

ПОШИРЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ТА ЗНАЧЕННЯ СОЧЕВИЦІ ХАРЧОВОЇ (*LENS CULINARIS* MEDIK.)

Вікторія КОЗАК, Світлана ПИДА

Наведено аналіз літературних даних стосовно походження *Lens culinaris* Medik., світових посівних площ і виробництва, поширення в Україні, значення як харчової, кормової, технічної та сидеральної культури, використання в сільському господарстві для поліпшення властивостей ґрунту шляхом біологічної фіксації нітрогену.

Зазначено, що великонасінна сочевиця походить із Середземномор'я і використовується переважно для продовольчих потреб, батьківщиною дрібнонасінної є Південно-Західна Азія, Іран та Афганістан, застосовується як кормова культура.

Лідерами загального світового виробництва сочевиці харчової є 10 найбільших країн: Канада, Індія, Австралія, Туреччина, США, Африка, Океанія, Європа (Словаччина, Іспанія, Румунія). В Україні сочевицю висівають у Полтавській, Харківській, Сумській, Вінницькій і Тернопільській областях. Збільшення площ посівів у загальносвітових і європейських масштабах пов'язане з високою рентабельністю та прибутковістю культури.

Показано, що широке застосування культури пов'язане з біохімічним складом зерна та вегетативних органів. Зерно сочевиці містить 24,6–35% білків, 63,4% вуглеводів, 2,7% золи та 1,1% загального жиру, амінокислоти, біологічно активні речовини, макро- та мікроелементи (ферум, бор, манган, молібден, селен, цинк, купрум), низку вітамінів (B1, B3, B5, B6, фолієву кислоту, вітамін C), характеризується дієтичними властивостями, є ефективним заходом у профілактиці багатьох захворювань.

У симбіозі з бульбочковими бактеріями *Lens culinaris* засвоює до 80 кг/га нітрогену з атмосфери і після збирання врожаю залишає у ґрунті 90–120 кг/га біологічного азоту, є перспективною бобовою культурою біологічного землеробства.

Ключові слова: походження, посівні площі, врожайність, біохімічний склад, харчова і кормова культура, біологічний азот.

Кафедра ботаніки та зоології, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, вул. Максима Кривоноса, 2, Тернопіль, 46000, Україна; e-mail: shelest.1995@ukr.net, spyda@ukr.net

Distribution, use and significance of food lentil (*Lens culinaris* Medik.). Kozak V., Pyda S.

The analysis of literary data on the origin of *Lens culinaris* Medik., global cultivation areas and production, distribution in Ukraine, significance as a food, fodder, technical, and cover crop, and its usage in agriculture for soil improvement through biological nitrogen fixation is provided.

It is noted that large-seeded lentils originate from the Mediterranean and are primarily used for food purposes. The native regions of small-seeded lentils are Southwestern Asia, Iran, and Afghanistan, where it is employed as a fodder crop.

The top 10 countries leading in food lentils global production are Canada, India, Australia, Turkey, the USA, Africa, Oceania, and Europe (Slovakia, Spain, and Romania). In Ukraine, lentils are cultivated in the Poltava, Kharkiv, Sumy, Vinnytsia, and Ternopil regions. The increase in cultivation areas on a global and European scale is linked to the high cost-effectiveness and crop profitability.

It is demonstrated that the widespread application of the crop is associated with the biochemical composition of the grain and vegetative organs. Lentil grain contains 24.6–35% protein, 63.4% carbohydrates, 2.7% ash, and 1.1% total fat, along with amino acids, bioactive substances, macroelements and microelements (iron, boron, manganese, molybdenum, selenium, zinc, copper), a range of vitamins (B1, B3, B5, B6, folic acid, vitamin C), is characterized by dietary properties, and is an effective measure in the prevention of many diseases.

Lens culinaris assimilates up to 80 kg/ha of nitrogen from the atmosphere in symbiosis with nodule bacteria and leaves 90–120 kg/ha of biological nitrogen in the soil after harvest, making it a promising leguminous crop for organic farming.

Key words: origin, sown areas, productivity, biochemical composition, food and fodder culture, biological nitrogen.

Department of Botany and Zoology, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2, Maxim Kryvonos str., Ternopil, 46000, Ukraine; e-mail: shelest.1995@ukr.net, spyda@ukr.net

Вступ

Сочевиця харчова (*Lens culinaris* Medik., 1787) вважається однією з найбільш важливих харчових рослин родини Бобових (*Fabaceae* або *Leguminosae*), яку широко споживають у всьому світі (Barbarych et al. 1965; Kaale et al. 2023). Вона є однією з найперших, які було окультурено в історії людства та найдавніших (7 тис. років до н. е. згадується на санскриті), яка не лише потребує менш сприятливих умов вирощування, але і є невимовною до ґрунтів (Ahmad et al. 2018; Asakereh et al. 2010).

Культивування сочевиці розпочалося ще в період докерамічного неоліту (10–9 тисячоліття до н. е). Батьківщиною великонасінної сочевиці вважається Середземномор'я, а Південно-Західна Азія, Іран та Афганістан – дрібнонасінної (Sheikh 1994). В Україні сочевицю вирощують з XIV століття. Перші згадки про культуру наявні в Київських літописах (XV століття) (Mazur et al. 2021).

