

ПРО КОРЕНЕВУ СИСТЕМУ ЛЮЦЕРНИ

ТИЩЕНКО О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8095-9195

ТИЩЕНКО А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-5971-8349

КУЦ Г.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0448-9432

ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8649-0618

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми Довговічність, ріст, формування надземної частини рослини люцерни та продуктивність залежать від розвитку її кореневої системи. Тому знання причин, які обумовлюють зміни у кореневій системі, дуже важливі й необхідні для того, щоб цілком свідомо впливати на хід росту і розвитку цієї культури.

Результати досліджень. Роль кореня у житті рослин багатогранна. Насамперед, це – спеціалізований орган поглинання води і поживних речовин із ґрунту. Друга сторона діяльності кореневої системи – часткова або повна переробка поглинутих іонів, їх відновлення, включення у різні органічні сполуки та транспортування у надземні органи для синтезу складних метаболітів і фізіологічно активних речовин. Третя функція – виділення у навколишнє середовище речовин, різних за хімічною природою і біологічним значенням. [1]. Оскільки процеси життєдіяльності цілої рослини суворо координуються шляхом обміну продуктів метаболізму коренів і листя, коренево-листяний функціональний зв'язок розглядають зараз як глобальний, що обумовлює цілісність вищої автотрофної рослини [2]. І все-таки, у цьому зв'язку вирішальна роль відводиться кореневій системі, оскільки посилений ріст рослин починається з інтенсифікації її функціонування, а старіння – з виникнення кореневої недостатності. Коріння рослин здатні до виключно різноманітної метаболічної діяльності [3]. Встановлено, що у них відбувається складний обмін речовин, тісно пов'язаний з роботою надземних органів: фотосинтезом, диханням, ростом, розвитком і формуванням насіння. Лист і корінь обумовлюють безперервність пересування води і синтезованих ними пластичних речовин, забезпеченість цими речовинами всіх інших органів рослини: стебел, квіток, плодів.

Отже, значення кореневої системи у життєдіяльності рослин виходить далеко за межі органу, що постачає у надземну частину воду та елементи живлення. У кореневій системі протікають специфічні реакції, продукти яких мають першочергове значення для життя рослин. Характер цих реакцій і кількість речовин, що утворюються при цьому, які володіють високою фізіологічною активністю, визначаються видовими особливостями організму, умовами середовища навколо кореневої системи і асимілянтами, які надходять з надземних органів [4; 5]. Тому при вирощуванні сільськогосподарських культур головною передумовою отримання високого рівня врожаю є нормальний розвиток

кореневої системи, яка спроможна забезпечити надземні органи достатньою кількістю поживних речовин.

Під час проходження продукційного процесу на розвиток кореневої системи впливає ціла низка факторів [6; 7; 8]. У зв'язку з цим вивчення її росту і розвитку у сільськогосподарських культур сприяє вирішенню важливої проблеми у рослинництві – регулювання процесів життєдіяльності через кореневу систему, кінцевою метою якої є збільшення продуктивності рослин і поліпшення її якісних характеристик.

У люцерни прийнято розрізняти основний тип кореневої системи – це стрижневий корінь з розвиненими бічними коренями. У той же час, ряд дослідників зазначають, що її стрижневий корінь має свої особливості: кількість бічних коренів і ступінь їх розвитку може бути різною, залежно від походження, виду, сорто типу культури [9; 10; 11]. При вивченні різних видів еколого-географічних типів люцерн, П.О. Лубенець [12], О.І. Іванов [13; 14], Е.М. Сінська та ін. [15] зазначали, що за формою, морфологічною структурою кореневої системи і кількістю бічних коренів вони можуть відрізнятися. Так, у люцерни північного походження число великих бічних відгалужень відносно невелике – 10-15, у південних – значно менше або взагалі вони відсутні. Трипільська та прованська люцерни формують бічних коренів від 3-х до 5-ти, місцеві сорти Європейської частини СРСР, Західної Європи, Північної Америки утворюють їх залежно від способу висіву (суцільний, гніздовий).

