *Агротехнический вестник*. Москва, 2003. № 5. С. 30–32.
328. Способ снижения концентрации тяжелых металлов: пат. 2222930 Российская Федерация, МПКА 0167/00 № 2000132179/12; заявл. 21.12.00; опубл. 10.02.04. Бюл. № 4.
329. Маджугина Ю.Г., Кузнецов В.В., Шевякова Н.М. Растения полигонов захоронения бытовых отходов мегаполисов как перспективные виды для фиторемедиации. *Физиология растений*. Москва, 2008. № 3(55). С. 453–463.
330. Capacity of Brassica napus to accumulate cadmium zinc and copper from soil. / Rossi G. et al. *Acta biotechnol*, 2002. V. 22. No. 1–2. P. 133–140.
331. Троїцький М.О., Дмитрієва Л.А. Міграція важких металів у ланці «ґрунт-рослини» в агроландшафтах степу України. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»*. Серія: Екологія. Миколаїв, 2012. Т. 179. Вип. 167. С. 37–40.
332. Вміст солей важких металів в зерні озимої пшениці. / Л.М. Гирля та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2005. Вип. 3. С. 161–163.

333. Носко Б.С. Еволюція родючості ґрунтів в сучасних умовах. *Агрохімія і ґрунтознавство: V з'їзд УТГА*, 6 – 10 липня 1998 р., м. Рівне: тези доп. Харків, 1998. Ч. 1. С. 5 – 8.
334. Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии. М.: МГУ, 1988. 65 с.
335. Ракипов Н.Г. Агрохимикаты в окружающей среде. М.: Колос, 1979. 196 с.
336. Засєкін Д.А. Важкі метали у насінні кормових культур. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2000. № 5. С. 56 – 58.
337. Кисель В.И., Жеребная Л.А. Влияние минеральных удобрений на накопление тяжелых металлов в растениеводческой продукции. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 2. С. 55 – 57.
338. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1989. 62 с.
339. Використання фосфоритного борошна з родовищ України для зменшення забруднення продукції рослинництва важкими металами / Б.С. Носко та ін. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2004. № 3. С. 55–58.
340. Орлов Д.С. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. М.: Издательство МГУ, 1994. 272 с.
341. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на фитотоксичность чернозема. *Агрохимия*. Москва, 1997. № 6. С. 50–55.
342. Вельков В.В. Биоремедиация: принципы, проблемы, подходы. *Биотехнология*. Москва, 1995. № 3–4. С. 70–76.
343. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.
344. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. К.: Логос, 2006. 208 с.

345. Агроекологія: навч. Посібник. / О.Ф. Смаглий та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.
346. Буцяк В.І. Міграція рухомих форм важких металів у вегетативну масу рослин на фоні дії цеоліту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2002. № 3. С. 29–30.
347. Гассо Е.В. Содержание тяжелых металлов в системе почва – растение в условиях химического загрязнения культур фитоценозов (на примере кукурузы *Zea mays* L. как тест-объекта). *Вісник Дніпропетровського університету*. Дніпро, 2000. № 2. С. 55–60.
348. Голубченко В.Ф., Ямкова Н.А. Оцінка родючості ґрунтів за еколого- агрохімічними показниками. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2010. № 4. С. 53–56.
349. Гомонова Н.Ф., Овчинникова М.Ф., Зенова Г.М. Источники поступления тяжелых металлов и их трансформация в системе почва – растения в зависимости от особенностей агрофона. *Современные проблемы загрязнения почв*. Сборник тезисов. Москва: Издательство Московского университета, 2004. 167 с.
350. Евсеева Т., Юраниева И., Храмова Е. Механизмы поступления, распределения и детоксикации тяжелых металлов у растений. *Физиология растений*. Москва, 2003. Т. 133. С. 218–229.
351. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах. Киев: Наукова думка, 2002. 214 с.
352. Ильин В.Б., Гармаш Г.А., Гармаш Н.Ю. Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. *Агрохимия*. Москва, 1985. № 6. С. 90–100.
353. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами. *Агрохимия*. Москва, 1995. № 1. С. 21–26.
354. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків: 13 типографія, 2005. 167 с.