Донедавна найбільшим виробником сочевиці у світі була Індія, але Канада перебрала на себе лідерство й витіснила Індію на друге місце (Ahmad et al. 2018). На початку 1980-х р. сочевицю почали вирощувати в Північній Америці як додаткову бобову культуру до вже існуючих сівозмін. Сьогодні сочевиця стала основною продовольчою бобовою культурою як у Канаді, так і в США (Kaale et al. 2023).

Оскільки сочевиця харчова є однією з найдавніших культурних рослин, яку споживають у всьому світі дотепер, не вимагає особливих умов вирощування, як представник родини Бобових характеризується здатністю до біологічної фіксації нітрогену, варто встановити причину інтенсивного зростання темпів виробництва культури на різних континентах.

З урахуванням вищезазначеного **метою роботи** було на основі огляду літературних джерел проаналізувати поширення, посівні площі та врожайність культури у світі й Україні, узагальнити та структурувати інформацію про морфологічні особливості насіння, біохімічний склад і використання *Lens culinaris* як харчової і кормової рослини та її агротехнічне значення.

Матеріал

Матеріалом для написання роботи слугували низка публікацій вітчизняних та іноземних авто-

рів і літературних відомостей про поширення, морфологічні особливості, властивості сортів сочевиці харчової, а також її використання у продовольчих, кормових і технічних цілях, поліпшення властивостей ґрунту шляхом біологічної азотфіксації молекулярного нітрогену.

Результати та обговорення

Поширення, посівні площі та врожайність *Lens culinaris*. Аналіз літератури показав, що сочевиця харчова вирощується в багатьох агроекологічних регіонах, у понад 40 країнах світу в умовах сьогодення, проте 97,42% загального світового виробництва припадає на 10 найбільших країн. Провідними виробниками сочевиці є Канада, яка лідирує в цьому списку (із часткою 44% світового виробництва, посівна площа становить 1,34 млн га, валовий збір – 1,9 млн т), Індія (із часткою 18%, посівною площею – 1,3 млн га; валовим збором – 900 тис. т) і Австралія із часткою 8%, а також Туреччина та США, Африка й Океанія, Європа (Словаччина, Іспанія, Румунія) (FAO 2021; Kaale et al. 2023; Maksymov 2016). За останні два десятиліття (2001–2020 рр.) світове виробництво сочевиці зросло на 107%, з 3,15 до 6,54 млн т (FAO 2021; Kaale et al. 2023). Канада також була найбільшою країною-експортером сочевиці у 2020 р. (3,12 млн т, що становить понад 60% від загального світового експорту продукції), наступними були Австралія (0,66 млн т), Туреччина (0,41 млн т), Сполучені Штати (0,33 млн т) та ОАЕ (0,25 млн т) (Kaale et al. 2023).

За останні два десятиліття (2001–2010 та 2011–2020 рр.) виявлено стрімке зростання виробництва сочевиці на 49,84 та 46,96% відповідно. Зазначені тенденції у виробництві вказують на збільшення попиту серед споживачів. Варто зазначити, що світовий обсяг посівних площ зазначеної культури за останні два десятиліття (2001–2020 рр.) збільшився на 26,83% – з 3,95 до 5,01 млн га. Розширення площ під сочевицею не було таким стрімким, як зростання її виробництва. Очевидно, значну частку приросту виробництва отримано завдяки вдосконаленню селекції рослин і покращенню агротехніки вирощування. Зростання врожайності з одиниці площі на 63,70% упродовж 2001–2020 рр. є підтвердженням вищезазначеного (Kaale et al. 2023). Потрібно зазначити, що в Канаді, Австралії та США виробництво сочевиці з 2000 р. зросло у 3,2, 3,1 та 2,5 рази відповідно (Dhul 2020).

Збільшення площ посівів сочевиці в загальносвітових і європейських масштабах пов'язане з високою рентабельністю та прибутковістю культури і становить близько 200% (Materne et al. 2007; McNeil, Reddy 2007; Orekhivskiy et al. 2017; Prysiazhniuk et al. 2017).

В Україні також поступово збільшуються посівні площі під культурою: так, у 2016 р. сочевицею було засіяно близько 8 тис. га, а в 2019 р. – уже приблизно 20 тис. га. Однак перспективи вирощування цієї культури в Україні є, у майбутньому посівні площі можуть збільшитися до 50–70 тис. га завдяки своїй прибутковості й особливому зацікавленні до представника бобових (Prysiazhniuk et al. 2017; Ushkarenko et al. 2016).

Варто зазначити, що з кожним роком зростає насіннева продуктивність сочевиці: зокрема, у 2015 р. середня врожайність культури становила 12 ц/га, а в 2016 та 2019 рр. – понад 22 ц/га зерна. Переважно сочевицю висівають у таких областях нашої країни: Полтавській, Харківській, Сумській, Вінницькій і Тернопільській. Сочевиця є посухостійкою культурою, проте в Україні власна селекція насіння культури перебуває на низькому рівні (Orekhivskiy et al. 2017; Mazur et al. 2021). Одним з основних напрямів селекції культури є підвищення потенціалу врожайності, також відбір чистих ліній із місцевого матеріалу на сучасному етапі має високу ефективність, саме таким чином створено нові сорти в Туреччині, Канаді, Єгипті та США (Kulinich 2004). Збільшення посівних площ під зернобобові культури дасть змогу вирішити важливі економічні й екологічні проблеми.

