

Д.Ф. ДЕРКАЧ¹, В.Д. ЗОСИМОВ²

¹Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, МСП, 01601

²Київський обласний державний проектно-технологічний центр
охорони родючості ґрунтів і якості продукції

ДИСИПАЦІЯ ЕНЕРГІЇ ПОТУЖНОГО ЧОРНОЗЕМУ ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА» ПІД ВПЛИВОМ ЕКСПАНСІЇ *PRUNUS SPINOSA* L.

К л ю ч в і с л в а: втрати гумусу, енергопотенціал, прогноз, урожай, фітомаса, речовина, енергія

D.F. DERKACH¹, V.D. ZOSIMOV²

¹M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

²Kyiv Regional State project-technological center of soil fertility
and product quality protection, Kyiv

DESIPATION OF ENERGY OF POTENT CHERNOZEM IN «MIKHALIVSKA TZILYNA» RESERVE UNDER THE INFLUENCE OF THE *PRUNUS SPINOSA* L. EXPANSION

Biological features of *Prunus spinosa* L. are described. Formulae for prognosis calculation of the blackthorn expansion in grass phytocoenosis are listed. Humus and its energy potential losses have been studied. It is established that for ten-year period of blackthorn growing with its flowerbed of 78 m in diameter on potent chernozem the meter layer of soil loses 14 t/ha of humus. It equals to energy potential loss of 3526 GJ/ha or to 1,3 cm humus layer depletion.

К е у w o r d s: humus, energy potential, prognosis, phytomass, clonal blackthorn shoots

Д.Ф. ДЕРКАЧ¹, В.Д. ЗОСИМОВ²

¹Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України, г. Київ

²Киевский областной государственный проектно-технологический
центр охраны плодородия почв и качества продукции

ДИССИПАЦИЯ ЭНЕРГИИ МОЩНОГО ЧЕРНОЗЕМА ЗАПОВЕДНИКА «МИХАЙЛОВСКАЯ ЦЕЛИНА» ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСПАНСИИ *PRUNUS SPINOSA* L.

Дана характеристика биологических особенностей роста, развития и распространения кустарника *Prunus spinosa* L. Предлагаются формулы для определения величины площадей под терном в результате его экспансии в травяные фитоценозы степей. Исследованы потери гумуса и его эквивалента — энергопотенциала. Установлено, что за 10 лет на месте формирования на мощном черноземе куртины терна диаметром 78 м, метровый слой почвы теряет 14 т/га гумуса, что эквивалентно 3526 ГДж/га энергии, а в объемном выражении составляет слой гумуса толщиной 1,3 см.

Ключевые слова: потери гумуса, энергопотенциала, урожай, фитомасса, вещество, энергия

З кінця 50-х років ХХ ст. на східному краї заповідного степу «Михайлівська цілина» росло кілька особин чагарника *Prunus spinosa* L., з яких розпочалась його інтенсивна експансія в заповідник. Уже в 1974 р. виявлено три невеликі осередки терену в різних частинах абсолютно заповідного степу (АЗС). Під час геоботанічного

© Д.Ф. ДЕРКАЧ, В.Д. ЗОСИМОВ, 2007

картування в червні 1981 р. В.С. Ткаченко зафіксував на АЗС більше десятка його окремих куртин діаметром від 5 до 23 см [22]. У червні 2001 р., за даними згаданого вище автора, площа тереняків на АЗС сягала 2,02 га, а кількість поодиноких кущів і дифузно розсіяних окремих екземплярів збільшилася до 32 [23]. У періодично викошуваному степу (ПВС) ці показники становили, відповідно, 0,55 га і 9 штук.

Prunus spinosa надзвичайно поліморфний вид, його представники значно різняться за габітусом, варіюючи від карликових форм заввишки 0,5 м до досить високих (4–6 м) кущів.

Коренева поросль цієї рослини утворюється з додаткових або адвентивних бруньок, густо розташованих на горизонтальних коренях, що залягають переважно на глибині до 5–60 см, і лише незначна частина їх досягає 80–120 см і глибше. В.А. Колесніков відзначає, що окремі корені *P. spinosa* іноді сягали глибини 7 м [13]. Природне старіння або механічне знищення чагарника, сильне пошкодження морозами чи іншими несприятливими факторами середовища посилюють кореневе утворення і численні паростки починають інтенсивно заселяти навколишню територію. Спочатку паростки з обростаючими гілками мають однакову висоту. Досягнувши «межі критичної щільності» — деь через 3–4 роки — приріст парості куща у висоту загалом знижується на 6–15 % порівняно з поодинокими екземплярами.

Висока щільність — до 3–6 клонів на 1 м² — задіює механізм авторегуляції, який забезпечує оптимальну популяційну щільність цього виду. Остання залежить від трофності ґрунту, біологічної особливості виду і агрометеорологічних умов місцевості. Незважаючи на те, що рослина розвивається з однієї насінини і в подальшому розмножується вже вегетативним способом, але, незалежно від розміру куща, вся її коренева система поєднана. Можна припустити з високою ймовірністю, що до центральних екземплярів у посушливі періоди надходить вода, яку всмоктують периферійні паростки з оточуючих ділянок. У двометровому шарі ґрунтової товщі останніх, як правило, містяться більші запаси продуктивної вологи, ніж у центральній частині куща.

У достатній кількості вологи для хорошого росту молоді порослі вистачає лише на 3–5 років. У подальшому інтенсивність росту і стан рослин погіршується через нестачу вологи у другій половині вегетаційного періоду. Запаси вологи кореневмісного шару знижуються до рівня вологості стійкого в'янення і нижче. При цьому в розпал літа частково опадає листя і засихають нижні скелетні гілки.

