

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-8

УДК 633.63:631.81:632.952

**А. В. ПОТАПОВ, здобувач**

**М. Б. ГРАБОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук**

Білоцерківський національний аграрний університет

пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква Київської обл., 09117,

e-mail: nikgr1977@gmail.com

## **ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОДОБРІВ І СИСТЕМ ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ**

Встановлено вплив позакореневого підживлення мікродобривами і систем фунгіцидного захисту на формування площі листкової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових. Максимальну площу листкової поверхні буряків цукрових відзначено в першій декаді серпня (35,0 і 37,6 тис. м<sup>2</sup>/га), фотосинтетичний потенціал посівів – у першій декаді вересня (0,92 і 0,97 млн м<sup>2</sup> діб/га), чисту продуктивність фотосинтезу посівів – у першій декаді серпня (7,32 і 9,33 г/м<sup>2</sup> за добу) відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Залежно від періодів обліків гібрид Акація перевищував за цими показниками гібрид Пушкін на 9,8–12,6; 5,6–8,3 і 3,3–27,5 %.

Застосування у позакоренево підживлення мікродобрива yaravita bortrac 150 і yaravita mancozin сприяло збільшенню площі листкової поверхні рослин буряків цукрових у період зникання листків у міжряддях, у першій декаді серпня і вересня на 2,4 і 1,4; 2,7 і 3,8 та 2,1 і 2,6 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем. Збільшення фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу в першій декаді вересня становило 8,6 і 10,4 % та 1,4 і 3,1 % відповідно за використання yaravita bortrac 150 і yaravita mancozin. Площа листкової поверхні рослин буряків цукрових на варіантах з другим мікродобривом була вищою на 2,4–3,6 %, ніж з першим.

Використання систем фунгіцидного захисту збільшувало площу листкової поверхні буряків цукрових на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) на 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,7 тис. м<sup>2</sup>/га, четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем. Не спостерігали суттєвої різниці між варіантами фунгіцидного захисту за показниками фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу.

Найвищу площу листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу отримано в гібриду Акація на варіанті фунгіцидного захисту церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га) і позакореневого підживлення мікродобривом yaravita mancozin (1 л/га).

**Ключові слова:** буряк цукровий, гібрид, фунгіциди, мікродобрива, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

**Arsenii Potapov, Mykola Hrabovskyi**

Bila Tserkva National Agrarian University

**Formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops depending on microfertilizers and fungicide protection systems**

The article presents the results of studying the influence of microfertilizers and fungicidal protection systems on the formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops. The maximum leaf surface area of sugar beets was in the first decade of August – 35.0 and 37.6 thousand m<sup>2</sup>/ha, the photosynthetic potential of crops was in the first decade of September – 0.92 and 0.97 million m<sup>2</sup> days/ha, the net crop photosynthetic productivity was in the first decade of August – 7.32 and 9.33 g/m<sup>2</sup> per day, respectively, in hybrids Pushkin and Acacia. Depending on the accounting periods, the hybrid Acacia exceeded the hybrid Pushkin by these indicators on 9.8–12.6, 5.6–8.3 and 3.3–27.5 %.

Application of microfertilizers yaravita bortrac150 and yaravita mancozin in foliar fertilization increased the leaf surface area of sugar beet plants during the period of leaf closure in the interrow, the first decade of August and September by 2.4 and 1.4, 2.7 and 3.8, 2.1 and 2.6 thousand m<sup>2</sup>/ha, compared to the control. The increase in photosynthetic potential and net photosynthetic productivity in the first decade of September was 8.6 and 10.4 %, 1.4 and 3.1 %, respectively with microfertilizers yaravita bortrac150 and yaravita mancozin. The leaf surface area of sugar beet plants on variants with the second microfertilizer was 2.4–3.6 % higher than with the first.

The use of fungicidal protection systems increased the leaf surface area of sugar beets on the second option (shtefstrobin (0.6 l/ha) + shtefozal (0.5 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) by 2,3 thousand m<sup>2</sup>/ha; the third option (tserkoshtef (0.5 l/ha) + shtefstrobin (0.6 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) on 2.7 thousand m<sup>2</sup>/ha, to the fourth (tserkoshtef (0.5 l/ha) + shtefozal (0.5 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) by 2.5 thousand m<sup>2</sup>/ha, compared with control. There was no significant difference was observed in the indicators of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis between the options of fungicide protection.

The highest leaf surface area, photosynthetic potential and net photosynthetic productivity were obtained in the hybrid sugar beet Acacia on the option of fungicide protection tserkoshtef (0.5 l/ha) + stefstrobin (0.6 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha) and foliar fertilization Yaravita mancozin (1 l/ha).

**Keywords:** sugar beet, hybrid, fungicides, microfertilizers, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity.

**Вступ.** Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) є однією з основних цукроносних культур. У світі посіви буряків цукрових займають понад 4,5 млн га, зокрема майже 1,5 млн га в країнах Європейського Союзу (ЄС) [36]. Найбільше буряків цукрових виробляють у Європі, Азії та Північній Америці. У країнах ЄС у 2016 р. було вироблено понад

110,7 млн т, а світове виробництво цукрових буряків перевищило 2772 млн т [41]. Близько 20 % цукру у світі виробляють із буряку цукрового, а решта, майже повністю, – з тростини цукрової [44]. Крім цукру, з буряків цукрових отримують такі продукти, як жом і патока, які відіграють важливу роль у тваринництві та переробній промисловості, а також можуть забезпечити багато побічних продуктів, наприклад, матеріали, які використовують для видалення важких металів у воді та очищенні стічних вод [3, 17]. Також є досвід використання жому та патоки для вермикомпостування з гноєм великої рогатої худоби у різних співвідношеннях [13].

Останніми дослідженнями було доведено важливість елементів технології вирощування буряків цукрових. Їх удосконалення відбувалося поступово, на основі досягнень у селекції та землеробстві. Проте все ще існують можливості для інтенсифікації виробництва буряків цукрових. Однією з найважливіших передумов є наявність гібридів буряків цукрових, які характеризуються високою та стабільною врожайністю, а також стійкістю до біотичних та абіотичних стресів і адаптивністю до змінних умов середовища [18, 43].