Є і інші форми кореневої системи, які формуються у багатьох сортотипів мінливої та жовтої люцерни. Вони утворюють кілька розвинених розгалужених головних коренів, а також довгокореневищностержневого типу [12; 16; 17]. Для ряду екотипів серповидної і північної люцерн характерні коренепаросткові й кореневищні кореневі системи [18]. Таким чином, на основі аналізу літературного матеріалу і власних досліджень можна сказати, що у кожного виду, сорту є свої особливості за формою, потужністю розвитку кореневої системи і залежать вони як від виду, сорту культури, так і факторів навколишнього середовища. До цього слід додати, що розширення знань про морфологічну структуру кореневої системи, її форму, архітектоніку має не тільки теоретичне, а й практичне значення. Помічено, що сорти сільськогосподарських культур в однакових умовах дають різний врожай як за величиною, так і за якістю. У зв'язку з цим треба додати, що сорти у своєму

сортименті складаються з різних генотипів, які відрізняються потужністю і фізіологічною активністю кореневої системи.

Е.М. Сінська [18; 15], П.О. Лубенець [12], О.І. Іванов [13; 14], Ф.І. Філатов [10] вивчаючи різні екотипи, види прийшли до висновку, що між ними є різниця за формою, морфологічною структурою і

кількістю кореневої маси, а характер розвитку залежить від індивідуальних особливостей культури, тобто спадковості.

Спостерігаючи кілька форм кореневої системи різних екотипів у своїх дослідженнях, Е.М. Сінська та ін. [15] приводять більш детальну їх характеристику (таблиця 1).

Таблиця 1 – Характеристика кореневої системи у різних екотипів люцерни [15]

Екотип	Величина і форма кореневої системи
Вірменський	Ніжна, сильно розгалужена, головний корінь тонкий, бічних коренів дуже багато
Хівінський	Головний корінь веретеноподібний. Бічні корені грубі, відходять під прямим кутом
Средньотуркестанський	Груба коренева система з різко вираженим головним коренем. Бічні корені відходять під прямим кутом
Афганський	Головний корінь грубий, циліндричний. Бічні корені грубі, відходять під прямим кутом
Афганський	Головний корінь грубий. Бічних коренів мало і дуже грубі
Сирійсько-пакистанський	Головний корінь коротко-веретеноподібний. Бічні корені грубі, відходять під прямим кутом
Єменський	Коренева система ніжна з великою кількістю бічних тонких коренів
Триполітанський	Головний корінь стрижневий, сильно розвинений, бічних коренів мало
Малоазійський	Головний корінь довгий, циліндричний. Бічні корені тонкі і відходять під прямим кутом
Малоазійський	Головний корінь потужний, циліндричний. Бічні корені тонкі і відходять під прямим кутом
Арабський	Головний корінь сильно розвинений. Бічних коренів мало і тонкі
Арабський	Головний корінь потужний, циліндричний. Бічні корені тонкі
Західноєвропейський	Головний корінь циліндричний. Бічні корені відходять майже під прямим кутом
Західноєвропейський	Головний корінь циліндричний. Бічні корені ніжні, відходять під прямим кутом
Східноєвропейський	Головний корінь циліндричний. Бічні корені відходять під прямим кутом
Північно-східний (гібридний)	Коренева система ніжна, сильно розгалужена (зимо- і посухостійкі)

З наведених даних видно, що у рослин люцерни спостерігаються всі чотири типи кореневої системи. Але залежно від виду і сорту, співвідношення їх різне. В основному, у 58,3-83,4% рослин зустрічаються другий і третій типи кореневих систем.

С.А. Бекузарова [20] вивчала морфологію кореневих систем молодих рослин люцерни у однолітніх та багаторічних форм і прийшла до висновку, що у довголітніх люцерн зустрічаються більше рослин з «гіллястою» формою кореневої системи (табл. 2).

Таблиця 2 – Кількість коренів різних типів у сортів люцерни, що відзначалися довголіттям [20]

Ступінь довголіття	Варіант	Сорт, форма	Тип коренів, %		
			«Якірні»	«Гіллясті»	«Стрижневі»
Однолітні	1	Месопотамська	60	14	26
	2	Місцева дикоростуча	44	33	22
Багаторічні	3	Дикоростуча місцева	22	36	42
	4	Дикоростуча інорайонна	32	38	29

Ми вважаємо, що найбільш повну характеристику форми кореневої системи люцерни дає широкий уніфікований класифікатор роду *Medicago* L. *Falcago*, який передбачає п'ять

форм кореневої системи у люцерни: стрижневу, стрижнево-розгалужену, стрижнево-мочкувату, сильно розгалужену, стрижнево-кореневищну (рис. 1) [21].