Для *P. spinosa* характерний відносно швидкий ріст і розвиток як куща у цілому, так і окремих його органів. Ця властивість проявляється у швидкоплідності і активному наростанні обсягу крони, а також у деяких особливостях росту куща і проходження фенофаз пагонів та бруньок. Куртини терену бувають різного діаметру, але кожна з них — це один кущ, сформований численними паростками. Досить яскраво кількісна та вікова градація велетенського куща простежується в напрямку від його центру до периферії: висота поступово знижується, а кількість рослин на 1 м² у декілька разів збільшується. Щільність порослі у віці до 5 років може сягати 10–15 шт. і більше на 1 м². У подальшому у процесі конкуренції за воду та світло окремі паростки поступово відмирають і у віці 8–15 років їх кількість на 1 м² зменшується до 3–5 шт.

По мірі росту та інтенсивного гілкування формуються досить густі, щільні зарослі, внаслідок чого пряме сонячне проміння в нижні яруси намету крон і на поверхню ґрунту практично не проникає. Це, своєю чергою, призводить майже до повного зникнення трав'яного покриву і відмирання гілок в нижньому ярусі. Лише на вершині 3–4-метрового куща залишається 5–8 гілок з листям, які сплітаються з гілками сусідніх кущів, утворюючи густе шатро.

З усіх вегетативних органів *P. spinosa* найбільшою силою росту відзначаються його корені, які можуть рости в бік за межі куща на відстань до 3–4 м на рік. Слід зазначити й те, що вздовж такого кореня із сплячих адвентивних бруньок через кожні 10–15 см з'являються паростки, в результаті чого куртина займає навколишні території.

Експедиційні польові дослідження 2004 та 2005 рр. показали, що за рік радіус куртини збільшується на 0,6–10 м залежно від агрометеорологічних умов року. Підрахунки на основі величини діаметра (78 м) куртини, яка утворилася впродовж 35 років, засвідчують, що в середньому за рік діаметр збільшується на 2,22 м.

Зовнішні контури куртин терену в першому наближенні можна прийняти за коло чи еліпс, тому пропонується формула для визначення їх загальної площі та щорічного приросту у вигляді кола:

$$S_{кр} = 3,14 \cdot (\Pi_p \cdot n)^2, \quad (1)$$

де $S_{кр}$ — площа куртини, подібної до круга за певний рік, м²; Π_p — середній приріст радіуса за рік, м; n — кількість років.

Для куртин, подібних до еліпса, площу можна визначити за формулою:

$$S_{ел} = 3,14 \cdot A \cdot B \cdot n, \quad (2)$$

де $S_{ел}$ — площа куртини, подібної до еліпса, за певний рік, м²; A — середній приріст за рік великого радіуса еліпса за рік, м; B — середній приріст малого радіуса еліпса за рік, м; n — кількість років.

Формула (1) дозволяє прогнозувати наростання площі куртин через будь-які відрізки часу.

Для визначення кількості років, упродовж яких буде зайнята певна площа (в га) куртиною чагарника пропонується така формула (3) для округлої форми і для еліпса (4):

$$n = \sqrt{\frac{S}{3,14 \times \Pi_p}} \quad (3)$$

$$n = \frac{S}{3,14 \cdot A \cdot B} \quad (4)$$

Таким чином, якщо приріст радіуса за 40 років збільшиться удвічі, то площа куртини — у 3–5 разів (табл. 1).

Слід враховувати також, що, крім збільшення площі існуючих куртин, з'являтимуться нові, які виростатимуть із насіння, занесеного птахами, тому розповсюдження цього чагарника і наростання площі його куртини має характер ланцюгової реакції. Якщо таких «кущів» на даний час налічується близько 10, то при середньому прирості радіуса на 0,6 м на рік упродовж 40 років загальна втрата лучного степу становитиме 9,2 га, а при прирості на 1 м площа збільшиться до 15,4 га (табл. 1).

Таблиця 1. Прогноз втрати площі (га) трав'яної рослинності на АЗС «Михайлівської цілини» внаслідок розростання куртини *P. spinosa* (діаметром 60 м) з різними величинами річних приростів радіуса впродовж 2005–2045 рр.

Рік	Зміна радіусу куртини в часі залежно від величини річних приростів (ΔR)			Зміна площі куртини (га) в часі залежно від величини річних приростів (ΔR)			Збільшення площі приростів куртини (га) з віком за різних ΔR			Прогнози величини втрат площі трав'яних угруповань (га) на АЗС внаслідок розростання 10 куртин		
	$\Delta R = 0,6$ м	$\Delta R = 1,0$ м	$\Delta R = 2,0$ м	$\Delta R = 0,6$ м	$\Delta R = 1,0$ м	$\Delta R = 2,0$ м	$\Delta R = 0,6$ м	$\Delta R = 1,0$ м	$\Delta R = 2,0$ м	$\Delta R = 0,6$ м	$\Delta R = 1,0$ м	$\Delta R = 2,0$ м
2005	30	30	30	0,28	0,28	0,28	0,13	0,22	0,51	2,8	2,8	2,8
2015	36	40	50	0,41	0,50	0,75	0,13	0,22	0,51	4,1	5,0	7,5
2025	42	50	70	0,55	0,74	1,54	0,14	0,24	0,80	5,5	7,9	15,4
2035	48	60	90	0,72	1,13	2,5	0,17	0,39	1,00	7,2	11,3	25,0
2045	54	70	110	0,92	1,54	3,8	0,20	0,41	1,3	9,2	15,4	38,0

Тому інтенсивну експансію *P. spinosa* можна назвати «армагедоном степів», з часом чагарник поглине більшу частину їх площі, що призведе до великих втрат степових трав'яних ценозів.

Швидкість і обсяги наступу терену на степ залежать від його біологічних особливостей, типу ґрунту, кількості в ньому поживних речовин та агрокліматичних умов місцевості.