Листя буряків цукрових становить близько 20–30 % маси рослини і є основним органом, де відбувається фотосинтез. З листя асимільанти розподіляються в інші органи, головним чином, у коренеплід [2, 32]. Оптимальний показник індексу листової поверхні (ЛІП) буряків цукрових у період інтенсивного формування біомаси становить приблизно 3–4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, але він може перевищувати 5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> або навіть 9 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> [31, 42]. За даними вчених, оптимальна площа листової поверхні буряків цукрових знаходиться в межах 50–80 тис. м<sup>2</sup>/га [2, 7]. В інших дослідженнях площа листової поверхні змінювалася від 34,5 до 63,8 тис. м<sup>2</sup>/га [5, 29]. Хоча, згідно з С. М. Hoffmann та ін. [26], кореляція між урожайністю коренеплодів і площею листової поверхні є слабкою, стан листків і інтенсивність фотосинтезу все ж значною мірою впливають на врожайність коренеплодів та їх технічну якість [37, 45].

Потенціал продуктивності буряків цукрових є результатом їх здатності засвоювати світло для фотосинтезу, а відповідно і використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) [27]. Одним із способів моніторингу стану посівів цієї культури в польових умовах є вимірювання фізіологічних процесів посівів за допомогою спектральних індексів LAI та PRI протягом вегетації [35].

Застосування макро- та мікроелементів дозволяє повною мірою забезпечити потреби буряків цукрових та впливає на формування асиміляційної поверхні рослин [20]. Багато вчених відзначають

позитивний вплив позакореневого підживлення на врожайність сільськогосподарських культур [39], зокрема буряків цукрових [10, 33]. Для найкращого ефекту добрива мають містити оптимально збалансований вміст мікроелементів, наявність і концентрація яких у ґрунті часто недостатня для нормального росту та розвитку рослин. Оскільки мікроелементи є невід'ємними компонентами ферментних структур у рослинах і виконують каталітичну та структурні функції, вони регулюють багато метаболічних процесів, пов'язаних із змінами енергії [11]. Вони також впливають на окислювально-відновний стан клітин, експресію генів і засвоєння гормонів.

Найбільш потрібними мікроелементами для нормального функціонування, росту і розвитку рослин буряків цукрових є залізо, бор, цинк, марганець, мідь, молібден і нікель. Серед них залізо, мідь та марганець відіграють дуже важливу роль у фотосинтезі, адже вони є активаторами синтезу хлорофілу та компонентами фотосинтетичної системи транспорту електронів і є потрібними в інших фізіологічних процесах [8, 34]. Так, позакореневе підживлення залізом, марганцем і міддю в поєднанні з передпосівною обробкою насіння вплинуло на хімічний склад рослин буряків цукрових під час вегетації, а також вміст сахарози і вихід цукру [28].

Дефіцит бору уповільнює ріст та розвиток листя буряків цукрових, знижуючи швидкість фотосинтезу та фотохімічну ефективність. Вирощування «бор ефективних» гібридів буряків цукрових та скринінг фотосинтетичних параметрів може впливати на продуктивність культури та вихід цукру [19]. Найвищий вплив магнію на формування врожаю може бути за умови відносно низької доступності азоту, але достатньої кількості магнію у ґрунті. Вплив магнію на приріст урожайності буряків цукрових найбільше проявлявся в посушливі роки [25]. Позакореневе підживлення кремнієм позитивно впливає на такі фізіологічні параметри рослин буряків цукрових, як індекс листової поверхні і засвоєння фотосинтетично активної радіації. Цей ефект триває до кінця вегетації культури [20].

Для буряків цукрових цинк є потрібним мікроелементом, і рослини помітно знижують продуктивність від його дефіциту [15]. За усередненими даними, якщо кількість цинку становить 10 мг/кг ґрунту, то це є достатнім рівнем для буряків цукрових. Однак ґрунти вважають бідними на цинк, якщо вони містять менше 0,5 мг/кг цього елемента [9]. Застосування цинкових добрив у ґрунтове або позакореневе внесення значно підвищує ростові процеси рослин, продуктивність і показники якості цукру в буряків цукрових [12]. Дефіцит цинку перешкоджає росту та розвитку рослин, зменшує

транслокацію цукру та знижує врожайність коренеплодів [23].

Застосування суміші мікроелементів (75 мг  $\text{FeSO}_4$ , 50 мг  $\text{ZnSO}_4$ , 25 мг  $\text{MnSO}_4$ ) у позакореневе підживлення значно прискорювало ріст, фотосинтетичну ефективність і продуктивність буряків цукрових. Підвищена доза мікродобрив (150 мг  $\text{FeSO}_4$ , 100 мг  $\text{ZnSO}_4$ , 50 мг  $\text{MnSO}_4$ ) збільшила врожайність коренеплодів на 42,0 % і вихід цукру на 92,9 % порівняно з варіантом без їх використання [22].

Хімічні заходи захисту рослин від шкідливих організмів, включаючи фунгіциди, можна використовувати, якщо вони слугують для захисту врожаю та його якості, але вони мають лише доповнювати інші методи [30]. Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з використанням хімічних засобів захисту рослин, слід використовувати селективні інгредієнти та змінювати їх для наступних обробок, а дози та кількість обробок мають бути мінімальними [38]. Застосування фунгіцидів на посівах буряків цукрових не тільки зменшує поширеність грибкових патогенів, але й підвищує індекс листової поверхні (особливо в другій половині вегетації), масу листя та індекс FI, що виражається як відношення маси листя до маси кореня [21].

Сумісне застосування мікродобрив та фунгіцидів створює умови для збільшення площі асиміляційного апарату буряків цукрових на 24,8–38,9 %. Найкращим серед варіантів мікродобрив було застосування реаком-р-бурякове (5,0 л/га) та реастім-ріст-бурякове (7,5 л/га) з внесенням у фазі змикання листків у міжряддях, коли на період збирання врожаю площа листків становила відповідно 2318 і 2463  $\text{cm}^2$ /рослину та 2243 і 2351  $\text{cm}^2$ /рослину [4].