Морфологічні особливості насіння сочевиці харчової. За розміром насіння сочевицю поділяють на дві основні групи: великонасінну – діаметр насінини понад 5,5 мм, маса 1000 насінин у середньому становить 50 г і більше, висота рослин – 50–70 см; дрібнонасінну – діаметр – до 5,5 мм, маса 1000 насінин у середньому становить 40 г або менше, висота рослин – до 50 см (Mazur et al. 2021; Saskatchewan 2020; Zinchenko et al. 2001). Сорти великонасінної сочевиці належать до трьох різновидів: глаукосперма, нуммулярія, атровіренс (Danylchenko 2011). Рослини дрібнонасінної сочевиці використовуються на корм тваринам. До цієї групи належать більш скоростиглі та посухостійкі сорти чотирьох різновидів: мутабіліс, вульгарис, субнуммулярія, віоляспенс (Didovych, Kulinich 2013).

Насіння сочевиці в різних країнах має різноманітні назви: Adas (арабською), Mercimek

(Туреччина), Messer (Ефіопія), Neramame (Японія) та Masser або Masoor (Пакистан, Індія) (Sidhu et al. 2022).

Залежно від величини насіння та забарвлення насінневої оболонки сочевиця поділяється на декілька типів: червона, зелена крупна, зелена середня, зелена дрібна, французька, іспанська, небуріюча (*Lens culinaris* 2023).

Варто зауважити, що колір зерна сочевиці є важливим параметром якості, який впливає на сприйняття споживачами, а отже, і на вартість самого продукту (Shahin, Symons 2001). Різні комбінації кольорів насінневої оболонки та сім'ядоль визначають конкретні ринкові класи, яким віддають перевагу споживачі (Saskatchewan 2020). Колір насінневої оболонки рослини варіюється від світло-коричневого до темно-коричневого, при цьому темно-коричнева сочевиця вважається низькоякісною. Сім'ядолі можуть бути червоними, жовтими або зеленими (Kaale et al. 2023; Saskatchewan 2020). Встановлено, що втрата кольору зерна може бути пов'язана із втратою поживних речовин і вторинних метаболітів у ньому (наприклад, поліфенолів) (Jackson et al. 2021). У разі запізнення з термінами збирання зерна, за незадовільних умов зберігання зелене забарвлення набуває коричневого відтінку й товарні якості насіння різко знижуються (Mazur et al. 2021). На цей час відомо близько 59 різновидів сочевиці, з яких 12 належать до крупнонасінної і 47 – до дрібнонасінної (Klysha, Kulinich 2008).

Найбільш поширеним типом є червона сочевиця – на її частку припадає 75–80% (сорти Crimson, Robin, Red Chief). Зелена крупна (сорти Красноградська 250, Луганчанка, Laird) займає друге місце за споживанням і вирощуванням. Зелена дрібна (сорти Дніпровська 2, Степова 244, Eston) і зелена середня (сорти Нарядна, Richlea) належать до вузькоспецифічного типу, незважаючи на те що друга є найбільш урожайною. Такі типи сочевиці, як французька, іспанська та небуріюча, займають лише 3% світового ринку, тому вони зосереджені лише в певних регіонах (Matko et al. 2014).

Правильна ідентифікація та характеристика сортів культури важлива для споживачів, оскільки забезпечує якість, безпеку, справжність і здоров'я, а також для фермерів і промисловості є джерелом інформації про високу ціну елітних сортів (Bosmali 2012).

На 2023 рік у Державному реєстрі сортів рослин, які є придатними для поширення в Україні, зазначено 10 сортів сочевиці харчової (*Lens culinaris*): Linza (2008), YeS Maksymum

(2018), Antonina (2018), Darynka (2019), Blondi (2019), Harri (2019), Khryzolit (2019), SNIM 18 (2018), Serpanok (2022), RED (2022) належать до зеленого типу. Сорти, що занесені до реєстру у 2018–2019 роках практично відсутні у виробництві (Ministerstvo aharnoi polityky Ukrainy 2023). Сорти культури дуже різняться за врожайністю й елементами структури урожаю, такими як кількість насінин у бобі та маса 1000 зерен тощо (Faris et al. 2020).

Біохімічний склад і використання сочевиці харчової. Сочевицю харчову вирощують для продовольчих, кормових і технічних цілей (Bernadina 2020). Її зерно споживають у вигляді різних страв, сурогату кави, ковбасних виробів, недорогих сортів шоколаду й інших продуктів харчової промисловості (Bernadina 2020; Telezhenko, Atanasova 2010).

За біохімічним складом і харчовими властивостями зерно сочевиці є найбільш цінним серед культур своєї групи. Воно характеризується високими смаковими якостями, швидко розварюється та має приємний аромат. Білок, що легко засвоюється, має низький глікемічний індекс (ГІ) – 29 порівняно з білим хлібом, ГІ якого становить 100, а тому характеризується дієтичними властивостями, оскільки має низьку калорійність і практично не містить жиру (Bernadina 2020; Dhul et al. 2022; Sichkar et al. 2020).