Основну роль у розповсюдженні *P. spinosa* відіграють птахи. Сукцесійні процеси у степу, спричинені орнітохорною діяльністю граків, ворон, шпаків та ін., призводять до насичення степу чагарниками та деревами, які знаходяться в оптимальних для росту і розвитку умовах.

Терену як плодової рослині властива скоростиглість бруньок. За період вегетації він може формувати дві, а то й три їх генерації, що досить помітно впливає на процес індивідуального розвитку. У його онтогенезі відбуваються два важливі процеси — ріст і швидкий розвиток. У щільних угрупованнях цієї рослини переважає апікальний ріст, а латеральний (потовщення стовбура, гілок і пагонів) загальмований внаслідок відсутності вільного простору, дефіциту прямого сонячного освітлення та нестачі вологи.

У ході онтогенезу відбуваються послідовні вікові зміни ріст, розвиток, плодоношення і відмирання. Усі ці особливості вікового стану і співвідношення між вегетативним ростом і плодоносними органами (плодоношенням) П.Г. Шитт [26] обрав за показники, за якими визначив у дерев і плодкових рослин кілька вікових періодів, а саме: посиленого росту, росту і плодоношення, плодоношення і росту, плодоношення і, нарешті, спадання плодоношення і засихання.

За даними А.Ю. Кудрявцева, старіння і відмирання популяції терену в центрі куртини починається після 20 років і завершується через 6–12 років появою про-світлень у верхньому шатрі куртини, що сприяє розвитку трав'яного покриву [16]. При цьому значно збагачується його видовий склад. Спостереження вищезгаданого автора здійснені в умовах континентального клімату на Приволзькій височині, але ці дані не можна віднести до лісостепової зони України. За нашими результатами і дослідженнями інших науковців 30-40-річні тернякові угруповання, навпаки, лише

«набирають обертів», інтенсивно наступаючи на пирійно-куничникові фітоценози АЗС заповідника «Михайлівська цілина» [22, 23].

Один з авторів цієї статті щорічно спостерігає на півдні Вінниччини зарості терену на узліссі деградованої діброви, які ростуть там ще з XIX століття. Проте й досі немає ознак їх деградації чи зменшення площі, а навпаки, вони все більше і більше охоплюють залишені поля. Довговічність цього чагарника можна пояснити тим, що паростки, які з'являються з кореня, продовжують свій розвиток від початкових стадій.

Коли настає його останній віковий період — плодоношення і засихання, всередині куртини найстаріші пагони починають випадати, але на їх місці можуть з'явитися нові паростки, оскільки корені терену характеризується реверсивністю, тобто здатністю повертатися на старе місце і утворювати нову парость. Ріст чагарника може припинитися лише в разі його хімічного знищення або повного виснаження ґрунту. Останнє мало ймовірно, бо густа коренева система, старіючи та відмираючи, частково поповнює ґрунт гумусом і поживними речовинами. Крім цього, терен надзвичайно витривалий до підвищеного вмісту солей в ґрунті і навіть явища алелопатії не лімітують його розвиток.

Можна констатувати, що експансія терену є величезною загрозою для степових заповідників. Адже навіть за найбільш приблизними розрахунками, якщо не призупинити його наступу на «Михайлівську цілину», то через 20–25 років терен займатиме до третини від загальної площі АЗС. Крім терену ще є й інші чагарники, дерева, які також інтенсивно розповсюджуються, тому площа степу скорочуються ще більше.

Експансія *P. spinosa* у степах впливає на ґрунтотвірні процеси, які до цього часу залишаються не дослідженим. Не існує одностайної думки щодо ролі природних і штучних лісостанів у накопиченні органічної речовини в ґрунтах. Адже ліси, що тисячі років ростуть на одному місці, не виснажують ґрунт і не самозріджуються. В.В. Докучаєв у низці своїх праць яскраво охарактеризував зв'язок ґрунтоутворення з рослинністю та участь останньої у цьому процесі.

Під впливом лісової рослинності відбувається лише процес опідзолювання ґрунту [13, 21]. С.І. Коржинський вперше висловив думку про те, що ліс, який поселяється на чорноземі, спричиняє деградацію останнього [13]. Під впливом дуба відбуваються процеси зменшення вмісту перегною, вилуговування полуторних окиснів, збільшення кількості двоокисів кремнію і таким чином чорноземи перетворюються в сірі лісові ґрунти [12]. Д.Ф. Деркач повідомляє про значне зниження (до 4 %) вмісту потужного чорнозему і його енергопотенціалу при багаторічному вирощанні *P. spinosa* у «Михайлівській цілині» [8]. У той же час інші дослідники стверджують, що лісові рослини, поселяючись на чорноземах, не завжди спричинюють їх опідзолення [2, 6, 7]. А.А. Роде, аналізуючи це питання, дійшов висновку, що характер зміни степових ґрунтів під лісом може бути різним [18]. Зокрема, насадження лісу на чорноземах часто посилюють біологічну акумуляцію, а не процеси опідзолювання. До аналогічного висновку дійшли С.І. Коржинський та В.Г. Стадніченко, вивчаючи ґрунти штучних насаджень у степовій зоні України, які стверджують, що в умовах степу запаси води є вирішальним фактором поліпшення лісорослинних умов, які впливають на ґрунтотвірний процес, а, отже, прогресивне збільшення родючості ґрунту під лісом [13, 20]. Зокрема, В.Г. Стадніченко [18] зазначає, що відсотковий вміст гумусу під лісом інтенсивніше збільшується у звичайному чорноземі, в той час як у південному чорноземі інтенсивність його нако-

пичення зменшується, а в темно-каштанових ґрунтах — навіть ще більшою мірою. А.П. Травлеєв [24] відзначає своєрідність ґрунтотворних процесів у степовій зоні під лісами, вважаючи, що вони нічого спільного з опідзолюванням не мають, а навпаки, під цими лісами кількість гумусу збільшується, поліпшуються агрохімічні властивості і знижується карбонатний горизонт. П.С. Погребняк [17] стверджував, що процеси деградації чорнозему під лісовими насадженнями короточасні і, розвиваючись по замкненому колу, забезпечують сталість ґрунтових процесів і типів місцезростань для лісу.