В умовах Єгипту позакореневі підживлення мікродобривами разом з фунгіцидом монторо значно зменшили поширеність церкоспорозу в посівах буряків цукрових порівняно з варіантами без їх застосування. Сумісне використання калійних та борних добрив сприяло отриманню найвищих показників сухої маси листя буряку цукрового. Внесення сірки привело до збільшення сирової маси коренеплоду, а бору – до збільшення вмісту розчинних твердих речовин і сахарози [24].

За даними Білоцерківської ДСС ЩБіБК НААН, найбільшу площу листової поверхні рослин буряків цукрових отримали за внесення 5 т/га соломи +  $\text{N}_{50}$  +  $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{100}$  + максимум (бор) + регулятор росту наномінераліс, яка на завершення вегетації становила 2323  $\text{cm}^2$ /рослину. Застосування мікродобрива максимум (бор) та регулятора росту наномінераліс підвищило фотосинтетичний потенціал рослин, але водночас чиста продуктивність фотосинтезу знижувалася [40].

Застосування абсорбентів для обробки насіння буряків цукрових

значно підвищує стійкість рослин до посухи, особливо на початкових фазах росту і розвитку. Кореляційний аналіз підтвердив позитивну кореляцію між фізіологічними параметрами рослин [29].

Обробка насіння буряків цукрових реаком-с-бурякове (18 л/т) та внесення у позакореневе підживлення реаком-р-бурякове (5 л/га) збільшило площу листової поверхні буряків цукрових на період збирання врожаю на 550–842 до 2683 см<sup>2</sup>/рослину. Внесення мікродобрив і фунгіцидів в одній технологічній операції у фазі змикання листків у міжряддях забезпечило лише тенденцію збільшення площі листової поверхні порівняно з контролем без фунгіцидів [7].

За результатами досліджень, проведених у північно-східній частині Правобережного Лісостепу України, внесення мікродобрива Бор + Молібден сприяло підвищенню площі листової поверхні буряків цукрових до 35,6 і 36,1 тис. м<sup>2</sup>/га, а суміші мікродобрив – до 40,0 і 40,6 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно в гібридів Ольжич і Булава. Водночас значних відмінностей у площі листової поверхні між різними варіантами фунгіцидного захисту не відзначено [1].

Метою досліджень було визначення впливу позакореневого підживлення мікродобривами та систем фунгіцидного захисту на формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили в 2020–2022 рр. у ПСП Агрофірма «Світанок» Васильківського району Київської області. Дослід проводили за такою схемою: Фактор А. Гібриди буряку цукрового. 1. Пушкін; 2. Акація. Фактор В. Застосування мікродобрив. 1. Контроль без мікродобрив; 2. уаgavita bortrac 150 (3 л/га); 3. уаgavita mancozin (1 л/га). Фактор С. Фунгіциди. 1. Контроль (без застосування фунгіцидів); 2. штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га) 3. церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га); 4. церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га).

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий, що характеризується такими показниками: вміст гумусу – 2,78 %, рН сольової витяжки – 6,05, вміст рухомого азоту (амонійного) – 8,8 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 89,5 мг/кг ґрунту, рухомого калію – 64,8 мг/кг ґрунту.

Площа посівної ділянки становила 108 м<sup>2</sup>, облікової – 81 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Розміщення варіантів – послідовне. Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик польового дослідження [6]. Площу листової поверхні визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність

фотосинтезу – розрахунковим методом за методикою J. Coombs та ін. [16] у період змикання листків у рядках та міжряддях, на першу декаду серпня і вересня. Технологія вирощування буряків цукрових загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу, крім прийомів, які були поставлені на вивчення. Фунгіциди вносили на початку появи хвороб на рослинах, у фазі 3–4 пари листків у буряків цукрових, наступні обробки проводили через 14–16 діб. Всього проводили 3 фунгіцидних обробки в комбінаціях згідно зі схемою досліджу. Обприскування рослин водними розчинами мікродобрив здійснювали у фазі змикання листків буряків цукрових у рядку відповідно до схеми досліджу. Під основний обробіток ґрунту було внесено мінеральні добрива  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (нітроамофоска), а перед сівбою – азотні (аміачна селітра)  $N_{30}$ .

**Результати та обговорення.** Продуктивність рослин буряку досягається завдяки збільшенню асиміляційної поверхні, оскільки саме за рахунок асимілянтів, утворених у процесі фотосинтезу в листках, відбувається активне утворення органічної речовини в коренеплодах [3, 26, 42, 44].

За даними В. Р. Аскарова [2], формування листкової поверхні буряків цукрових на ранніх етапах росту та розвитку залежить в основному від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та погодних умов, що визначають активність розвитку рослин та засвоєння ними факторів живлення.

У фазі змикання листків у рядку площа листкової поверхні в гібриду Пушкін становила в середньому 16,5, а в гібриду Акація – 18,1 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 1).

На період змикання листків у міжряддях цей показник був 22,0 і 24,8 тис. м<sup>2</sup>/га, а на першу декаду вересня – 23,4 і 25,7 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно в першого та другого гібрида. Гібрид Акація перевищував за площею листкової поверхні гібрид Пушкін на 9,8–12,6 %.

За роки досліджень максимальну площу листкової поверхні буряків цукрових отримано в першій декаді серпня. У гібриду Пушкін вона становила 35,0 тис. м<sup>2</sup>/га, а в гібриду Акація – 37,6 тис. м<sup>2</sup>/га. За рахунок природного старіння та відмирання листя в рослин буряків цукрових їх асиміляційна поверхня на початок вересня зменшилася на 29,5–35,2 % порівняно з попереднім періодом обліків.