355. Проблема важких металів при виробництві і використанні фосфоровмісних мінеральних добрив / Т.О. Яструб та ін. *Український журнал з проблем медицини праці*, Київ, 2013. № 3(36). С. 42–49.
356. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения. *Почвоведение*. Москва, 2002. № 6. С. 682–692.
357. Логинова И.В. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте лесостепи Украины на трансформацию микроэлементов и тяжелых металлов в почве и поступление их в растения кукурузы. *Современные проблемы загрязнения почв*. Москва, 2010. С. 115–120.
358. Накопление тяжелых металлов в системе почва – растения в условиях загрязнения. / Т.М. Минкина и др. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. Москва, 2011. № 4 (04). С. 115.
359. Устойчивость растений к тяжелым металлам. / А.Ф. Титов и др. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 72 с.
360. Флоря Л.В. Агроекологічна оцінка вмісту важких металів в ґрунтах і зерні озимої пшениці Північно-Західного Причорномор'я. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування*. Матеріали III міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. С. 76–77.
361. Атлас Винницкой области / Ред. коллегия: Г.И. Ройченко, Е.Т. Волошин, П.М. Сливка. М.: ГУГК СССР, 1987. 32 с.
362. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця: ВДАУ, 2004. 45 с.
363. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / В.І. Купчик, В.В. Іваніна, Г.І. Нестеров; за ред. В.І. Купчик. К.: Кондор, 2007. 414с.
364. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрукарня, 1997. 240 с.

365. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А. Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза, 2011. 108 с.

366. 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.

367. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

368. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2008.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.

369. 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.

370. 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.

371. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв: учебное пособие. Симферополь: ТНУ, 2008. 172 с.

372. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков: Антиква, 2002. 428 с.

373. Панас Р.М. Основи моніторингу та прогнозування використання земель. Львів: Новий світ-2000, 2007. 224 с.

374. 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.

375. 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.
376. ДСТУ ISO 10390: 2001 Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держстандарт України, 2003. 14 с.
377. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
378. ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015.01.01]. К. Мінекономрозвитку України, 2015. 10 с.
379. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.01.01]. К. УкрНДНЦ, 2016. 9 с.
380. 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.
381. Полетаєва Л.М., Сафронов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. К.: КНТ, 2007. 172 с.
382. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.
383. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс. Частина 2. Природні наземні екосистеми. Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. 303 с.
384. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс. Частина 1. Урбоекосистеми. Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. 342 с.
385. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко та ін.; за ред. В.О. Єщенка. К.: Дія, 2005. 288 с.
386. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.
387. Пльонсак В.А. Фітофармакологія. Ч. 3. Практикум з фітофармакології. Вінниця: РВВ ВДАУ, 2007. 196 с.

388. Практикум по растениеводству / П.П. Вавилов, В.С. Гриценко, В.С. Кузнецов; под ред. П.П. Вавилова. М.: Колос, 1983. 352 с.
389. ГОСТ 27262-87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб. [Введен от 1988.07.01]. М.: Изд-во стандартов, 1988. 12 с.
390. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова и др. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.
391. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія / М.Ф. Кулик та ін. Вінниця: ПП «Видавництво «Тезис», 2003. 334 с.
392. Полевое кормопроизводство. Практикум / А.И. Зинченко. К.: Вища школа, 1987. 262 с.
393. Тюльдюков В.А. Практикум по луговому кормопроизводству. М.: Агропромиздат, 1986. 255 с.
394. 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.
395. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.
396. Ушкаренко В.А., Поляков Н.Н. Математический анализ данных полевого опыта. Херсон: СХИ, 1997. 82 с.
397. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. К.: Нора-принт, 2000. 146 с.
398. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа, 1994. С. 136–153.
399. Ольховіков О.В. Основи економіки агропромислового виробництва. К.: Педагогічна преса, 2005. 320 с.
400. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
401. 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.

402. Ткачук О.П., Зайцева Т.М., Дубовий Ю.В. Вплив сільськогосподарських токсикантів на агроекологічний стан ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2017. № 6. Том 2. С. 102–109.

403. Виробництво зернових в Україні цього річ зросло на 6 % – ФАО / Укрінформ, URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2146924-virobnictvo-zernovih-v-ukraini-cogoric-zroslo-na-6-fao.html> (дата звернення 27.12.2016).