З огляду на суперечливу оцінку ролі деревостанів у ґрунтотворних процесах автори поставили собі за мету з'ясувати, як змінюються агрохімічні показники потужного чорнозему в АЗС, де в даний час росте куртина *P. spinosa* діаметром 78 м.

Важливо відзначити і те, що у «Михайлівській цілині» визначали агрохімічні показники у 1960, 1968 та 1982 рр., коли там спостерігали тільки трав'яні фітоценози. Це дозволяє зробити оцінку впливу деревних рослин на зміну агрохімічних показників на основі порівняння минулих визначень із сьогоденними.

Методика досліджень

Під час чергових експедицій 2004 і 2005 рр. до заповідника «Михайлівська цілина» відібрано зразки ґрунту в межах цієї куртини, де виростала 10-річна парость терену. Вік парості визначали за річними кільцями поперечного зрізу її штамбу. Зразки ґрунту відбирали у чотирикратній повторності за існуючими методиками [4]. Крім того, відбирали зразки ґрунту в періодично викошуваному степу (ПВС), в агроценозі (АЦ) на відстані 650 м від куртини та в діброві штучної посадки на чорноземі в 1897 р.

Зразки ґрунту аналізували в лабораторії Київського ОДПТЦ охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Кислотність рН визначали за ДОСТ 26483-85, гумус — за І.В.Тюрніним, азот — методом Корнфільда, рухомий фосфор і калій — методом Чирікова модернізованого ДСТУ 4115-2002. Кальцій визначали атомно-абсорбційним методом. Одержані кількісні показники цих елементів у ґрунті перераховували в їх енергетичний потенціал.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати лабораторних аналізів показали, що в потужному чорноземі АЗС під куртиною терену вміст гумусу і запаси енергії порівняно з такими ж показниками трав'яного ценозу АЗС з часом помітно зменшуються (табл. 2). Зокрема, на одній і тій самій ділянці за визначеннями 1968 р. кількість гумусу під трав'яними фітоценозами у 10-сантиметровому шарі становила 12,2 %, що в енергетичному виразі становить 2381 ГДж/га. Визначення цього показника у 2005 р. на цьому ж місці, але вже під куртиною виростаючого терену показали, що кількість його знизилася до 7,55 %, а енергопотенціал зменшився до 1461 ГДж/га. Таким чином, лише за 10 років розвиток терену призвів до втрат гумусу в шарі 0–10 см до 4,65 %, або 40 т/га, а в енергетичних одиницях становить 920 ГДж/га. Порівнюючи з дібровою, в куртині терену лише на 0,94 % гумусу більше, що пояснюється як різним його вмістом, так і різною об'ємною масою, яка в АЗС становить 0,84 г/см³, а в діброві — 0,67 г/см³. У цілому в шарі ґрунту 0–20 см втрати енергії під велетенським кущем терену за 10 років порівняно з АЗС становлять 141,3 т/га гумусу і 3259 ГДж/га енергії

(табл. 2); в діброві цей показник порівняно з тереном вищий лише на 1202 ГДж/га, а в агроценозі — нижчий на 1130 ГДж/га. Зіставлення верхнього 0–50-сантиметрового шару ґрунту з нижнім (50–100 см) засвідчують, що в нижньому горизонті такі втрати гумусу та енергії майже у чотири рази менші (табл. 2). Тобто основна маса коренів *P. spinosa* зосереджується у верхньому шарі і отримує поживні речовини саме з цього горизонту.

Заслугує на увагу і те, що під куртиною терену за 10 років запаси зменшилися на стільки, наскільки в діброві — за 100 років. Це засвідчує, що діброва увійшла в стан гомеостазу і щорічного відновлення свого речовинно-енергетичного вмісту, а на ділянках під *P. spinosa* відбувається інтенсивне винесення енергії, тобто і зростання ентропії. Визначення в ґрунті вмісту найважливішого органогену азоту показали, що і цей елемент досить інтенсивно використовується тереном або виноситься.

Зокрема, величина цього показника у 0–10 см шарі ґрунту на ПВС становить 392 мг/кг, а під тереном — лише 336 мг/кг ґрунту, тобто є нижчою на 56 мг/кг. Порівняно з дібровою і агроценозом, навпаки, — вміст азоту під терняком вищий, відповідно, на 26 і 146 мг/кг ґрунту.

Величина сумарного енергетичного потенціалу азоту, який міститься в різних генетичних горизонтах метрової товщі під кущем 10-річного терену, становить 174 ГДж/га, а в діброві — 149 ГДж/га. Така суттєва різниця свідчить про інтенсивне використання цього елемента навіть на ранній стадії 10-річного розвитку. Якщо порівняти з періодично викошуваним степом, віддаленим від куртин *P. spinosa* лише на 130 м, то і в цьому випадку під тереном енергопотенціал гумусу на 34 ГДж/га нижчий (табл. 3). Зауважимо, що з ПВС упродовж чотирьох років вивозять значні обсяги фітомаси першого укусу. Це засвідчує, що *P. spinosa* відзначається величезною енергією росту, сприяє інтенсивному розкладанню великої кількості гумусу, мінералізації азоту та його виносу. Даний висновок підтверджується порівнянням вмісту як з агроценозом, так із дібровою (табл. 3). Аналогічна ситуація простежується з виносом фосфору та калію (табл. 3). Сумарна величина енергії фосфору в метровому шарі діброви становить 4,72 ГДж/га, в ПВС — 4,8 ГДж/га, а *P. spinosa* — 4,5 ГДж/га. За показником енергії калію відмінності між куртиною терену і ПВС незначні, а порівняно з дібровою — на 0,37 ГДж/га нижчі. Відомо, що на маловилугуваних чорноземах, багатих органічною речовиною, фосфор малорухомий, тимчасом як кількість нітратів за наявності вологи в ґрунті значно збільшується. По мірі збільшення ступеня вилугуваності чорноземів та їх опідзолювання збільшується рухомість фосфатів, зменшується кількість нітритів і посилюється вимивання калію.