Застосування у позакореневе підживлення мікродобрива *yaravita bortras 150* сприяло збільшенню площі листкової поверхні у фазі змикання листків у міжряддях на 2,3 і 2,4 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

### 1. Формування площі листкової поверхні гібридів буряків цукрових під впливом мікродобрів та фунгіцидів (середнє за 2020–2022 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у рядку	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	
Пушкін	контроль (без мікродобрів)	1	16,1	20,7	30,9	20,0	
		2	16,2	20,8	33,1	22,4	
		3	16,2	20,9	33,4	22,6	
		4	16,3	20,9	33,4	22,4	
	yaravita bortrac 150	1	16,6	23,1	34,0	21,9	
		2	16,7	23,0	36,1	24,1	
		3	16,7	23,3	36,4	24,4	
		4	16,8	23,1	36,4	24,3	
	yaravita mancozin	1	16,4	22,0	34,7	22,4	
		2	16,5	21,9	36,8	25,0	
		3	16,5	22,1	37,6	25,5	
		4	16,5	22,0	37,2	25,3	
	Акація	контроль (без мікродобрів)	1	17,7	23,2	33,8	22,3
			2	17,6	23,4	36,0	24,5
			3	17,8	23,5	36,5	24,9
			4	17,8	23,6	36,3	24,7
yaravita bortrac 150		1	18,3	25,7	36,2	24,8	
		2	18,3	25,7	38,4	26,6	
		3	18,4	25,9	38,6	27,1	
		4	18,4	25,9	38,5	27,1	
yaravita mancozin		1	18,0	24,9	37,0	24,5	
		2	18,1	25,0	39,7	27,0	
		3	18,1	25,1	40,1	27,6	
		4	18,2	25,2	39,9	27,2	

V, %

4,6

5,1

4,4

5,2

Примітка. Тут і далі в таблицях: 1. контроль (без застосування фунгіцидів); 2. штефстробін, к. с., 0,6 л/га + штефозал, 0,5 л/га + штільвет, 0,1 л/га; 3. церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + штефстробін, к. с., 0,6 л/га + штільвет, 0,1 л/га; 4. церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + штефозал, 0,5 л/га + штільвет, 0,1 л/га.

На першу декаду серпня і вересня це збільшення становило 3,1 і 2,3 та 1,9 і 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га. Внесення мікродобрива yaravita mancozin сприяло підвищенню цього показника на 1,2 і 1,6; 3,9 і 3,6 та 2,7 і 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно в першій, другій, третій та четвертий періоди обліків. Тобто, за винятком початкового періоду вегетації, площа



листової поверхні рослин буряків цукрових за рахунок використання мікродобрива *ugarvita mancozin* була вищою на 2,4–3,6 %, ніж на варіантах із застосуванням *ugarvita bortras 150*.

Використання систем фунгіцидного захисту збільшувало показники площі листової поверхні буряків цукрових. Так, у середньому на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) вона зростала на 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,7 тис. м<sup>2</sup>/га, а на четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем.

Результати наших досліджень збігаються з даними, отриманими в Лісостепу України [1], згідно з якими, застосування фунгіцидів на більш пізніх фазах росту та розвитку буряків цукрових дозволило зберегти листовий апарат рослин та забезпечити формування максимальної площі листової поверхні на удобрених мікродобривами та захищених фунгіцидами варіантах.



**Рис. Частки впливу факторів на площу листової поверхні буряків цукрових на першу декаду серпня (середнє за 2020–2022 рр.), %**

Встановлено, що в першій декаді серпня на площу листової поверхні буряків цукрових на 42,3 % впливав фунгіцидний захист, на 27,0 % – генетичні особливості гібридів і на 22,8 % – мікродобрива (рис.). Слід відзначити, що вплив цих факторів змінювався залежно від періодів обліків і, наприклад, у фазі змикання листків у міжряддях вищий вплив на площу листової поверхні мало застосування мікродобрив.

## 2. Фотосинтетичний потенціал посівів буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.), млн м<sup>2</sup> діб/га

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	Перед збиранням
Пушкін	контроль (без мікродобрив)	1	0,54	0,82	0,80	0,51
		2	0,54	0,86	0,87	0,56
		3	0,54	0,88	0,90	0,57
		4	0,54	0,87	0,88	0,57
	yaravita bortrac 150	1	0,56	0,88	0,86	0,58
		2	0,56	0,93	0,95	0,65
		3	0,57	0,94	0,97	0,66
		4	0,57	0,94	0,96	0,65
	yaravita mancozin	1	0,57	0,91	0,89	0,63
		2	0,57	0,94	0,97	0,69
		3	0,58	0,94	0,98	0,70
		4	0,58	0,93	0,98	0,69
Акація	контроль (без мікродобрив)	1	0,59	0,88	0,85	0,54
		2	0,59	0,92	0,93	0,58
		3	0,59	0,92	0,93	0,60
		4	0,59	0,93	0,94	0,59
	yaravita bortrac 150	1	0,60	0,93	0,92	0,63
		2	0,60	0,99	1,01	0,72
		3	0,61	1,00	1,02	0,74
		4	0,61	1,00	1,02	0,73
	yaravita mancozin	1	0,61	0,96	0,94	0,65
		2	0,62	1,00	1,01	0,76
		3	0,63	1,01	1,03	0,78
		4	0,63	1,01	1,03	0,76

V, %

3,4

4,6

4,2

4,0

Величина фотосинтетичного потенціалу буряків цукрових за всіх доз добрив тісно корелює з вмістом сухої речовини в листках рослин  $R^2 = 0,977$  [5].

Було встановлено вплив позакореневого підживлення мікродобривами та фунгіцидного захисту на основні закономірності формування фотосинтетичного потенціалу рослинами буряків цукрових (табл. 2).

Так, у фазі змикання рослин у міжряддях фотосинтетичний потенціал посівів буряків цукрових становив у гібриду Пушкін

0,56 млн м<sup>2</sup> діб/га, а у гібриду Акація – 0,61 млн м<sup>2</sup> діб/га. Максимальні значення цього показника були в першій декаді вересня – 0,92 і 0,97 млн м<sup>2</sup> діб/га, а перед збиранням культури зменшилися відповідно до 0,62 і 0,67 млн м<sup>2</sup> діб/га.