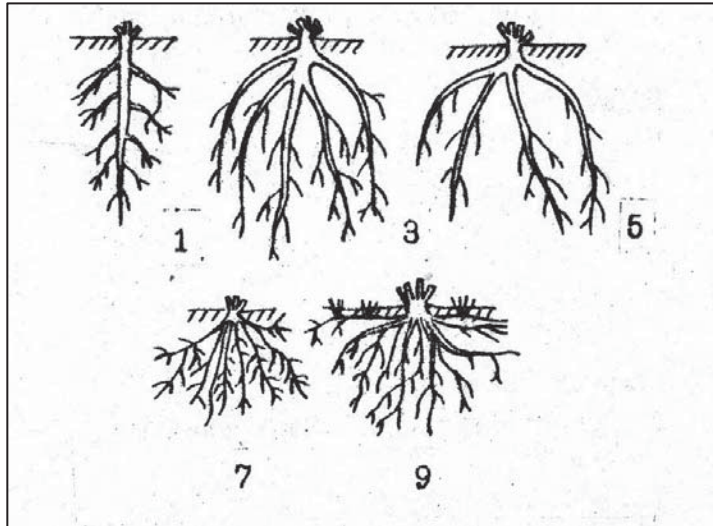


Рис. 1. Корінь – форма (в орному шарі):
 1 – стрижневий, 3 – стрижнево-розгалужений, 5 – стрижнево-мочкуватий,
 7 – дуже розгалужений, 9 – стрижнево-кореневищний [21]

Дослідження D. Smith [22] показали, що сорти люцерни відрізняються за розгалуженістю кореневої системи і автор відзначає три ступені її розгалуженості, відмінності у кількості та розмірі бічних коренів як усередині сортів, так і між ними

(табл. 3). Ці відмінності виявляються серед сортів за різної продуктивності, адаптивності, посухостійкості, морозостійкості. Отже, вони могли бути цінними для поліпшення культури люцерни.

Таблиця 3 – Ступінь розгалуженості кореневої системи у сортів люцерни [22]

Сорт	Відсоток бічних коренів у рослин з різним ступенем розгалуження			Кількість бічних коренів за діаметром, шт	
	сильним	середнім	слабим	d < 1 мм	d ≥ 2 мм
Ladac	50,5	33,5	16,0	340	154
Grimm	43,3	37,4	19,3	318	132
Cossack	35,5	42,3	22,2	289	136
Ranger	25,5	44,7	29,6	263	110
Montana Cammen	25,5	40,2	34,3	256	110
Buffalo	21,7	39,6	38,7	233	101
New Mexico Cammen	15,8	38,5	45,7	199	73
Коефіцієнт варіювання	22,9	17,4	28,0	15,0	36,0

Коренева система сортів Ladac, Grimm, Cossack розгалужена більшою мірою, на відміну від сортів New Mexico Cammen і Buffalo. Сорти Montana Cammen і Ranger за характером розгалуження займають проміжне положення.

У наукових дослідженнях ще мало або взагалі не приділяється уваги вивченню форми кореневої системи, її морфологічної структури. Тому ми у своїх дослідженнях спробували, в якійсь мірі, прояснити ці питання.

У процесі селекційної роботи вивчали рослину люцерни у цілому – кореневу систему і над-

земну частину. Вивчено чотирнадцять гібридних популяцій і вісім сортів селекції Інституту зрошувального землеробства НААН, які відносяться до п'яти видів *Medicago*: *M. sativa* L., *M. varia* Mart., *M. falcata* L., *M. polychroa* Grossh., *M. quasifalcata* Sinsk. У результаті була встановлена неоднорідність популяцій люцерни за формою кореня. Виявлялася стрижнева і стрижнево-розгалужена форма кореневої системи. У вивчених номерів переважала стрижнево-розгалужена коренева система, але її частка була різною, залежно від генотипу (табл. 4) [23].

Таблиця 4 – Структура популяцій люцерни за формою кореневої системи [23]

Назва сорту, популяції	Вид	Частка ознаки «СТР», р±s _p , %
Resistador / Карабаликська	M sativa	65 ± 2,0
Піщана / Різнокolorова	M sativa	65 ± 4,2
ЦП-11 / Site1	M sativa	65 ± 3,7
ФХНВ (Зоряна)	M sativa	63 ± 2,7
Spredor 2 / Піщана	M sativa	63 ± 2,8
М. Оранжева 115	M sativa	62 ± 3,1
M. quasifalcata	M. quasifalcata	58 ± 2,3
Унітро	M. varia	58 ± 3,0
Надежда	M sativa	57 ± 2,2
Spredor 2 / Vertibenda	M sativa	57 ± 3,4
Карабаликська	M sativa	56 ± 2,7
Флора 2 / Надежда	M sativa	54 ± 2,9
Павловська 7	M. falcata	54 ± 3,0
Надежда / В ₁₁	M. varia	50 ± 2,7
Різнокolorова з Грузії	M. polychroa	49 ± 3,4