Згідно з даними Міністерства сільського господарства США, зерно сочевиці містить 24,6% білків, 63,4% вуглеводів, 2,7% золи та 1,1% загального жиру (USDA 2022). Енергетична цінність 100 г зерна становить 310 ккал (Lavrenko, Maksymov 2016). Проте варто зазначити, що склад і поживна цінність сочевиці широко варіюються залежно від сорту (Dhul et al. 2022). Також важливим є факт, що вміст білків у стулках бобів удвічі перевищує його кількість у насінній оболонці, тому боби зазвичай лущать для отримання високобілкових фракцій або ізолятів (Rathod, Annapure 2016).

Насіння *Lens culinaris* збагачене глутаміновою та аспарагіновою амінокислотами, містить значні масові частки тирозину – 18,4–28,3 мг%, треоніну – 16,9–20,5 мг%, метіоніну – 15,4–26,9 мг%. За вмістом вищезазначених амінокислот білки сочевиці подібні до білків курячого яйця, проте метіонін і триптофан є в дефіциті (Maksymov 2016).

Встановлено, що середній вміст білків у зерні сочевиці вищий порівняно з іншими бобовими, максимальне значення сягає 35%, що перевищує їх кількість у м'ясі. За вмістом лізину в білках сочевиця подібна до тварин, і цей показник

у 2–2,5 раза вищий порівняно із зерновими культурами. Насіння сочевиці збагачене різними макро-, мікроелементами та вітамінами: магній – 80–300 мг/100 г; ферум – 6,9–7; цинк – 2–5; селен – 60; калій – 1500; кальцій – 83; фосфор – 390; бор і манган – 1,3; купрум, молібден, а також вітаміни В1, В3, В5, В6, фолієва кислота, вітамін С (Gridneva, Kaliakparova 2019). За кількістю фолієвої кислоти серед бобових лідирує саме сочевиця. Звичайна її порція на 90% забезпечує добову потребу людини цим вітаміном. Відомо, що відсутність або дефіцит у раціоні фолієвої кислоти загрожує виникненням раку. Однак, згідно з дослідженнями, проти цього захворювання в культурі є ще одна перевага – поліфеноли, а саме процианідини і флавоноли, які мають сильну антиоксидантну, протизапальну й нейропротекторну дію з пригнічення ракових клітин. Проте варто зауважити, що сочевиця містить антинутриєнти (інгібітор трипсину, фітинову кислоту та ліпазу), які зменшують всмоктування вітамінів і мінеральних речовин (Kulinich 2004; Kvitko, Sauliak 2015; Faris et al. 2020; Trakalo, Yaniuk 2021).

Споживання сочевиці є ефективним заходом у профілактиці гіпертонії, серцево-судинних захворювань, цукрового діабету. Борошно деяких сортів сочевиці може зв'язуватися із жовчними солями і таким чином знижувати рівень холестерину в крові (Barbana et al. 2011; Verni et al. 2020). Клітковина сочевиці є джерелом пробіотиків, які мають здатність запобігати захворюванням органів травної системи (Ganesan 2017). Рафіноза та стахіоза, що входять до складу харчових волокон, позитивно впливають на організм людини: наприклад, стимулюють ріст мікроорганізмів – пробіотиків і регулюють дефекацію (Sidhu et al. 2022).

Основними причинами такої широкої варіації складу є: генетичні особливості рослин у поєднанні з агроєкологічними факторами (наприклад, температура, кількість опадів, тип ґрунту) і технологією вирощування (включно з використанням добрив, гербіцидів і пестицидів); здатність рослин адаптуватися до обмеження різноманітних умов вирощування, особливо толерантність до солі, біотичних і абіотичних стресів (Grusak 2009).

Значимою особливістю рослин сочевиці є те, що вони не акумулюють нітриту, нітрати, радіонукліди й інші токсичні для здоров'я речовини у своїй надземній масі, що робить її екологічно безпечним продуктом. У стравах із сочевиці міститься багато біологічно активних речовин: ензими, поліфенольні сполуки, вітаміни тощо

(Gridneva, Kaliakparova 2019; Orekhivskiy, Sichkar 2017; Sichkar et al. 2020).

Варто зазначити, що склад і біохімічна стабільність фітохімічних сполук, присутніх у сочевиці, можуть змінюватися під час переробки, особливо в разі її термічної обробки (Zhang et al. 2018). Зокрема, антиоксидантна властивість сочевиці зменшується після декортикації, замочування та варіння (Han, Baik 2008), збільшується під час пророщування та твердофазної ферментації (Dhull et al. 2020).

Індійські науковці показали, що харчовий профіль сочевиці не лише насичений поживними речовинами, але й забезпечує кращий баланс між білками та вуглеводами, вміст яких у сочевиці вищий порівняно з іншими бобовими та пшеницею (Sidhu et al. 2022; Kaale et al. 2023).

Загалом проблеми екологічного рівня, а також задокументовані проблеми зі здоров'ям людини, пов'язані зі споживанням м'яса, призвели до підвищення популярності продуктів рослинного походження (Dhull et al. 2022; Siddiq et al. 2022). *Lens culinaris* у перспективі може бути застосована як потенційна альтернатива в харчовій промисловості (Yadav, Arvind 2020).