404. Маслак О. Перспективи ринку зерна врожаю 2016 року. *Агробізнес сьогодні*. Київ, 2016. № 17 (336). URL: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichni-gektar/6145-perspektyvy-rynku-zerna-vrozhaiu-2016-roku.html> (дата звернення 27.12.2016).

405. Вінницька область встановила аграрний рекорд / Укрінформ. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/2064659-vinnicka-oblast-vstanovila-agrarnij-rekord.html. (дата звернення 10.08.2016).

406. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. Київ, 2014. № 8 (279). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2211-systema-udobrennia-kukurudzy.html>. (дата звернення 10.08.2016).

407. Лихочвор В. Система удобрення озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. Київ, 2014. № 7 (278). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2180-systema-udobrennia-ozymoi-pshenytsi.html> (дата звернення 10.08.2016).

408. Штурм Г., Беккер Ф. Система захисту посівів зернових. Рекомендації по застосуванню препаратів БАСФ на зернових в Україні. С. 52–53.

409. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства – як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Біла Церква, 2017. № 1(134). С. 66–71.

410. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Динаміка виробництва зерна та внесення мінеральних добрив під зернові культури у Вінницькій області. *Сільське*

господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2017. № 6. Т. 1. С. 141–148.

411. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2016. № 4. С. 179–186.*

412. Ткачук О.П. Роль бобових багаторічних трав у підвищенні агроекологічних показників родючості ґрунту. *Екологічні проблеми сільського виробництва. Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, 7 грудня 2016 р. Вінниця: ВНАУ, 2016. С. 66–69.*

413. Ткачук О.П., Зайцева Т.М. Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2017. № 5. С. 137–145.*

414. Ткачук О.П. Вплив бобових багаторічних трав на агроекологічний стан ґрунту. *Збалансоване природокористування. Київ, 2017. № 1, 2017. С. 127–130.*

415. Ткачук О.П. Використання багаторічних бобових трав для зниження вмісту важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування. Київ, 2015. № 4. С. 138–140.*

416. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивність забруднення ґрунту за вирощування бобових багаторічних трав. *Агропромислове виробництво Полісся. Житомир, 2017. Вип. 10. С. 53–55.*

417. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Динаміка зміни концентрації важких металів у ґрунті при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Збалансоване природокористування. Київ, 2017. № 4. С. 140–143.*

418. Патент на корисну модель № 121718 Україна МПК: A01B 79/02 (2006.01) Спосіб зниження забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами / С.Ф. Разанов, О.П. Ткачук. Заявка № u201707006 від 03.07.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23/2017.

419. Ткачук О.П. Вплив аміачної селітри на концентрацію важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2016. № 2. С. 162–165.
420. Ткачук О.П. Вплив концентрації свинцю на зміну еколого-агрохімічних показників ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2016. № 3. С. 217–225.
421. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.
422. Вплив структури ґрунту на врожай. URL: <https://eko-bio-tex.com/ua/2016/11/12> (дата звернення 17.04.2015).
423. Структура ґрунту та її агрономічне значення. URL: http://collectedpapers.com.ua/soil_science/struktura-gruntu-ta-yiyi-agronomichne-znachennya (дата звернення 17.04.2015).
424. Гетман Н. Бобові трави у кормовиробництві та землеробстві. *Аграрний тиждень. Україна*, № 14 – 15 (265), URL: <http://a7d.com.ua/plants/11627-bobov-travi-u-kormovirobnictv-ta-zemlerob-stv.html> (дата звернення 17.04.2015).
425. Дідур І., Ткачук О. Екологічний вплив багаторічних трав на зміну структури ґрунту. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції*. 24 – 25 березня 2016 р. Ч. 1. Тернопіль: Крок. С. 263–265.
426. Зміна структури ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав / С.Ф. Разанов, О.П. Ткачук та ін. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2018. Вип. 92. С. 206–214.
427. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України: К.: Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2010. 113 с.
428. Шкварук М.М., Делеменчук М.І. Ґрунтознавство. К.: Вища школа, 1976. 320 с.