Примітка: СТР – стрижнево-розгалужена коренева система

Найбільшу питому вагу рослин зі стрижнево-розгалуженою кореневою системою (62-65%) мали популяції: М. Оранжева 115, Spredor 2/Піщана, ФХНВ, ЦП-11/Sitel, Піщана/Різнокolorова, Resistador/Карабаликська. Меншими показниками цієї ознаки (56-58%) відрізнялися сорти Карабаликська, Надежда, Унітро, гібридна популяція Spredor 2/Vertibenda, вид люцерни *M. quasifalcata*. У зразка Різнокolorова з Грузії, гібридної популяції Надежда/Веселодолянська 11 розподіл рослин за формою кореневої системи був дещо іншим: 49-50% рослин мали стрижнево-розгалужену і 50-51% – стрижневу форму кореневої системи.

Слід зазначити, що стрижнево-розгалужена форма кореневої системи люцерни, як єдине поняття, має свої особливості за кількістю бічних коренів, характером їх розгалуження, товщиною, тобто є різною за потужністю [24]. Отже, для характеристики кореневої системи люцерни необхідно володіти інформацією не тільки про загальну кількість бічних коренів, але також про їх товщину, отже ці показники разом визначають цінність люцерни як попередника. Тому, Е.М. Сінська звертає увагу на велике агротехнічне значення видів люцерни *M. hemicycla* (напівциклічна), *M. quasifalcata* Sinsk. (серповидна) і *M. praesativa* Sinsk. (кавказька), які мають численні дрібні коріння і зосереджені вони у верхніх горизонтах ґрунту [18].

Встановлено, що кількість органічної речовини, накопиченої кожною рослиною, має прямий зв'язок з особливостями її генотипу. Види і сорти люцерни

значно розрізняються за накопиченням кореневої маси, а, отже, за здатністю відновлювати структуру ґрунту і покращувати її родючість [12; 13; 25; 9]. А.І. Іванов на Шортандінському опорному пункті ВІР (Казахстан) вивчав масу повітряно-сухих коренів у різних видів люцерни: посівної, мінливої, жовтої, блакитної, напівциклічної при весняному і літньому строках сівби [14]. Збільшення кореневої маси у люцерни посівної і мінливої за весняного терміну сівби (при поганому водозабезпеченні) відзначено тільки у перші два роки життя. На третій рік маса коренів зменшувалася на 28%, у порівнянні з попереднім роком. При літньому строку сівби сприятливі поєднання водного і температурного режимів значно впливали на зростання кореневих систем у сортів посівної люцерни, які на третій рік накопили у 2 рази більше коріння, ніж за весняного. У жовтої люцерни збільшення кореневої маси склало тільки 47%, блакитної – 76, напівциклічної – 52%. Останні два види на четвертий рік життя продовжували нарощувати кореневу систему на 22-27% більшу, у той час як у жовтої вона збільшилася лише на 4%, а у люцерни посівної, навпаки, зменшилася на 12% [13].

Для визначення кількості елементів живлення, які можуть бути звільнені при мінералізації післяживних і кореневих залишків, крім уявлення про масу органічних речовин після оранки люцерни, необхідно знати їх хімічний вміст. Дослідження показали, що кількість мікроелементів залежить від товщини коренів, він неоднаковий у великих і дрібних коренях (таблиця 5).

Таблиця 5 – Вміст елементів живлення в корневих рештках [28]

Фракція корневих залишків	Горизонт ґрунту, см	Вміст елементів живлення, % на абсолютно суху речовину		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Великі	0-20	1,48±0,05	0,311±0,03	0,95±0,02
	20-40	1,55±0,06	0,370±0,05	0,94±0,02
Мілки	0-20	3,23±0,13	0,381±0,01	0,62±0,04
	20-40	3,11±0,03	0,356±0,02	0,48±0,03

Дрібне коріння приблизно у 2 рази багатше азотом, ніж крупне. За вмістом фосфору воно істотно не розрізнялося, а відносно калію – перевага була за великими коренями.

О.І. Соколик і ін., М.Ж. Ашірбеков, З.І. Шлавицька та ін. на підставі своїх досліджень також стверджують, що у дрібних фракціях коренів біологічного азоту значно більше, ніж у великих коренях і з віком люцерни вміст азоту зростає [26; 27; 28].