Вищу ефективність мікродобрив відзначено в першій декаді вересня і перед збиранням. У вказані періоди обліків на варіантах із внесенням мікродобрива *yaravita bortras 150* збільшення фотосинтетичного потенціалу порівняно з контролем становило 8,4 і 8,7 % та 14,9 і 22,1 %, а мікродобрива *yaravita mancozin* – 10,7 і 10,1 % та 22,6 і 27,7 % відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Порівняно з контрольними усередненими значеннями застосування мікродобрив *yaravita bortras 150* і *yaravita mancozin* привело до збільшення показника фотосинтетичного потенціалу посівів на 0,05 і 0,08 млн м<sup>2</sup> діб/га.

Між варіантами фунгіцидного захисту не спостерігали суттєвої відмінності у значеннях фотосинтетичного потенціалу. Так, на період збирання на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) цей показник становив 0,63 і 0,69 млн м<sup>2</sup> діб/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,64 і 0,71 млн м<sup>2</sup> діб/га, а на четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,64 і 0,69 млн м<sup>2</sup> діб/га відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу виявлено на початку серпня (перша декада) – 8,32 г/м<sup>2</sup> за добу, на першу декаду вересня цей показник становив 4,85 г/м<sup>2</sup> за добу та суттєво зменшився перед збиранням – до 2,26 г/м<sup>2</sup> за добу (табл. 3). Тобто для періоду від змикання листків у міжрядді до кінця серпня характерний найбільш інтенсивний ріст та накопичення сухої речовини з розрахунку на одиницю площі листової поверхні [2].

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація на період змикання листків у міжряддях становила 7,11 і 7,35 г/м<sup>2</sup> за добу, першу декаду серпня і вересня – 7,32 і 9,33 та 4,71 і 5,0 г/м<sup>2</sup> за добу, а перед збиранням – 2,13 і 2,39 г/м<sup>2</sup> за добу. Залежно від періодів обліків гібрид Акація перевищував за цим показником гібрид Пушкін на 3,3–27,5 %.

Застосування в позакореневе підживлення мікродобрива *yaravita bortras 150* дозволило отримати чисту продуктивність фотосинтезу в першій декаді серпня 7,31 і 9,39 г/м<sup>2</sup> за добу, а мікродобрива *yaravita mancozin* – 7,41 і 9,61 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Це перевищувало контрольні варіанти на 1,1 і 4,5 % та 2,5 і 7,0 %. Різниця між варіантами з мікродобривами становила у першій,

другий, третій та четвертий періоди обліків 0,20; 0,16; 0,09 і 0,08 г/м<sup>2</sup> за добу на користь yaravita mancozin.

### 3. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	Період збирання
Пушкін	контроль (без мікродобрив)	1	6,78	6,89	4,22	2,30
		2	6,86	7,25	4,75	1,85
		3	6,98	7,40	4,84	1,96
		4	6,81	7,38	4,79	1,98
	yaravita bortrac 150	1	7,13	6,68	4,29	2,42
		2	7,21	7,21	4,84	1,96
		3	7,18	7,56	4,91	2,04
		4	7,26	7,80	4,82	2,00
	yaravita mancozin	1	7,22	6,81	4,31	2,67
		2	7,27	7,48	4,85	2,06
		3	7,34	7,70	4,95	2,12
		4	7,28	7,65	4,90	2,15
Акація	контроль (без мікродобрив)	1	6,85	8,56	4,67	2,68
		2	6,91	8,95	4,90	2,12
		3	6,96	9,15	5,06	2,14
		4	6,82	9,27	5,02	2,23
	yaravita bortrac 150	1	7,38	8,77	4,63	2,87
		2	7,29	9,38	5,03	2,21
		3	7,46	9,75	5,16	2,34
		4	7,54	9,66	5,08	2,28
	yaravita mancozin	1	7,56	9,02	4,74	2,96
		2	7,71	9,48	5,12	2,08
		3	7,82	9,88	5,32	2,45
		4	7,86	10,07	5,25	2,31
V, %			3,8	4,2	4,5	4,0

За рахунок застосування мікродобрив перебіг фізіологічних процесів у рослин активніший, утворюється більша площа листової поверхні, однак у подальшому він менш інтенсивний – якраз за рахунок значного збільшення фотосинтетичного апарату зменшується вихід чистої продуктивності фотосинтезу з розрахунку на одиницю площі листка. Водночас з тим фунгіциди в першу чергу сприяли

збереженню листкової поверхні та збільшенню ефективності її роботи, а збільшення площі листків відбувалося незначно [2].

Під впливом фунгіцидів підвищувалися процеси фотосинтезу, росту вегетативних та генеративних органів та накопичення в коренеплодах запасних поживних речовин. Так, використання другої системи фунгіцидного захисту (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) приводило до збільшення чистої продуктивності фотосинтезу в першій декаді серпня на 0,52 і 0,49 г/м<sup>2</sup> за добу, третьої (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,76 і 0,81 г/м<sup>2</sup> за добу і четвертої (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,82 і 0,88 г/м<sup>2</sup> за добу порівняно з варіантами без застосування засобів захисту відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

**Висновки.** На основі проведених досліджень встановлено, що у гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація максимальні показники площі листкової поверхні зафіксовано у першій декаді серпня (35,0 і 37,6 тис. м<sup>2</sup>/га), фотосинтетичного потенціалу посівів – у першій декаді вересня (0,92 і 0,97 млн м<sup>2</sup> діб/га), чистої продуктивності фотосинтезу посівів – у першій декаді серпня (7,32 і 9,33 г/м<sup>2</sup> за добу). Гібрид Акація перевищував за цими показниками гібрид Пушкін у середньому на 11,2; 7,0 і 15,4 %. На початок серпня (I декада) формування площі листкової поверхні рослин буряків цукрових на 42,3 % залежало від фунгіцидів, на 27,0 % – від генетичних особливостей гібридів і на 22,8 % – від мікродобрив.