Канадська рада з інновацій в агропродовольчій сфері передбачає, що до 2024 р. саме білки рослинного походження становитимуть близько 33% світового ринку харчових білків (AFIC 2019). Тому, згідно з рекомендаціями американських науковців, потрібно інтенсивно впроваджувати сочевицю в сільськогосподарські виробничі системи разом із продуктами харчування рослинного походження, адже це є вдалим рішенням для системи харчування, яке може забезпечити стійкість через екологічні та соціально-економічні аспекти (Warne et al. 2019).

Насіння сочевиці є джерелом товарного крохмалю для текстильної та поліграфічної промисловостей (Ahmad et al. 2018).

Сочевицю культивують і як кормову культуру. Аналіз поживних речовин показує, що розмолоте зерно дрібнонасінної сочевиці є цінним концентрованим кормом, а ніжна зелена маса з високим вмістом протеїну за якістю наближається до хорошого лугового сіна (Maksymov 2016). На корм для худоби використовують також соломку й половину цієї культури, вміст білків у яких становить 14 і 18% відповідно та характеризуються високою перетравністю поживних речовин (Ivasenko, Barsukova 2023; Maksymov 2016). Лушпиння, сушене листя, стебло, стінки плодів і висівки можна згодувати худобі. Залишки сочевиці (висівки) містять

близько 10,2% вологи, 1,8% ліпідів, 4,4% білків, 50% вуглеводів, 21,4% клітковини і 12,2% золи (Ahmad et al. 2018).

Показано, що зі зниженням виробництва кормових культур потрібного рівня рештки сочевиці у деяких країнах Близького Сходу на ринках мають таку ж або навіть вищу ціну порівняно з насінням культури (Ahmad et al. 2018).

Аналіз літературних джерел стосовно біохімічного складу та практичного використання культури вказує на доцільність проведення експериментальних досліджень із сочевицею харчовою з метою ширшого впровадження її у виробництво.

Агротехнічне значення сочевиці харчової. Сочевицю використовують як органічне добриво. Зелені рослини є важливим джерелом поживних речовин. Встановлено, що в разі вирощування сочевиці на сидерат (Канада) формується врожайність сухої маси на рівні 1669 кг/га (Ahmad et al. 2018; Biederbeck 1993). Завдяки своїм агротехнічним властивостям зазначена культура є хорошим попередником у сівозміні. Вона здатна в симбіозі з бульбочковими бактеріями накопичувати в ґрунті додаткові запаси біологічно зв'язаного нітрогену і цим покращувати родючість та структурні властивості ґрунту. Сочевиця характеризується коротким вегетаційним періодом, що сприяє ранньому звільненню площі, економно використовує вологу, залишаючи значні її запаси в ґрунті (Sichkar et al. 2014; Sukhova 2012). Культура, як і інші зернобобові, інтенсивно використовує післядію органічних і мінеральних добрив, має здатність до підвищеного засвоєння поживних речовин (Kvitko, Sauliak 2015). Встановлено, що урожай зернових після сочевиці підвищується на 0,3–0,6 т/га. Також її доцільно використовувати як культуру для зайнятого пару (Mazur et al. 2021).

На думку вчених, найважливішою властивістю сочевиці як бобової культури є здатність до симбіотичної фіксації нітрогену – важливого макроелемента, що має широке застосування в сучасному сільському господарстві і є найважливішим фактором у живленні сільськогосподарських культур. Зазначений макроелемент входить до складу нуклеїнових кислот, білків, ензимів, хлорофілу і впливає на їх метаболізм. Отже, на клітинному рівні нітроген збільшує розмір і кількість клітин, а також площу листової поверхні (Faris et al. 2020).

Lens culinaris утворює симбіотичні зв'язки з бульбочковими бактеріями, засвоює до 80 кг/га атмосферного нітрогену й залишає у ґрунті після збирання врожаю завдяки молекулярній фіксації

90–120 кг/га біологічного азоту (Kvitko, Sauliak 2015). Показано, що після збирання урожаю сочевиці на кожному гектарі залишається така ж кількість поживних речовин, як від внесення 10 т перегною. Це підвищує продуктивність з точки зору врожайності наступної культури сівозміни або системи землеробства загалом, зменшує потребу в неорганічних добривах, тим самим знижує антропогенний вплив на агроєкосистеми (Kaale et al. 2023; Matisko, Rozhko 2021). Результатом симбіозу між бактеріями й бобовими культурами є не лише підвищення врожаю, а й поліпшення його якості, зокрема збільшення вмісту білків і вітамінів. Білки в зерні та зеленій масі зернобобових культур за сприятливих умов утворюються здебільшого через азот повітря (Sukhova 2012).

Дослідження, проведені в Канаді, показали найкращі результати за мікробіологічною діяльністю (збільшення від 171 до 287%) і здатністю накопичувати азот в ґрунті за вирощування культур у ланці сівозміни «сочевиця – пшениця» порівняно з показниками в ланці «горох – пшениця» (Maksymov 2016).

На формування 1 т зерна сочевиці з ґрунту виносить 58 кг азоту, 20 – фосфору та 28 – калію в середньому. Дослідженнями встановлено, що бобові культури на 2/3 здатні забезпечити свої потреби в азоті з повітря за допомогою бульбочкових бактерій, тому на фоні цього у рослин виникає висока потреба у фосфорі та калії, мікродобривах, молібдені (компонент нітрогенази, який зв'язує азот із повітря) та бору (сприяє розвитку судинно-провідної системи), адже ці елементи покращують умови симбіотичної азотфіксації (Babych et al. 2003; Maksymov 2016). Відомо, що внесок бобових культур в економію азоту в системі землеробства досягається здебільшого через невикористаний або збережений нітроген ґрунту та ризогенний нітроген, що залишається після росту рослин, а також мінералізований азот із поверхне-

вих органічних залишків і коренів з бульбочками після збирання врожаю (Kaale et al. 2023).