Іншої думки дотримується П.О. Лубенець [29]. У коріннях дворічної люцерни, залежно від їх товщини, у шарі 0-20 см міститься різна кількість елементів, але у тонких коренях – азоту на 0,14% менше, значно більше кальцію (у 3 рази), магнію (у 4 рази), калію (у 1,7 рази), ніж у товстих (табл. 6). Проте, М.С. Тихонов [30] зазначає, що кількість азоту і кальцію у люцерни залежить від типу кореневої системи, але бере до уваги тільки стрижневий корінь без детальної характеристики його структури (табл. 6).

Таблиця 6 – Валовий вміст речовин у кореневій системі, % [30]

Тип кореневої системи	Опис типів корневих систем	Азоту	Кальцію
1	Ясно виражений стрижневий корінь, не дуже потужний	0,413	0,150
2	Більш потужний ясно виражений стрижневий корінь	0,316	0,127
3	Потужний, різко виражений стрижневий корінь з великими бічними корінцями, розгалужений внизу	0,494	0,234
4	Стрижневого кореня немає, або він неявно виражений, великі коріння розгалужені від кореневої шийки	0,560	0,255

Аналіз таблиці показує, що третій та четвертий типи кореневої системи характеризуються максимальним вмістом азоту, хоча вони мають великі корені та потужний або відсутній стрижневий корінь. Очевидно, такі різні дані можливі за відсутності чіткої диференціації коренів за їх товщиною.

Оструктурюючий вплив люцерни залежить не тільки від вмісту загальної маси коренів у ґрунті, а й від морфологічної структури кореневої системи, її ступеня розгалуженості. Так, люцерна сорту Хорезмська з мочкуватою кореневою системою оструктурює ґрунт краще у перший рік після оранки. На другий і третій роки після оранки більше зберігається водостійких агрегатів у сортів з ясно вираженим стрижневим коренем [9].

Слід зазначити, що малорозгалужені стрижневі корені не можуть надати структурі ґрунту форму окремих мікрогрудочок [31]. Про залежність оструктурюючого впливу морфології і структури її кореневої системи, ступеня розгалуженості коренів у ґрунті пишуть О.І. Соколик та ін. [26]. Дрібним корінням люцерни, як фізіологічно більш активним, належить головна роль у відновленні родючості ґрунту [32]. Виняткове значення мають кореневі волоски – вони збільшують площу поверхні кореневої системи у 20-30 разів, створюючи тісний контакт з ґрунтом, абсолютно перетворюють його прикореневий шар [33]. Люцерна має добре розвинений головний корінь, який поступово тоншає донизу. Від стрижневого кореня відходять бічні корені першого, другого і наступних порядків. На стрижневному і бічних коренях, протягом вегетаційного періоду, розвивається величезна кількість дрібних коренів і корневих волосків, які, відмираючи, замінюються ще більш численними [12; 34; 35].

У сортів, які різко розрізняються між собою за морфологічними показниками і скоростиглістю, є різниця у нагромадженні коренів у межах 12,8-52,2%. Пізньостиглі селекційні сорти ростуть і розвиваються повільно, з цієї причини вони акумулюють меншу кореневу масу, ніж скоростиглі та середньостиглі [324 26].

Тому після різних сортів люцерни у ґрунт зао-

рюють неоднакову кількість органічної маси, валового азоту, фосфору, калію, які у різній мірі покращують агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту [26; 32].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мусиенко Н.Н., Тернавский А.И. Корневое питание растений. К.: Вища школа, 1989. 199 с.
2. Казарян В.О. Старение высших растений. М.: Наука, 1969. 313 с.
3. Курсанов А.Н. Корневая система растения, как орган обмена веществ. *Изв. АН СССР*, 1957. № 6. С. 689-705.
4. Сабинин Д.А. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. *IX Тимирязевские чтения*, 1949. Избр. произведения по минеральному питанию растений. М.: Наука, 1971. С. 430-459.
5. Maria J. Monteros, Silvas Prince, M. Rokebul Anower, Nadium Tayer (2017). Understanding Differences in Alfalfa Root System and Their Importance for Abiotic stress Tolerance. URL: <https://scisoc.confex.com/crops/2017am/webprogram/Paper106166.html>
6. Лимар В.А., Лимар А.О., Наумов А.А. Вплив мікророзшення на ріст, характер розміщення кореневої системи та врожайність моркви столової. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2009. Вип. 62. С. 25-31.
7. Федорчук М.І. Дослідження впливу елементів технології вирощування шавлії лікарської на ріст і розвиток кореневої системи. *Таврійський вісник*. Херсон: Айлант, 2009. Вип. 62. С. 35-41.
8. Brianna J. Gaughan. Screening For Alfalfa Root Traits In Relation To Yield And Crown Rot Disease Resistance. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture (IJAPSA)*. Volume 02, Issue 05, [May– 2016]. P. 184-191. URL: <http://openprairie.sdstate.edu/jur/vol10/iss1/3>
9. Тарковский М.И., Константинова А.М., Гладкий М.Ф. и др. Люцерна. М.: Колос, 1974. 239 с.
10. Филатов Ф.И. Агробиологические основы возделывания многолетних трав на Юго-Востоке СССР. Саратов, 1951. С. 10-45.