429. Рудюк А. Сидерати – шлях до родючості ґрунтів. Агроперспектива URL: http://www.agroperspectiva.com/ru/free_article/321 (дата звернення 17.04.2015).

430. Міщенко Ю.Г. Вплив післяжнивних сидератів на водостійкість ґрунту при вирощуванні буряків цукрових. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2012. Вип. 2 (23). С. 79–87.

431. Основи землеробства та рослинництва. Книга 1. Землеробство: Посібник для вищих учбових закладів / П.С. Лозовіцький. К., 2010. 268 с.

432. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Водостійкість ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Наукові горизонти*. Житомир, 2018. № 1 (64). С. 29–33.

433. Гарбар Л.А., Антал Т.В. Якість зерна і насіння пшениці твердої ярої залежно від технології вирощування в лісостепу України. *Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития-2011*. Сборник научных трудов SWorld по материалам Международной научно-практической конференции. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/uk/agriculture-311/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-311/7826-yakst-grain-s-nasnnya-pshenits-tverdo-yaro-fallow-vid-tehnolog-viroschuvannya-lsostepu-in-ukraine>. (дата звернення 17.04.2015).

434. ДСТУ 3768:2009. Пшениця. Технічні умови. [Електронний ресурс]. URL: http://zernolab.com.ua/ua/pshenitsya_tekhnichni_umovi.htm (дата звернення 17.04.2015).

435. Дмитренко О.В. Вплив інтенсивних технологій вирощування на якість зерна пшениці озимої. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2014. № 1. С. 189–193.

436. Станкевич Г.М., Борта А.В., Страхова Т.В. Управління якістю та безпекою зерна – основа стратегічного успіху України. *Перспективи розвитку науково-методичного забезпечення для самостійного вивчення дисциплін та їх окремих розділів*. Матеріали 47 науково-методичної конференції викладачів ОНАХТ, 4–5 квітня 2016 р. С. 137.

437. Підвищення якості пшениці / Живлення культур. URL: <http://www.yara.ua/crop-nutrition/crops/wheat/quality/> (дата звернення 20.04.2015).
438. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Якість та екологічна безпека зерна озимої пшениці вирощеної після бобових попередників. *Агробіологія*. Біла Церква, 2018. № 1. С. 27–34.
439. Троїцький М.О., Дмитрієва Л.А. Міграція важких металів у ланці «грунт-рослини» в агроландшафтах степу України. URL: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukraci/ecology/2012/179-167-8.pdf> (дата звернення 20.04.2015).
440. Флорія Л.В. Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур у північно-західному Причорномор'ї. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Одеса, 2012. Вип. 13. С. 131–141.
441. Особливості акумуляції важких металів в рослинах TRIFOLIUM PRATENSE L. / Г.М. Денчиля-Сакаль та ін. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. Ужгород, 2012. Вип. 33. С. 189–191.
442. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А. Міграція Cu, Zn, Pb, Cd у системі «грунт-рослина». *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків, 2013. № 1. С. 244–248.
443. Важкі метали – найбільш небезпечні елементи. URL: <http://mojaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metali-najbilsh-nebezpechni-elementi> (дата звернення 20.04.2015).
444. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В. Інтенсивність накопичення важких металів зерном пшениці озимої залежно від попередників. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2018. № 1. С. 165–169.
445. Патент на корисну модель № 121310 Україна МПК: A01G 7/00 (2006.01) Спосіб зниження концентрації важких металів у зерні пшениці озимої / С.Ф. Разанов, О.П. Ткачук. Заявка № u201706990 від 03.07.2017; опубл. 27.11.2017, Бюл. № 22/2017.
446. Кучерявий В.П. Екологія. Львів: Світ, 2001. 500 с.

447. Ісаков В.В., Мазанько М.О., Бейдик Н.М. Застосування екологічних кормів у годівлі свиней. *Свинарство*. Київ, 2012. Вип. 60. С. 116–121.

448. Вміст важких металів у доквіллі, кормах та продукції ВРХ в біогеохімічній провінції Прикарпаття / Сачко Р.Г. та ін. URL: irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?...2 (дата звернення 20.04.2015).