Отже, бобові, а в тому числі й сочевиця, здатні не лише забезпечувати низку екосистемних переваг, але і сприяти прогресу систем землеробства. Забезпечується це як їхньою здатністю вносити азот шляхом біологічної фіксації, так і можливістю диверсифікації систем землеробства (зокрема, сівозміни). Як наслідок цих процесів є зниження захворюваності, інтенсивності ураження культур шкідниками та бур'янами, а отже, потенційне збільшення біорізноманіття (Jensen et al. 2010).

Як показують дані наукових установ і досвід передовиків виробництва, сочевиця придатна до вирощування практично у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України (Sichkar et al. 2018).

Висновки

Отже, *Lens culinaris* є поширеною культурою на земній кулі. Вона вирощується у понад 40 країнах світу. Провідними виробниками сочевиці є Канада, Індія, Австралія, а також Туреччина та США, Африка й Океанія. З кожним роком зростають світові посівні площі та насіннева продуктивність культури. В Україні також поступово збільшуються її посівні площі, однак є перспективи для вирощування сочевиці харчової.

Завдяки морфологічним ознакам та біохімічному складу насіння *Lens culinaris* є перспективною бобовою культурою у вирішенні проблем дефіциту білків і здорового харчування, сировини для промисловості, кормової бази для тваринництва. Сочевиця харчова має вагоме агротехнічне значення. Шляхом біологічної фіксації молекулярного нітрогену культура суттєво поліпшує родючість ґрунту, а отже, продуктивність рослин у сівозміні, а також покращує якісні показники урожаю, сприяє зниженню доз внесених мінеральних добрив і антропогенного навантаження на агроєкосистему та біологізації землеробства.

AFIC (Agri-food Innovation Council). (2019) Plant based protein market global and Canadian market analysis. Available from: <https://nrc.canada.ca/en/research-development/research-collaboration/programs/plant-based-protein-market-global-canadian-market-analysis> (accessed 19.11.2023).

AHMAD, N., SINHA, D.K., SINGH, K.M. (2018) Economic analysis of production and instability of lentil in major lentil growing states of India. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 6(1), 593–598.

ASAKEREH, A., SHIEKHDAVOODI, M.J., SAFAIEENEJAD, M. (2010) Energy consumption pattern of organic and conventional lentil in Iran. A case

study: Kuhdasht county. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 2, 111–116.

BABYCH, A.O., IVANIUK, S.V., TEMCHENKO, I.V., BARVINENKO, O.V. (2003) Adaptivna selektsiia zernobobovykh v umovakh Lisostepu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 10, 39–42 (in Ukrainian).

BARBANA, C., BOUCHER, A.C., BOYE, J.I. (2011) In vitro binding of bile salts by lentil flours, lentil protein concentrates and lentil protein hydrolysates. *Food Research International*, 44, 174–180.

BARBARYCH, A.I., BRADIS, Ye.M., VISIULIN, O.D., KOTOV, M.I. (Eds.). (1965) *Vyznachnyk roslyn Ukrainy: uchbovyi posibnyk*. Instytut botaniky im.