11. Кружилін А.С. Биологические особенности орошаемых культур. М.: Сельхозгиз, 1984. 381 с.
12. Лубенец П.А. Люцерна. М.: Колос, 1956. 240 с.
13. Иванов А.И. Люцерна. М.: Колос, 1980. 348 с.
14. Иванов А.И. Распространение люцерны по странам и континентам. *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 1976. Т. 56. Вып. 2. С. 151-152.
15. Синская Е.Н. Люцерна – *Medicago L.* Культурная флора СССР. М.-Л., 1950. Т. 13. С. 3-344.
16. Жаринов В.И., Ключ В.С. Люцерна. К.: Урожай, 1990. 320 с.
17. Будкевич Т.А., Анисова М.А., Таршис Л.Г. др. Физиолого-биохимические аспекты репродукции дикорастущего длиннокорневищного морфотипа *Medicago falcata L.* В культуре. *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2015. Т. 176. Вып. 3. С. 296-324.
18. Синская Е.Н. Дикорастущие люцерны Кавказа перспективы их использования в селекции и семеноводстве. *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1948. Т. XXVIII. Вып. 1. С. 11-34.
19. Синская Е.Н., Шебалина М.А. Селекция кормовых культур. М.-Л.: Сельхозгиз, 1936. 190 с.
20. Бекузарова С.А. Методы отбора интродуцентов бобовых трав на ранних этапах селекции. *Сб. научных трудов*. М., 2002. Вып. 6. С. 20-25.
21. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Medicago L.*, *Subgen Medicago-subgen. Falcago* (Reichenb.) Peterm. Л., 1987. 30 с.
22. Smith L. Root branching of alfalfa varieties and strains. *Agron. J.* 1951. V. 43. P. 573-575.
23. Тищенко О.Д., Андрусів Л.В., Рибалко Я.М. Різноманіття кореневої системи у популяціях люцерни. *Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 18-22.
24. Тищенко О.Д., Тищенко А.В. Методика селекції люцерни на підвищений рівень накопичення кореневої маси. Херсон, 2016. 15 с.
25. Косинский В.С. О накоплении и разложении корневых остатков многолетних трав. *Сов. Агротомия*. 1953. №3. С. 73-78.
26. Соколик А.И., Рождественский М.И. Влияние различных сортов люцерны на плодородие почвы. *Агротомия*. 1979. №10. С. 73-80.
27. Аширбеков М.Ж. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растений в сероземнолуговой почве хлопкового севооборота староорошаемой зоны Голодной степи. *Вестник Алтайского Государственного университета*. 2012. № 8 (94). С. 32-37.
28. Шлавицкая З.И., Красильникова Г.В. Содержание макро и микроэлементов в корневых остатках люцерны. *Агротомия*. 1977. № 7. С. 61-69.
29. Лубенец П.А. Видовой состав и селекционная оценка культурных и дикорастущих люцерн. *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1953. Т. 30. Вып. 2. С. 3-135.
30. Тихонов М.С. Селекция люцерны на улучшение её структурообразовательных свойств. *Селекция и семеноводство*. 1947. № 10. С. 31-35.
31. Вильямс В.Р. Основы земледелия. М.: Сельхозгиз, 1973. С. 1-98.
32. Литвинова Т. Значение сорта люцерны в травосмесях для хлопковых севооборотов. *Хлопководство*. 1953. №5. С. 33-36.
33. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. С. 21-201.
34. Сніговий В.С., Голобородько С.П. Ефективність вирощування люцерни на насіння за енергоощадними технологіями. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 5. С. 12-13.
35. Пак К.П., Степанец И.Т. Роль люцерны в рисовом севообороте. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1973. № 4. С. 43-48.