449. Моніторинг важких металів у трофічному ланцюгу доквілля – корми – тварина – тваринна продукція. / Сачко Р.Г. та ін. URL: old.inenbiol.com/ntb/ntb8/50.pdf (дата звернення 20.04.2015).

450. Оцінювання хімічного складу бобових багаторічних трав, вирощених в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами / С.Ф. Разанов, О.П. Ткачук та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. № 2. С. 40–43.

451. Ткачук О.П. Енергія проростання насіння – як екологічний фактор інтенсивності росту бобових багаторічних трав у рік сівби. *International Scientific Journal*. Київ, 2015. № 9. Р. 43–46.

452. Ткачук О.П. Екологічні особливості росту і розвитку бобових багаторічних трав у рік сівби за безпокровного вирощування. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2015. Вип. 81. С. 52–57.

453. Ткачук О.П. Ріст і розвиток бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов вегетації. *International Scientific Journal Internauka*. Київ, 2016. № 12 (22). Р. 88 – 91.

454. Ткачук О.П. Ботаніко-морфологічні особливості бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов безпокровної сівби. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпро, 2016. № 2 (40). С. 10–13.

455. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва: навчальний посібник / Г.І. Демидась, О.П. Ткачук та ін.; за ред. Г.І. Демидася, Г.П. Квітка. К.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 322 с.

456. Ткачук О.П. Екологічна конкурентоздатність бобових багаторічних трав з бур'янами в рік сівби за безпокритого вирощування. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2017. Вип. 83. С. 110–114.

457. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Динаміка густоти – як екологічна передумова довговічності бобових багаторічних трав. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2017. № 7. Том 1. С. 157–166.

458. Ткачук О.П. Продуктивність бобових багаторічних трав у рік сівби. *2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: Матеріали міжнародної наукової конференції, 11–12 серпня 2016 р.* Вінниця: Діло, 2016. С. 120–121.

459. Ткачук О.П. Кормовий потенціал бобових багаторічних трав у рік безпокритого сівби за оптимальних екологічних умов. О.П. Ткачук. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2017. Вип. 84. С. 91–95.

460. Макаренко П.С. Лучне і польове кормовиробництво. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 548 с.

461. Ковбасюк П. Високопоживні багатокomпонентні однорічні травосумішки. *Пропозиція*. Київ, 2009. № 1. С. 93–95.

462. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Постернак Л.І. Зелена маса багаторічних бобових: поживність та вірогідність забруднення важкими металами. *Тваринництво України*. Київ, 2018. № 1. С. 28–31.

463. Самохвалова В.Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. *Біологічні студії*. Київ, 2014. Том 8. № 1. С. 217–236.

464. Прасад М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязнённых металлами. *Физиология растений*. Москва, 2003. № 50 (5). С. 764–780.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

Ткачук Олександр Петрович.

– доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету.

Олександр Петрович є автором понад 130 наукових праць та 107 методичних розробок.

Коло наукових інтересів – агроекологія, охорона навколишнього середовища, бобові багаторічні трави, агрономія.

Викладає дисципліни: «Моніторинг довкілля», «Техноекологія», «Методи та засоби вимірювання параметрів довкілля». «Сучасні проблеми агроекології».

Льотка Галина Іванівна.

– кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи Вінницького національного аграрного університету. Галина Іванівна є автором понад 70 наукових праць та понад 45 методичних розробок.

Коло наукових інтересів – годівля тварин та технологія кормів, екологія в ветеринарії, зоогігієна.

Викладає дисципліни: «Радіологічний ветеринарно-санітарний контроль», «Ведення тваринництва в умовах екологічно-забруднених територій», «Методика наукових досліджень».

Наукове видання

**БОБОВІ БАГАТОРІЧНІ ТРАВИ
У КОРМОВИРОБНИЦТВІ ТА АГРОЕКОЛОГІЇ**

Монографія

Підписано до друку 1.12.2021

Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Друк цифровий. Гарнітура Times new roman.

Умовних друкованих аркушів 15 Наклад 100 прим.

Зам. № 520 від 1.12.2021

Видавець ТОВ «Друк»

Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до

Державного реєстру видавців серія ДК №5909 від 18.09.2017 р.

Віддруковано з оригіналу макету замовника в ТОВ «Друк»

м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.