- M.H. Kholodnoho AN URSS. 2nd ed. vypravlene i dopovnene. Kyiv: Urozha (in Ukrainian).
- BERNADINA, O. (2020) Sochevytsia, yak perspektyvna syrovyna dlia kharchovoi i pererobnoi promyslovosti. Innovatsii rozvytku kharchovykh tekhnolohii ta industrii hostynnosti v konteksti suchasnykh tendentsii hotelno-restorannoho biznesu. *Zbirnyk. tez I vseukrainskoi naukovo-praktychnoi. Konferentsii*. Ternopil, Ukraine, Traven 2010, 145–146 (in Ukrainian).
- BIEDERBECK, V.O., BOUMAN, O.T., LOOMAN, J., SLINKARD, A. E., BAILEY, L.D., RICE, W.A., JANZEN, V.O. (1993) Productivity of four annual legumes as green manure in dry land cropping systems. *Agronomy journal*, 85(5), 1035–1043.
- BOSMALL, I. (2012) Microsatellite and DNA-barcode regions typing combined with High Resolution Melting (HRM) analysis for food forensic uses: A case study on lentils (*Lens culinaris*). *Food Research International*, 46, 141–147.
- DANYLCHENKO, O.M. (2011) Vplyv peredposivnoi inokuliacii nasinnia ta riznykh foniv mineralnogo zhyvlennia na fotosyntetychnu produktyvnist ta vrozhaunist sochevytsi. *Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Serii: Ahrokhimiia i biokhimiia*, 4, 94–97 (in Ukrainian).
- DHULL, S.B., KINABO, J. UEBERSAX, M.A. (2022) Nutrient profile and effect of processing methods on the composition and functional properties of lentils (*Lens culinaris Medik*) – A review. *Legume Science*, 156.
- DHULL, S.B., PUNIA, S., KIDWAI, M.K., KAUR, M., CHAWLA, P., PUREWAL, S.S., SANGWAN, M., PALTHANIA, S. (2020) Solid-state fermentation of lentil (*Lens culinaris L.*) with *Aspergillus awamori*: Effect on phenolic compounds, mineral content, and their bioavailability. *Legume Science*, 2(3), e37.
- DIDOVYCH, S.V., KULINICH, R.O. (2013) Vysokoproduktyvni roslynno-mikrobnii systemy v ahrotsenozakh bobovykh kultur. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 76, 184–187 (in Ukrainian).
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2021) Crop Production and Trade Data. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (accessed 19.11.2023).
- FARIS, M.A., MOHAMMAD, M.G., SOLIMAN, S.S. (2020) Lentils (*Lens culinaris L.*): A candidate chemopreventive and antitumor functional food. *Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy*, 99–120.
- GANESAN, K., XU, B. (2017) Polyphenol-rich lentils and their health pro-moting effects. *International Journal of Molecular Sciences*, 18, 2390. <https://doi.org/10.3390/ijms18112390>.
- GRIDNEVA, Ye.Ye., KALIAKPAROVA, G.Sh. (2019) Lentils as Valuable Leguminous Crop for Kazakhstan. *Problems of Agricultural Market*, 2, 160–166.
- GRUSAK, M.A. (2009) Nutritional and health-beneficial quality. *The lentil: Botany, production and uses*, 368–390.
- HAN, H., BAIK, B.K. (2008) Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum L.*), peas (*Pisum sativum L.*) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(11), 1971–1978.
- IVASENKO, O.S., BARSUKOVA, O.A. (2023) Doslidzhennia dynamiky urozhaunist sochevytsi v Khersonskii oblasti. *Materialy KhKhII naukovo konferentsii molodykh vchenykh Odeskoho derzhavnogo ekolohichnogo universytetu*. Odesa, Ukraine, Traven 23–31, 2023, 42–43 (in Ukrainian).
- JACKSON, N., NOBLE, S.D., VANDENBERG, A. (2021) Evaluating the effect of light exposure and seed coat on lentil cotyledon color by computer vision. *Legume Science*, 3, e98.
- JENSEN, E.S., PEOPLES, M.B., HAUGGAARD-NIELSEN, H. (2010) Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115, 203–216.
- KAALE, L.D., SIDDIQ, M., HOOPER, S. (2023) Lentil (*Lens culinaris Medik*) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*, 5(2), e169.
- KLYSHA, A.I., KULINICH, O.O. (2008) Yakist nasinnia sochevytsi ta osnovni napriamky selektsii dlia yoho pokrashchennia. *Selektsiia i nasinnytstvo*, 96, 341–346 (in Ukrainian).
- KULINICH, O. (2004) Sochevytsia: rozumna alternatyva. *Propozyttsiia*, 8–9, 58–59 (in Ukrainian).
- KVITKO, H.P., SAULIAK, O.M. (2015) Formuvannia urozhaui nasinnia sochevytsi kharchovoi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnogo. Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka. *Zbirnyk materialiv dopovneni uchasnykamy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi. Zhytomyr: Polissia*, 564–568 (in Ukrainian).
- LAVRENKO, S.O., MAKSYMOM, M.V. (2016) Fotosyntetychnyi potentsial posiviv sochevytsi zalezho vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva*. Kyiv: Osnova, Is. 89(1): Silskohospodarski nauky, 185–191 (in Ukrainian).
- LENS CULIARIS (Sochevytsia zvychaina) (2023) Morfobiolohichni osoblyvosti sochevytsi. Morfolohichni oznaky sochevytsi. Biolohichni osoblyvosti. Biolohiia tsvitinnia i zaplidnennia. Available from: <http://ultraagro.blogspot.com/2014/09/lensculinaris.html> (accessed 19.11.2023).
- MAKSYMOM, M.V. (2016) Udoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia sochevytsi za riznykh umov zvolozhennia (dys. kand. s-h. Nauk), Khersonskiy derzhavnyi ahrarnyi un-t., Kherson, Ukraine (in Ukrainian).
- MATERNE, M., REDDY, A.A. (2007) Commercial cultivation and Profitability. *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*. Dordrecht: Springer, 173–186.
- MATYSKO, V.M., ROZHKO, V.M. (2021) Vyroshchuvannia sochevytsi v Ukraini: osnovni problemy ta perspektyvy. Osnovni, maloposhyreni i netradytsiini vydy roslyn – vid vyvchennia do osvoinnna (silskohospodarski i biolohichni nauky). *Materialy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (u ramkakh VI naukovo forumu «Naukovyi tyzhden u*