REFERENCES:

1. Musienko N.N. & Ternavskiy I.I. (1989). *Kornevye pitaniye. [Root plants nutrition]*. Kiev: Vishha shkola [in Russian].
2. Kazaryan V.O. (1969). *Starenie vysshikh rasteniy [Aging of higher plants]*. Moskva: Nauka. [in Russian].
3. Kursanov A.N. (1957). *Kornevaya sistema rasteniya, kak organ obmena veshchestv [Root system of plants, as a body of metabolism]*. Izvestiya ANSSSR [in Russian].
4. Sabinin D.A. (1971). *O znachenii kornevoy sistemy v zhiznedeyatel'nosti rasteniy. Izbrannye proizvedeniya po mineral'nomu pitaniyu [On the importance of the root system in the life of plants. Selected works on mineral nutrition]*. Moskva: Nauka [in Russian].
5. Maria J. Monteros, Silvas Prince, M. Rokebul Anower, Nadium Tayer. (2017). Understanding Differences in Alfalfa Root System and Their Importance for Abiotic stress Tolerance. URL: <https://scisoc.confex.com/crops/2017am/webprogram/Paper106166.html> [in English].
6. Lyamar V.A., Lyamar A.O., & Naumov A.A. (2009) *Vplyv mikrozhovhennia na rist, kharakter rozmishchennia korenevoi systemy ta vrozhainist morkvy stolovoi [The effect of micro-irrigation on growth, the nature of the placement of the root system and the yield of carrot dining]*. Kherson. Tavriiskyi naukovyi visnyk [in Ukrainian].
7. Fedorchuk M.I. (2009). *Doslidzhennia vplyvu elementiv tekhnologii vyroshchuvannia shavlii likarskoi na rist i rozvytok korenevoi systemy [Investigation of the influence of the elements of the technology of growing salvia of the medicinal plant on the growth and development of the root system]*. Kherson. Tavriiskyi naukovyi visnyk [in Ukrainian].
8. Brianna J. Gaughan. Screening For Alfalfa Root Traits In Relation To Yield And Crown Rot Disease Resistance. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture (IJAPSA)*. 02, 05, 2016, 184-191. URL: <http://openprairie.sdstate.edu/jur/vol10/iss1/3> [in English].
9. Tarkovskiy M.I., Konstantinova A.M., & Gladkiy M.F. (1974). *Lytserna [Alfalfa]*. Moskva: Kolos [in Russian].
10. Filatov F.I. (1951). *Agrobiologicheskie osnovy vzdelyvaniya mnogoletnikh trav na Yugo-Vostoke SSSR [Agrobiological bases of cultivation of perennial grasses in the South-East of the USSR]*. Saratov [in Russian].
11. Kruzhilin A.S. (1984). *Biologicheskie osobennosti oroshaemikh kul'tur. [Biological features of irrigated crops]*. Moskva: Sel'khozgiz [in Russian].
12. Lubenets P.A. (1956). *Lytserna [Alfalfa]*. Moskva: Kolos [in Russian].