Якщо порівняти сумарний енергопотенціал нижнього (50–100 см) шару ґрунту під тереном з таким шаром в діброві і ПВС, то в першому випадку він нижчий, відповідно, на 815 і 268 ГДж/га. Це засвідчує, що чагарник внаслідок великої щільності порослі краще освоює також і нижній (50–100 см) горизонт ґрунту (табл. 3).

Порівняння сумарного енергопотенціалу гумусу, азоту, фосфору і калію в метровій товщі чорнозему серед природних фітосистем показує, що цей показник найнижчий (1232,5 ГДж/га) в куртині терену, зокрема, в діброві він вищий на 564 ГДж/га, а в ПВС — на 972 ГДж/га і лише в агроценозі він на 958 ГДж/га нижчий (табл. 3).

Таблиця 2. Вплив 10-річного розвитку *P. spinosa* на втрати гумусу та його енергопотенціалу (ЕП) на потужному чорноземі (2005 р.)

Потужність горизонту (см)	<i>P. spinosa</i>		АЗС (1968 р.)		Діброва (Д)		Агроценоз (АЦ)		<i>P. spinosa</i> – АЗС		<i>P. spinosa</i> – Д		<i>P. spinosa</i> – АЦ	
	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га	гумус т/га	ЕП ГДж/га
0-10	63,4	1461	103,2	2381	44,4	1023	63,8	1470	-39,8	-917	19,0	438	-0,4	-9
10-20	69,6	1604	99,2	2287	66,1	1523	64,4	1484	-29,6	-682	3,5	81	5,2	120
20-30	65,2	1503	83,1	1915	63,7	1468	59,2	1364	-17,9	-413	1,5	35	6,0	138
30-50	109,2	2517	133,0	3064	122,4	2821	103,0	2374	-23,8	-548	-13,2	-304	6,2	143
50-70	103,6	2387	110,6	2550	112,5	2588	81,4	1876	-7,0	-161	91,1	-201	22,2	512
70-90	85,9	1980	96,6	2226	97,4	2245	76,4	1761	-10,7	-247	-11,5	-265	9,5	219
90-100	30,0	691	42,5	978	45,9	1058	36,4	839	-12,5	-288	-15,9	-366	-6,4	-147
Σ 0-20	133,0	3065	202,4	4668	110,5	2546	128,2	2954	-69,4	-1603	22,5	519	4,8	111
Σ 0-50	307,4	7084	418,5	9647	296,6	6835	290,4	6692	-111,1	-2563	10,8	249	17,0	392
Σ 50-100	219,5	5058	249,7	5754	255,8	5891	194,2	4475	-30,2	-696	-36,6	-833	25,3	583
Σ 0-100	526,9	12142	668,2	15401	552,4	12826	484,6	11168	-141,3	-3256	-25,5	-684	42,3	975

Таблиця 3. Величини енергопотенціалу у складових органічної і мінеральної частин в потужному чорноземі під різними типами фітосистем (2005 р.)

Фітоценоз	Енергопотенціал ГДж/га				
	гумус	азот (N)	фосфор (P)	калій (K)	разом
0–50 см					
<i>P. spinosa</i>	7084,0	107,3	2,41	2,56	7196,3
Діброва	6835,0	104,6	2,52	2,63	6944,8
Агроценоз	6687,0	99,6	3,15	2,09	6791,8
ПВС	7763,0	133,4	2,50	2,4	7901,3
50–100 см					
<i>P. spinosa</i>	5058,0	66,6	2,06	2,22	5129,0
Діброва	5895,0	44,4	2,20	2,58	5944,2
Агроценоз	4476,0	75,4	2,97	2,14	4556,5
ПВС	5307,0	85,1	2,28	2,18	5396,6
0–100 см					
<i>P. spinosa</i>	12142,0	174,0	4,47	4,78	12325,5
Діброва	12730,0	149,0	4,72	5,21	12889,0
Агроценоз	11163,0	175,0	6,12	4,23	11367,0
ПВС	13070,0	218,0	4,79	4,58	13297,4

Останнє є досить зрозумілим, адже агроценози понад 80 років піддаються експлуатації і щорічно з них відчужується велика кількість речовини та енергії.

Оскільки терен — рослина плодова, то доцільно визначити величину виносу енергії на побудову його вегетативної і репродуктивної частин. У терену з «Михайлівської цілини» вага одного плоду коливається в межах 7–10 г. Тому ми не припустимося великої помилки, якщо змодельуємо винос поживних речовин 10-річним тереном на основі таких показників дрібноплідного сорту Ізюм Єрік, вага одного плоду якого сягає 8–10 г. Для цього скористаємося даними І.В. Белоханова [3] щодо вищезгаданих показників деревами сливи сорту Ізюм Єрік з площі 1 га 9-річного саду (табл. 4). Ці рослини належать до одного роду і за своїми біологічними властивостями майже не відрізняється. До цього слід додати, що в культурі сливи площа живлення однієї особини становить 33 м², а в досліджуваній культурі терену на такій площі ростуть близько 120-140 екземплярів. Зрозуміло, що в такому разі величина виносу поживних речовин буде більшою, а забезпеченість водою і теплом — набагато гіршою.