- Krutakh – 2021*»), s. Kruty, Chernihivska obl., Ukraine, Berezen 11, 2021, 79–82 (in Ukrainian).
- MATKO, S.V., MELNYK, L.M., BASSARAB, O.S. (2014) Vykorystannia sochevytsi dlia vyrobnytstva kharchovykh produktiv. *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnologii*, 46(2), 72–75 (in Ukrainian).
- MAZUR, V.A., TKACHUK, O.P., DIDUR, I.M., PANTSUREVA, H.V. (2021) Osoblyvosti tekhnologii vyroshchuvannia maloposhyrenykh zernobobovykh kultur: monohrafiia. TVORY, Ukraine, pp. 172 (in Ukrainian).
- McNEIL, D.L., HILL, G.D., MATERNE, M., MCKENZIE, B.A. (2007) Global Production and World Trade. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times. *Stevenson. Dordrecht: Springer*, 95–105.
- Ministerstvo ahraimoi polityky Ukrainy (2023). Available from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyster-sortiv-roslin> (accessed 19.11.2023).
- OREKHIVSKYI, V.D., KRYVENKO, A.I., MAMATOV, M.O., SOLOMONOV, R.V. (2018) Ahrotekhnichni osoblyvosti vyroshchuvannia sochevytsi. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 24, 84–92 (in Ukrainian).
- OREKHIVSKYI, V.D., SICHKAR, V.I., OVSIANNIKOVA, L.K., MAMATOV, M.O., SOLOMONOV, R.V. (2017) Sochevytsia – dzherelo roslynnoho bilka. *Zernovi produkty i kombikormy*, 17(4), 22–29 (in Ukrainian).
- PRYSIAZHNIUK, O.I., KARPUK, L.M., TOPCHII, O.V. (2017) Efektyvnist ahrotekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia sochevytsi. *Novitni ahrotekhnolohii*, 5 (in Ukrainian).
- RATHOD, R.P., ANNAPURE, U.S. (2016) Effect of extrusion process on antinutritional factors and protein and starch digestibility of lentilsplits. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 114–123.
- Saskatchewan Pulse Growers. Lentils. (2020) Available from: <https://saskpulse.com/growing-pulses/lentils/lentils-seeding/> (accessed 19.11.2023).
- SHAHIN, M.A., SYMONS, S.J. (2001) A machine vision system for grading lentils. *Canadian Biosystems Engineering*, 43, 7.7–7.14.
- SHEIKH, M.A.J. (1994) Rubatub-1: Improved lentil cultivars in Sudan. *Lens Newslett*, 21(2), 44–49.
- SICHKAR, V.I. (2014) Intensyfikatsiia azotofiksualnoho potentsialu zernobobovykh kultur shliakhom komplementarnoho doboru mikro- i makrosymbiontiv. *Naukovi zapysky TNPU. Serii: Biolohiia*, 3, 165–169 (in Ukrainian).
- SICHKAR, V.I., KRYVENKO, A.I., SOLOMONOV, R.V. (2020) Sochevytsia: vazhlyve dzherelo vysokoiakisnoho bilka dlia kharchuvannia liudei. *Ethnobotany*, 290–300 (in Ukrainian).
- SIDHU, J.S., ZAFAR, T., BENYATHIAR, P., NASIR, M. (2022) Production, processing, and nutritional profile of chickpeas and lentils. In M. Siddiq & M. A. Uebersax (Eds.). *Dry Beans and Pulses: Production, Processing, and Nutrition* (2nd ed., 383–407).
- SIDDIQ, M., UEBERSAX, M.A., SIDDIQ, F. (2022) Global production, trade, processing and nutritional profile of dry beans and other pulses. In M. Siddiq & M.A. Uebersax (Eds.). *Dry Beans and Pulses: Production, Processing, and Nutrition* (2nd ed., 1–28).
- SUKHOVA, H.I. (2012) Formuvannia elementiv produktyvnosti sochevytsi zalezno vid osoblyvostei sortu. *Visnyk. KhNAU. Serii: Roslynnnyctvo, selektsiia i nasinnyctvo, plodoovochivnyctvo: zbirnyk naukovykh prats*, Kharkiv, 2, 106–111 (in Ukrainian).
- TELEZHENKO, L.M., ATANASOVA, V.V. (2010) Sochevytsia yak vazhlyvyi natsionalnyi resurs roslynnoho bilka. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 66, 158–163 (in Ukrainian).
- TRAKALO, T.O., YANIUK, T.I. (2022) Vyvchennia vlasnyvosei sochevytsi dlia otrymmanna funktsionalnykh produktiv. *The XIX International Science Conference «Development of scientific and practical approaches in the era of globalization*. Boston, USA, June 21–23, 2022, 165.
- US Department of Agriculture. (2022) FoodData Central. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/> (accessed 19.11.2023).
- USHKARENKO, V.O., LAVRENKO, S.O., MAKSYMOM, M.V. (2016) Ekonomichna efektyvnist vykorystannia riznykh tekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia sochevytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats UNUS. Uman*, 88(1), 195–202 (in Ukrainian).
- VERNI, M., DEMARINIS, C., RIZZELLO, C.G., BARUZZI, F. (2020) Design and characterization of a novel fermented beverage from lentil grains. *Foods*, 9(7), 893.
- WARNE, T., AHMED, S., BYKER SHAINKS, C., MILLER, P. (2019) Sustainability dimensions of a North American lentil system in a changing world. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 88.
- YADAV, A., ARVIND, M.K. (2020) Lens culinaris β -galactosidase (Lsbgal): Insights into its purification, biochemical characterization and trisaccharides synthesis. *Bioorganic Chemistry*, 95, 103.
- ZHANG, B., PENG, H., DENG, Z., TSAO, R. (2018) Phytochemicals of lentil (*Lens culinaris*) and their antioxidant and anti-inflammatory effects. *Journal of Food Bioactives*, 1, 93–103.