13. Ivanov A.I. (1980). *Lyutserna [Alfalfa]*. Moskva: Kolos [in Russian].
14. Ivanov A.I. (1976). Rasprstranenie lyutserny po stranam i kontinentam [Distribution of alfalfa by countries and continents]. *Trudy po prikladnoy botnike, genetike i selektsii – Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*, 56,2, 151-152 [in Russian].
15. Sinskaya E.N. Lyutserna – *Medicago* L. (1950). Alfalfa – *Medicago* L. *Kul'turnaya flora SSSR* [Cultural flora of the USSR] (Vol. 13, pp. 3-344). Moskva-Leningrad [in Russian].
16. Zharinov V.I., & Klyuy, V.S. (1990). *Lyutserna [Alfalfa]*. Kiev: Urozhay [in Ukrainian].
17. Budkevich T.A., Anisova M.A., Tarshis L.G., Aleshchenkova, Z.M., Fedorenchik, A.A., & Khripach V.A. et. al. (2015). Fiziologo-biokhimicheskie aspekty reproduktivnoy dikorastushchego dlinnokornevishchnogo *Medicago falcata* L morfotipa v kul'ture [Physiological and biochemical aspects of reproduction of wild-growing long-rooting *Medicago falcata* L. morphotype in culture]. *Trudy po prikladnoy botnike, genetike i selektsii – Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*, 176, 3, 296-324 [in Russian].
18. Sinskaya E.N. (1948). Dikorastushchie lyutserny Kavkaza i perspektivy ikh ispol'zovaniya v selektsii i semenovodstve [Wild alfalfa of the Caucasus prospects for their use in breeding and seed production]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii – Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*, 28, 1, 11-34 [in Russian].
19. Sinskaya E.N., & Shebalina M.A. (1936). *Seleksiya kormovykh kul'tur. [Selection of fodder crops]*. Moskva-Leningrad: Sel'khozgiz [in Russian].
20. Bekuzarova S.A. (2002). Metody otbora mntroducentov bobovykh trav na rannikh etapakh selektsii [Methods for selecting exoticspecies of legumes at early stages of breeding]. *Sb. nauchnykh trudov – Col. of scientific papers*, 2, 20-25. 320 [in Russian].
21. Shirokiy unifikatsionnyy klassifikator SEV roda *Medicago* L., *Subgen Medicago-subgen. Falcago* (Reichenb.) Peterm. (1987). SSSR, Leningrad [in Russian].
22. Smith L. (1951). *Root branching of alfalfa varieties and strains. Agron. J., Vol. 43, 573-575* [in English].
23. Tyshchenko O.D., Andrusiva L.V., & Rybalko Ya.M. (2006). Riznomanittia korenevoi systemy u populatsiyakh liutserny [Diversity of the root system in alfalfa populations]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty Roslyn – Variety study and protection of rights to plant varieties*, 3, 18-22 [in Ukrainian].
24. Tyshchenko O.D., & Tyshchenko, A.V. (2016). *Metodyka selektsii liutserny na pidvyshcheni riven nakopychennia korenevoi masy [Method of selection of alfalfa for increased level of accumulation of root mass]*. Kherson [in Ukrainian].
25. Kosinskiy V.S. (1953). O nakoplenii i razlozhenii kornevikh ostatkov mnogoletnikh trav [About accumulation and expansion of root residuals of perennial grasses]. *Sovetskaya agronomiya – Sov. Agronomy*, 3, 73-78 [in Russian].
26. Sokolik A.I., & Rozhdestvenskiy M.I. (1979). Vliyanie razlichnikh sortov lyutserni na plodorodie pochvi [Influence of different varieties of alfalfa on soil fertility]. *Agrokhimiya – Agrochemicals*, 10, 73-80 [in Russian].
27. Ashirbekov M.Zh. (2012). Nakoplenie kornevoy massy i pozhnivnikh ostatkov rasteniy v serozemno-lugovoy pochve khlopkovogo sevooborota starooroshaemoy zoni Golodnoy stepi [Accumulation of root mass and sifted residues of plants in the sulfur-meadow soil of cotton crop rotation of the old-irradiated zone of the Hungry steppe]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of the Altai State University*, 8 (94), 32-37 [in Russian].
28. Shlavitskaya Z.I., & Krasil'nikova G.V. (1977). Soderzhanie makro i mikroelementov v kornevikh ostatkakh lyutserni [The content of macro and microelements in the alfalfa root residuals]. *Agrokhimiya – Agrochemicals*, 7, 61-69 [in Russian].
29. Lubenets P.A. Vidovoy sostavi selektsionnaya otsenka kul'turnikh i dikorasttshchikh lyutsern [Species composition and selection evaluation of cultured and wildlife alfalfa]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii – Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*, 30, 2, 3-135 [in Russian].
30. Tikhonov M.S. (1947). Seleksiya lyutserny na uluchshenie ee stukturoobrazovatel'nykh svoystv [Selection of alfalfa for improvement of its structure-forming properties]. *Seleksiya i semenovodstvo – Selection and seed production*, 10, 31-35 [in Russian].
31. Vil'yams V.R. (1973). *Osnovy zemledeliya [Fundamentals of agriculture]*. M.: Sel'khozgiz [in Russian].
32. Litvinova T. (1953). Znachenie sorta lyutserny v travosmesyakh dlya khlopkovykh sevooborotov [The value of the alfalfa variety in grassland for cotton seed crops]. , 5, 33-36 [in Russian].
33. Stankov N.Z. (1964). *Kornevaya sistema polevykh kul'tur [Root system of field crops]*. M.: Kolos [in Russian].
34. Snihovyi V.S., & Holoborodko, S.P. (2008). Efektymist vyroshchuvannia liutserny na nasinnia za enerhooshchadnyimi tekhnolohiyami [Efficiency of growing alfalfa seeds on energy-saving technologies]. *Visnyk ahramoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 5, 12-13 [in Ukrainian].
35. Pak K.P., & Stepanec I.T. (1973). Rol' ljucerny v risovom sevooborote [The role of alfalfa in rice crop rotation]. *Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki – Bulletin of Agricultural Science*, 4, 43-48 [in Russian].