Площа листкової поверхні рослин буряків цукрових зростала при застосуванні мікродобрив *uravita bortrac 150* і *uravita mancozin* на 2,4 і 1,4; 2,7 і 3,8 та 2,1 і 2,6 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем відповідно у другий, третій і четвертий періоди обліків. Слід відзначити вищі на 2,4–3,6 % значення площі листкової поверхні рослин буряків цукрових, на 1,8–2,6 % – фотосинтетичного потенціалу і на 2,3–4,5 % – чистої продуктивності фотосинтезу посівів на варіантах із використанням *uravita mancozin* порівняно з *uravita bortrac 150*.

Не виявлено значної різниці за показниками фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу між варіантами фунгіцидного захисту. На першу декаду серпня площа листкової поверхні гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація становила на другому варіанті фунгіцидного захисту (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) 35,4 і 38,0 тис. м<sup>2</sup>/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 35,8 і 38,4 тис. м<sup>2</sup>/га; четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) –

35,7 і 38,2 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 2,3; 2,7 та 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га вище порівняно з контролем.

Найвищі показники площі листкової поверхні (40,1 тис. м<sup>2</sup>/га), фотосинтетичного потенціалу (1,03 млн м<sup>2</sup> діб/га) та чистої продуктивності фотосинтезу буряків цукрових (9,88 г/м<sup>2</sup> за добу) отримано в гібриду Акація за використання фунгіцидів церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га) і позакореневого підживлення мікродобривом *yaravita mancozin* (1 л/га).

#### Список використаної літератури

1. Аскарів В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на урожайність, якість та ефективність вирощування цукрових буряків. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7241> (дата звернення: 18.07.2023).

2. Аскарів В. Р. Продуктивність гібридів буряків цукрових нового покоління за використання комплексних мікродобрив та фунгіцидів у Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2017. 23 с.

3. Городецький О. С., Грабовський М. В. Технологічні якості коренеплодів та економічна ефективність вирощування гібридів буряка цукрового компанії КВС в умовах ФГ «Расавське» Кагарлицького району Київської області. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 34–40.

4. Жердецький І. М. Позакореневе підживлення у процесі формування врожаю цукрового буряку. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 115–121.

5. Іонісой Ю. С. Наукові основи оптимізації агротехнічних умов вирощування буряків цукрових різних біологічних форм : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, ННЦ «Інститут землеробства». Київ, 2016. 43 с.

6. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк та ін. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.

7. Стрілець О. П. Продуктивність

#### References

1. Askarov V. R. The effect of microfertilizers and fungicides on yield, quality and efficiency of sugar beet cultivation. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2016. No 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7241> (last accessed: 18.07.2023).

2. Askarov V. R. Productivity of sugar beet hybrids of the new generation with the use of complex microfertilizers and fungicides in the Forest-Steppe of Ukraine : autoref. thesis for obtaining sciences candidate degree agric. sciences : spec. 06.01.09 "Crop production" / NAAS, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. Kyiv, 2017. 23 p.

3. Horodetskyi O. S., Hrabovskiy M. V. Technological qualities of root crops and economic efficiency of growing beet hybrids of the KVS sugar company in the conditions of FG "Rasavske" of Kagarlytskyi district, Kyiv region. *Ahrobiolohiia*. 2018. No 2. P. 34–40.

4. Zherdetskyi I. M. Foliar fertilization in the process of forming a sugar beet crop. *Zemlerobstvo*. 2008. Issue 80. P. 115–121.

5. Ionitsoi Yu. S. Scientific basis of optimization of agrotechnical conditions for growing sugar beets of different biological forms : autoref. thesis for obtaining sciences degree of dr. agric. sciences : spec. 06.01.09 "Crop production" / NAAS, NSC "Institute of Agriculture". Kyiv, 2016. 43 p.

6. Research methods in beet growing / M. V. Roik et al. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2014. 373 p.

7. Strilets O. P. Productivity of sugar beets depending on the complex application of microfertilizers and fungicides in the

- цукрових буряків залежно від комплексного застосування мікродобрив та фунгіцидів в умовах Правобережної частини Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2014. 20 с.
8. Abbas M. S., Mohamed H. S., Shahba M. A. New Approach to Utilize Nano-Micronutrients in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* / Misra V., Srivastava S., Mall A. K. (eds). Singapore : Springer, 2022. P. 291–313. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_15).
9. Afeez B., Khanif Y. M., Saleem M. Role of zinc in plant nutrition. A review. *American journal of experimental Agriculture*. 2013.No 3. P. 374–391.
10. Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. Effect of foliar fertilization with silicon on the chosen physiological features and yield of sugar beet. *Fragmenta Agronomica*. 2016. No 33 (2). P. 7–14.
11. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance / D. Choluş et al. *J. Plant Physiol*. 2014. No 171. P. 1221–1230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.04.016>.
12. Barlóg P., Nowacka A., Błaszczak R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. *Plant Soil Environ*. 2016. No 62. P. 30–35. DOI: [10.17221/677/2015-PSE](https://doi.org/10.17221/677/2015-PSE).
13. Bhat S. A., Singh J., Vig A. P. Vermistabilization of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) waste produced from sugar factory using earthworm *Eisenia fetida*: Genotoxic assessment by *Allium cepa* test. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 11236–11254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4302-4>.
14. Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf / A. K. Romanova et al. *Protoplasma*. 2016. No 253. P. 719–727. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0923-1>.
15. Calcium and zinc mediated growth and physio-biochemical changes in mungbean grown under saline conditions conditions of the Right-Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine : autoref. thesis for obtaining sciences candidate degree agric. sciences : spec. 06.01.09 “Crop production” / NAAS, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. Kyiv, 2014. 20 p.
8. Abbas M. S., Mohamed H. S., Shahba M. A. New Approach to Utilize Nano-Micronutrients in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* / Misra V., Srivastava S., Mall A. K. (eds). Singapore : Springer, 2022. P. 291–313. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_15).
9. Afeez B., Khanif Y. M., Saleem M. Role of zinc in plant nutrition. A review. *American journal of experimental Agriculture*. 2013.No 3. P. 374–391.
10. Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. Effect of foliar fertilization with silicon on the chosen physiological features and yield of sugar beet. *Fragmenta Agronomica*. 2016. No 33 (2). P. 7–14.
11. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance / D. Choluş et al. *J. Plant Physiol*. 2014. No 171. P. 1221–1230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.04.016>.
12. Barlóg P., Nowacka A., Błaszczak R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. *Plant Soil Environ*. 2016. No 62. P. 30–35. DOI: [10.17221/677/2015-PSE](https://doi.org/10.17221/677/2015-PSE).
13. Bhat S. A., Singh J., Vig A. P. Vermistabilization of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) waste produced from sugar factory using earthworm *Eisenia fetida*: Genotoxic assessment by *Allium cepa* test. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 11236–11254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4302-4>.
14. Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf / A. K. Romanova et al. *Protoplasma*. 2016. No 253. P. 719–727. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0923-1>.
15. Calcium and zinc mediated growth and physio-biochemical changes in mungbean grown under saline conditions