Розрахуємо кількість винесеної з ґрунту речовини одним деревом сливи сорту Ізюм Єрік і перенесемо цей показник в декілька разів зменшеним на один екземпляр парості *P. spinosa* з тим, щоб вирахувати величину згаданого показника на 1 га терену. Отже, вираховуючи різну площу живлення одного дерева сливи і

Таблиця 4. Величини виводу з ґрунту поживних речовин та енергії 8-річними деревами сливи (300 шт./га) за вегетаційний період з 1 га (за даними І.В. Белоханова [3])

Частина рослини	Вага сирової маси (кг)	Вода (л)	Суха речовина* (кг)	Енергія* (МДж)	Азот		Фосфор		Калій		Магній		СаО (кг)			
					N (кг)	МДж*	P ₂ O ₅ (кг)	P* (кг)	МДж*	K ₂ O (кг)	K* (кг)	МДж*		MgO (кг)	Mg* (кг)	МДж*
М'якоть плоду	8966	7759	1207	22741	11,1	963	4,2	1,8	22,7	19,2	15,9	132	2,1	1,27	31,5	1,2
Кісточка	556	156	400	8708	3,0	260,0	0,9	0,4	5,1	0,6	0,5	4,2	0,6	0,4	8,9	0,6
Черешок	327	196	131	2468	2,1	182	0,3	0,13	1,6	1,5	1,2	10	0,2	0,12	5	3,3
Плід у цілому (Пл)	9849	8110	1738	33917	16,2	1405	5,4	2,4	29,4	21,3	17,6	146	2,9	1,75	45	5,1
Листя (Л)	2007	1292	715	13471	15,0	1302,0	3,6	1,6	20,2	20,1	16,7	139,0	9,3	5,6	139,0	30,6
Деревина (Д)	655	328	327	6161	3,6	312	1,2	0,5	6,3	2,1	1,7	14,1	1,8	1,1	27,3	14,4
Разом	2662	1620	1042	19632	18,6	1614	4,8	2,1	26,5	22,2	18,4	153,1	11,1	6,7	166,3	45
Корені (К)*	218	109	109	2053	1,2	104,0	0,4	0,1	2,1	0,7	0,8	5,0	0,6	0,4	9,0	4,8
Л+Д+К*	2880	1729	1151	21685	19,8	1718	5,2	2,2	28,6	22,9	19,2	158,1	11,7	7,1	175,3	49,8
Σ П+Л+Д+К*	12729	9839	2889	55602	36	3123	10,6	4,6	58,0	44,2	36,8	304,1	14,6	8,85	220,3	54,9
Пл : Л+Д+К*	3,4:1	4,7:1	1,5:1	1,6:1	1:1,2	1:1,2	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:4	1:4	1:4	1:10

* Розрахунки виконав Д.Ф. Деркач

однієї парості терену підійдемо до розрахунків виносу речовини з ґрунту диференційно. А саме, що за вегетаційний період однієї порослі *P. spinosa* приріст у сухій вазі деревини (пагони, гілля, штаб) у 5, коренів — у 4, листя — у 10, і величина урожаю плодів — у 20 разів менша, ніж на одному дереві сливи.

Звісно, це віртуальна величина і на нашу думку всередині куртини, коли відбувається природне зрідження порослі, згадані величини можуть бути значно більшими. Дійсну картину покажуть майбутні визначення фітомаси та врожаю з урахуванням вікових змін *P. spinosa*.

Отже, за даними табл. 4 розраховуємо згадані вище показники, зокрема у сухій вазі приріст (деревини) сливи становить $327 \text{ кг} : 300 \text{ шт.} = 1,09 \text{ кг}$, а для *P. spinosa* — $1,09 \text{ кг} : 5 = 0,218 \text{ кг}$, тоді загальна кількість деревини на 1 га становитиме $0,218 \cdot 40 \text{ тис. шт.} = 8,72 \text{ т/га}$, або 157 ГДж/га ; для коренів — $109 \text{ кг} : 300 = 0,36 \text{ кг} : 4 = 0,09 \text{ кг} \cdot 40 \text{ тис. шт.} = 3,6 \text{ т/га}$, що в енергетичному виразі становить 58 ГДж/га ; для листового апарату: $715 \text{ кг} : 300 \text{ кг} = 2,38 \text{ кг} : 10 = 0,236 \cdot 40 \text{ тис. шт.} = 9,44 \text{ т/га}$, або 170 ГДж/га . У загальному підсумку вся фітомаса *P. spinosa* становить $21,7 \text{ т/га}$ поживної речовини, яка еквівалентна 385 ГДж/га .

Величина врожаю плодів з 1 дерева у сухій вазі становить $1738 \text{ кг} : 300 = 5,79 \text{ кг}$. А такий показник для однієї рослини терену — $5,79 : 20 = 0,289 \text{ кг}$, тобто близько 300 грамів. На гектарі це становитиме $0,289 \text{ кг} \cdot 4000 \text{ шт.} = 11,6 \text{ т/га}$, що еквівалентно 224 ГДж/га .

На всі елементи чагарника *P. spinosa* у відсотковому відношенні припадає: на деревину — 26 %, на корені — 11 %, листя — 28 %, плоди — 35 %. Відношення репродуктивної частини фітомаси терену до її вегетативної становить $11,6 \text{ т/га} : 21,8 \text{ т/га}$, або 1 : 1,8. Це засвідчує, що на формування врожаю, який відчувається з екосистеми чагарником *P. spinosa*, витрачається 35 % речовини і енергії, а на вегетативну, яка залишається в цій екосистемі — 60 %.

У культурі сливи, на основі якої моделювали винос з ґрунту поживної речовини та її енергії, таке співвідношення носить зворотний характер: на репродуктивну частину дерева йде 60 %, а на вегетативну — лише 40 %. Подібні співвідношення репродуктивної і вегетативної частин у віковому періоді плодоношення спостерігаються в усіх кісточкових і насінневих культур.