/ M. Y. Ashraf et al. *J. Plant Nutr.* 2020. No 43. P. 512–525. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685098>.

16. Coombs J., Hall D. O., Long S. P. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Pergamon press, 1985. 324 p.

17. Duraisam R., Salelgn K., Berekete A. K. Production of beet sugar and bioethanol from sugar beet and its bagasse: a review. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 2017. No 43. P. 222–233.

18. Economic efficiency of sugar beet production / T. N. Lubova et al. *Journal of Engineering and Applied Sciences.* 2018. No 13 (8). P. 6565–6569. DOI: 10.36478/jeasci.2018.6565.6569.

19. Effect of boron deficiency on the photosynthetic performance of sugar beet cultivars with contrasting boron efficiencies / X. Song et al. *Frontiers in Plant Science.* 2022. No 13. 1101171. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1101171>.

20. Effect of differentiated foliar fertilization on chosen physiological features of sugar beet / A. Artyszak et al. *Fragmenta Agronomica.* 2018. No 35 (1). P. 7–16. DOI: 10.26374/fa.2018.35.01.

21. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments / I. Jaskulska et al. *Agronomy.* 2023. No 13 (2). 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020346>.

22. Exogenous micronutrients modulate morpho-physiological attributes, yield, and sugar quality in two salt-stressed sugar beet cultivars / T. A. Abd El-Mageed et al. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 2021. No 21. P. 1421–1436. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00450-y>.

23. Feizi M., Fallahzade J., Noorshargh P. Sugar beet yield response to different levels of saline irrigation water and leaching in an arid region. *J. Plant Nutr.* 2018. No 41. P. 654–663. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1415353>.

24. Ghazy N., Shahin A. A., Mustafa F. A. Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving Resistance to Cercospora Leaf Spot of Sugar Beet. Environment. *Biodiversity and Soil Security.*

/ M. Y. Ashraf et al. *J. Plant Nutr.* 2020. No 43. P. 512–525. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685098>.

16. Coombs J., Hall D. O., Long S. P. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Pergamon press, 1985. 324 p.

17. Duraisam R., Salelgn K., Berekete A. K. Production of beet sugar and bioethanol from sugar beet and its bagasse: a review. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 2017. No 43. P. 222–233.

18. Economic efficiency of sugar beet production / T. N. Lubova et al. *Journal of Engineering and Applied Sciences.* 2018. No 13 (8). P. 6565–6569. DOI: 10.36478/jeasci.2018.6565.6569.

19. Effect of boron deficiency on the photosynthetic performance of sugar beet cultivars with contrasting boron efficiencies / X. Song et al. *Frontiers in Plant Science.* 2022. No 13. 1101171. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1101171>.

20. Effect of differentiated foliar fertilization on chosen physiological features of sugar beet / A. Artyszak et al. *Fragmenta Agronomica.* 2018. No 35 (1). P. 7–16. DOI: 10.26374/fa.2018.35.01.

21. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments / I. Jaskulska et al. *Agronomy.* 2023. No 13 (2). 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020346>

22. Exogenous micronutrients modulate morpho-physiological attributes, yield, and sugar quality in two salt-stressed sugar beet cultivars / T. A. Abd El-Mageed et al. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 2021. No 21. P. 1421–1436. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00450-y>.

23. Feizi M., Fallahzade J., Noorshargh P. Sugar beet yield response to different levels of saline irrigation water and leaching in an arid region. *J. Plant Nutr.* 2018. No 41. P. 654–663. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1415353>.

24. Ghazy N., Shahin A. A., Mustafa F. A. Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving



2020. Vol. 4. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>.
25. Grzebisz W. Crop response to magnesium fertilization as affected by nitrogen supply. *Plant and Soil*. 2013. Vol. 368. P. 23–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1574-z>.
26. Hoffmann C. M., Koch H. J., Märlander B. Sugar beet. *Crop Physiology – Case Histories for Major Crops* / Sadras V. O., Calderini D. F., Eds. San Diego, CA, USA : Elsevier Inc., 2020. P. 635–674.
27. Impact of climatic variables on carbon content in sugar beet root / L. F. Sánchez-Sastre et al. *Agronomy*. 2018. No 8. 147. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8080147>.
28. Impact of seed stimulation and foliar fertilization with microelements on changes in the chemical composition and productivity of sugar beet / U. Prošba-Białczyk et al. *Journal of Elementology*. 2017. No 22 (4). P. 1525–1535. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.1.1408>.
29. Impact of Superabsorbent Polymers and Variety on Yield, Quality and Physiological Parameters of the Sugar Beet (*Beta vulgaris* prov. Altissima Doell) / V. Pačuta et al. *Plants*. 2021. No 10 (4). 757. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040757>.
30. Karlsson Green K., Stenberg J. A., Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 2020. No 13. P. 1791–1805. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.13067>.
31. Leaf, canopy and agronomic water use efficiency of field grown sugar beet in response to potassium fertilization / B. Jákli et al. *J. Agron. Crop Sci.* 2018. No 204. P. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12239>.
32. Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence / J. H. M. Schippers et al. *Plant Physiol.* 2015. No 169. P. 914–930. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.15.00498>.
33. Mekki B. B. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *Am.-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 2014. No 2020. Vol. 4. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>.
- Resistance to Cercospora Leaf Spot of Sugar Beet. *Environment, Biodiversity and Soil Security*. 2020. Vol. 4. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>.
25. Grzebisz W. Crop response to magnesium fertilization as affected by nitrogen supply. *Plant and Soil*. 2013. Vol. 368. P. 23–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1574-z>.
26. Hoffmann C. M., Koch H. J., Märlander B. Sugar beet. *Crop Physiology – Case Histories for Major Crops* / Sadras V. O., Calderini D. F., Eds. San Diego, CA, USA : Elsevier Inc., 2020. P. 635–674.
27. Impact of climatic variables on carbon content in sugar beet root / L. F. Sánchez-Sastre et al. *Agronomy*. 2018. No 8. 147. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8080147>.
28. Impact of seed stimulation and foliar fertilization with microelements on changes in the chemical composition and productivity of sugar beet / U. Prošba-Białczyk et al. *Journal of Elementology*. 2017. No 22 (4). P. 1525–1535. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.1.1408>.
29. Impact of Superabsorbent Polymers and Variety on Yield, Quality and Physiological Parameters of the Sugar Beet (*Beta vulgaris* prov. Altissima Doell) / V. Pačuta et al. *Plants*. 2021. No 10 (4). 757. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040757>.
30. Karlsson Green K., Stenberg J. A., Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 2020. No 13. P. 1791–1805. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.13067>.
31. Leaf, canopy and agronomic water use efficiency of field grown sugar beet in response to potassium fertilization / B. Jákli et al. *J. Agron. Crop Sci.* 2018. No 204. P. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12239>.
32. Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence / J. H. M. Schippers et al. *Plant Physiol.* 2015. No 169. P. 914–930. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.15.00498>.
33. Mekki B. B. Root yield and quality

14. P. 800–806.

34. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective / D. K. Tripathi et al. *Acta Physiol. Plant.* 2015. No 37. P. 139–153. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>.

35. Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images / Y. Cao et al. *Comput. Electron. Agric.* 2020. No 171. 105331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331>.

36. Pathak A. D., Kapur R., Solomon S. Sugar Beet: A Historical Perspective in Indian Context. *Sugar Tech.* 2014. No 16. P. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0304-7>.

37. Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants / M. Rašovský et al. *Plants.* 2022. No 11. 2222. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172222>.

38. Sensitivity of *Cercospora beticola* to fungicides in Slovakia / K. Hudec et al. *Acta Fytotech. Zootech.* 2020. No 23. P. 147–154. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.03.147-154>.

39. Shehzad M. A., Maqsood M. Integrated nitrogen and boron fertilization improves the productivity and oil quality of sunflower grown in a calcareous soil. *Turk. J. Field Crops.* 2015. No 20 (2). P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.83107>.

40. Sugar beet fertilisation for sustainable yield under climate change conditions / V. Ivanina et al. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2021. No 108 (4). P. 355–362. DOI: 10.13080/z-a.2021.108.045.

41. Sugar beet pulp: Resurgence and trailblazing journey towards a circular bioeconomy / A. K. Rana et al. *Fuel.* 2022. No 312. 122953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122953>.

42. Sugar Beet Root Yield and Quality with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization / I. Varga et al. *Agriculture.* 2021. No 11. 407. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050407>.

of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *Am.-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 2014. No 14. P. 800–806.

34. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective / D. K. Tripathi et al. *Acta Physiol. Plant.* 2015. No 37. P. 139–153. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>.

35. Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images / Y. Cao et al. *Comput. Electron. Agric.* 2020. No 171. 105331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331>.

36. Pathak A. D., Kapur R., Solomon S. Sugar Beet: A Historical Perspective in Indian Context. *Sugar Tech.* 2014. No 16. P. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0304-7>.

37. Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants / M. Rašovský et al. *Plants.* 2022. No 11. 2222. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172222>.

38. Sensitivity of *Cercospora beticola* to fungicides in Slovakia / K. Hudec et al. *Acta Fytotech. Zootech.* 2020. No 23. P. 147–154. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.03.147-154>.

39. Shehzad M. A., Maqsood M. Integrated nitrogen and boron fertilization improves the productivity and oil quality of sunflower grown in a calcareous soil. *Turk. J. Field Crops.* 2015. No 20 (2). P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.83107>.

40. Sugar beet fertilisation for sustainable yield under climate change conditions / V. Ivanina et al. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2021. No 108 (4). P. 355–362. DOI: 10.13080/z-a.2021.108.045.

41. Sugar beet pulp: Resurgence and trailblazing journey towards a circular bioeconomy / A. K. Rana et al. *Fuel.* 2022. No 312. 122953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122953>.

42. Sugar Beet Root Yield and Quality

43. Sustainability of the sugar beet crop / P. Stevanato et al. *Sugar Tech.* 2019. No 21. P. 703–716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9>.

44. Sustainable development of the agricultural bio-economy / N. Jordan et al. *Science.* 2007. No 316. P. 1570–1571. DOI: 10.1126/science.1141700.

45. Tsialtas J. T., Baxevanos D., Maslaris N. Chlorophyll meter readings, leaf area index, and their stability as assessments of yield and quality in sugar beet cultivars grown in two contrasting environments. *Crop Sci.* 2014. No 54. P. 265–273. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.03.0186>.

with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization / I. Varga et al. *Agriculture.* 2021. No 11. 407. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050407>.

43. Sustainability of the sugar beet crop / P. Stevanato et al. *Sugar Tech.* 2019. No 21. P. 703–716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9>.

44. Sustainable development of the agricultural bio-economy / N. Jordan et al. *Science.* 2007. No 316. P. 1570–1571. DOI: 10.1126/science.1141700.

45. Tsialtas J. T., Baxevanos D., Maslaris N. Chlorophyll meter readings, leaf area index, and their stability as assessments of yield and quality in sugar beet cultivars grown in two contrasting environments. *Crop Sci.* 2014. No 54. P. 265–273. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.03.0186>.

Отримано 29 травня 2023 р.  
Погоджено до друку 4 липня 2023 р.