Оскільки азот і мінеральні речовини потрапляють у рослину через кореневу систему, то підрахунки показують, що за вегетаційний період із степового потужного чорнозему в надземну частину *P. spinosa* переходить до $2,0 \text{ т/га}$ азоту і мінеральних речовин, а в енергетичному виразі — $45,2 \text{ ГДж/га}$. При цьому з ґрунту виноситься найбільше азоту і кальцію, і якщо перший елемент в основному зосереджується в листі і плодах, то другий — у листі і деревині. У плодах і коренях кальцію понад як удвічі менше. Найменше *P. spinosa* виносить з ґрунту фосфору і магнію. На листовий апарат припадає 45 % загального виносу елементів живлення, а на плоди — тільки 15 %. В абсолютному виразі це становить 287 кг/га речовини, що еквівалентно $10,2 \text{ ГДж/га}$ енергії (табл. 5).

Окремо розглянемо процеси ґрунтоутворення і деградації потужного чорнозему під куртиною терену. Відомо, що однією з особливостей саморозвитку угруповань деревної рослинності та інтенсивності ґрунтоутворення під її наметом — це співвідношення різних циклів біологічного кругообігу ($C_1:C_2$), де C_1 — річний відпад листя, коренів та плодів; C_2 — річний приріст біомаси терену. Мета порівнян-

Таблиця 5. Розрахункові величини виносу з ґрунту речовини і енергії рослинами куртини терену (40 тис. шт. на 1 га) за вегетаційний період

Частина рослини	Азот		Фосфор		Калій		Магній		СаО, кг/га	Σ енергетичних речовин	
	кг/га	МДж/га	кг/га	МДж/га	кг/га	МДж/га	кг/га	МДж/га		кг/га	МДж/га
Плоди (Пл)	108	9374	16	202	117	974	12	288	34	287	10238
Листя (Л)	200	19360	20	252	222	1843	75	1860	408	325	21315
Деревина (Д)	96	8333	14	176	46	382	30	744	384	570	9635
Корені (К)	40	3472	3	38	27	224	13	322	160	243	4056
Σ П+Л+Д+К	444	38539	53	668	412	2823	130	3214	986	2025	45244

ня — з'ясувати, яке значення має для розуміння продуктивності, накопичення енергії та деградації ґрунту співвідношення циклів, якими характеризується кругообіг у фітосистемах *P. spinosa*. Як зазначає П.С. Погребняк [17], характеристика циклу $C_1 : C_2$ має лише незначну залежність від умов екологічного середовища і цілковито визначається видовими рисами рослин.

Крім цього, співвідношення $C_1 : C_2$ дає уявлення про підсумок балансу в системі «рослинність–ґрунт».

Якщо співвідношення $C_1 : C_2 < 1$, то баланс буде негативним для ґрунту, бо рослинність бере з ґрунту більше речовини, ніж повертає до нього з відпадом. Якщо $C_1 : C_2 > 1$ — баланс позитивний для ґрунту, рослинність з року в рік збагачує ґрунт, збільшує його родючість і енергопотенціал.

Отже, співвідношення між величиною опаду листя, частково відмерлими коренями, з одного боку, — C_1 , і річним приростом коренів та деревиною (штами, гілля, пагони), з іншого — C_2 , дає величину 1:0,8 для терену. Тобто рослинність бере з ґрунту більше поживних речовин, ніж повертає до нього з відпадом і родючість та енергопотенціал ґрунту зменшуються. Опад гілок та листя утворює підстилку товщиною лише 1,0—1,5 см.

У разі, коли б урожай плодів не поїдали птахи, підсумок балансу був би позитивним, а саме 1,79. Співвідношення $C_1 : C_2$ для суми азоту і зольних речовин (P, K, Ca, Mg) становить 1:1,2, а це засвідчує, що у даному разі баланс позитивний.

Але якщо до C_2 , тобто до величини фітомаси, додати ще й урожай *P. spinosa*, то співвідношення $C_1 : C_2$ набуває такого вигляду: $9,8 : 23,6 = 0,4$. У сливи (табл. 4) таке співвідношення становить 0,44.

Як видно з табл. 4, слива при врожаї 98,5 ц/га за вегетаційний період виносить з ґрунту 36 кг азоту, 10,6 фосфору, 44,2 кг калію, 14,6 кг магнію і 54,9 кг кальцію, що в сумі еквівалентно 3705 МДж/га.

Якщо порівняти цикли обміну $C_1 : C_2$ у степовій екосистемі, то таке співвідношення, за даним П.С. Погребняка [17], становитиме 1:3,5, тобто надходження

речовини і енергії до ґрунту в 3,5 разів більше, ніж використовується на формування наземної фітомаси. Це забезпечує дерновий процес, тоді як у випадку з ділянками, зайнятими *P. spinosa*, розпочинається деградація чорнозему внаслідок зменшення в ґрунті азоту, зольних елементів і органічної речовини ґрунту — гумусу з його високим енергетичним потенціалом. Як видно з табл. 2, за 10 років з метрового шару потужного чорнозему під куртиною втрачено 141 т/га гумусу, що еквівалентно енергетичному потенціалу 3249 ГДж/га. У відсотковому відношенні до початкового вмісту в шарі 0–100 см втрата становить 20 %, що в об'ємному виразі становить зменшення товщі шару гумусу в 1,3 см. Для відновлення такої кількості енергії необхідно, щоб на даній площі функціонували трав'яні степові фітоценози протягом 150 років. Щорічні втрати гумусу під тереном становлять 14,1 т/га, а в енергетичному виразі — 325 ГДж/га. Якщо ж підрахувати загальні втрати поживних речовин (ПР) та гумусу (Г) за 10 років, то величина становитиме $ПР(20 \text{ т/га}) + Г(141 \text{ т/га}) = 161 \text{ т/га}$, що еквівалентно 3701 ГДж/га.

Оскільки внаслідок заселення чагарників і деревних рослин відбувається інтенсивна деградація степових екосистем, то постає проблема призупинення цього явища. Адже на шальках ваг, з одного боку, – близько 600 видів рослин, серед яких багато рідкісних, з іншого – такий агресивний вид, як *P. spinosa* та деякі інші чагарники.

Без втручання людини фіторізноманітність степу втрачається, тому слід зупинити експансію чагарників.

Висновки

На основі викладених вище результатів можна дійти таких висновків.

1. Розмножуючись плодами, *P. spinosa* утворює поодинокі рослини, які надалі внаслідок переходу до вегетативного розмноження формують округлі куртини, радіус яких збільшується пропорційно часу в умовах північного лісостепу зі швидкістю 80–150 см на рік.

2. На формування вегетативної і репродуктивної частин *P. spinosa* метровий шар потужного чорнозему щорічно втрачає 14 т/га гумусу і до 2 т/га азоту і зольних речовин.

3. У роки плодоношення (через рік) за межі екосистем *P. spinosa* орнітофауною виноситься до 11 т/га урожаю, що еквівалентно 224 ГДж/га енергії.

4. Від'ємне співвідношення показників енергії циклів $C_1 : C_2 (< 1)$ в куртині терену свідчить про інтенсивні процеси її трансформації в ґрунті, що переважають над процесами накопичення, а в результаті знижується родючість чорноземного ґрунту.

5. Трав'яні фітоценози заповідного степу мають позитивний баланс свого річного циклу віддачі і утримання азоту і зольних речовин. Цей результат забезпечує акумуляцію гумусу, азоту і всіх зольних елементів в ґрунтовому шарі, накопичення енергопотенціалу.

6. Для припинення деградації потужного чорнозему та збереження фіторізноманітності заповідного степу «Михайлівська цілина» необхідно зупинити експансію чагарників та дерев.

1. Анзин Б.Н., Еникеев Х.К. Слива. – М., 1956. — 459 с.
2. Афанасьева Е.А. Черноземы стрелецкой степи. – М., 1958. – 102 с.
3. Белохонов И.В., Курындин Н.Н., Урсуленко П.К. и др. Плодоводство. – М.: Сельхозгиз, 1939. – С. 102–122.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – 398 с.
5. Витковский В.Л. Обзор вида *Prunus spinosa* L. // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1974. – **52**, вып. 3. – С. 102–107.
6. Герцик В.В. Изменения лесостепного природного комплекса от леса к степи через опушку // Тр. ЦГЗГ им. проф. В.В. Алехина. – Воронеж, 1965. – Вып. VIII. – С. 291–321.
7. Горшенин Т.П. Влияние лесных посадок на химико-морфологическое строение черноземов. // Почвоведение. – 1924. – № 3–4. – С. 20–33.
8. Деркач Д.Ф. Зміна енергоємності потужного чорнозему в зв'язку з експансією *Prunus stepposa* Kotov в заповіднику «Михайлівська цілина» // Мат-ли XII з'їзду УБТ. – Одеса, 2006. – С. 92.
9. Еремин Г.В. Биологические особенности терна Западного Предкавказья. – Краснодар, 1973 – 125 с.
10. Еремин Г.В., Витковский В.Л. Слива. – М.: Колос, 1980. – 253 с.
11. Зеленская Е.Д., Шепельская А.Г. Основы питания и удобрения плодовых деревьев. – К.: Урожай, 1973. – 282 с.
12. Зонн С.В., Мина В.Н. Лесорастительные свойства почвы и взаимодействие лесных насаждений с почвами при степном лесоразведении // Науч. вопр. полезащитн. лесоразвед. – М., 1951. – С. 38-87.
13. Коржинский С.И. // Тр. об-ва испыт. прир. при Казан. ун-те. – 1887. – **XVI**, вып. 6. – С. 102–107.
14. Колесников В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений. – М.: Колос, 1974. – 509 с.
15. Крюков Ф.А. История происхождения культурных слив и географическое распространение их диких родичей // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекц. – 1929. – **XXII**, вып. 3.
16. Кудрявцев А.Ю. Динамика растительности лесостепного комплекса Приволжской возвышенности // Изуч. и сохран. прир. запов. лесостепн. зоны. – Курск, 2003. – С. 191–195.
17. Погребняк П.С. Про вік деградації чорноземлі під лісом // Укр. лісовод. – 1925. – № 5. – С. – 12–16.
18. Роде А.А. Почвоведение. – М.; Л., 1955. – 356 с.
19. Семенюк Г.М. Диагностика минерального питания плодовых культур (косточковые породы). – Кишинев: Штиинца, 1973. – 123 с.
20. Стадниченко В.Г. Почвы искусственных лесов степной зоны УССР. Искусственные леса степной зоны Украины. – Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1960. – С. 75-84.
21. Ткаченко М.И. О роли леса в почвообразовании // Изв. Лесного ин-та. – 1908. – **XVIII**. – С. 73–79.
22. Ткаченко В.С., Парахонська Н.О., Шеремет Л.Г. Динаміка структури рослинного покриву заповідника Михайлівська цілина. // Укр. ботан. журн. – 1984. – **41**, № 3. – С. 71–74.
23. Ткаченко В.С., Генов А.П., Лисенко Г.Н. Структурні зміни рослинного покриву заповідного лучного степу «Михайлівська цілина» за даними великомасштабного картування у 2001 р. // Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2003. – 5. – С. 7–17.
24. Травлєєв А.П. Про вплив лісової рослинності на ґрунтотворні процеси степу // Мат-ли V з'їзду УБТ. – 1972. – С. 189.
25. Цвелев Н.И. Род слива – *Prunus* L. // Фл. Вост. Европы. – СПб: Изд-во СПХФА, 2001. – Т. 10. – С. 606–610.
26. Шитт П.Г. Процесс индивидуального развития и условия плодоношения плодовых и ягодных растений. Избранные сочинения. – М., 1968. – С. 143–180.