

УДК 632.1;632.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.150.26>

ФУНГІЦИДНА РЕГУЛЯЦІЯ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА АБІОТИЧНОГО СТРЕСУ

Шендрик К.М. – к.б.н.,

доцент відділу здоров'я рослин,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0009-6044-9057

Запольська Н.М. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник відділу здоров'я рослин,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-8356-3228

Сторожик Л.І. – д.с.-г.н.,

професорка відділу селекції і насінництва сільськогосподарських культур,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-1587-1477

Завгородня С.В. – д.філос.,

старший викладач кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0001-9192-8821

Посуховий стрес, інтенсивність якого зростає внаслідок сучасних кліматичних змін, стає одним із ключових чинників, що обмежують продуктивність і довготривалість стабільності агрофітоценозів буряків цукрових. У відповідь на дефіцит вологи рослини активують комплекс взаємопов'язаних фізіологічних і біохімічних механізмів адаптації, спрямованих на підтримання ростових процесів та мінімізацію втрат урожаю. За ураження борошнистою росою на 14 добу показники виділення O_2 становили 16, а поглинання CO_2 – 25,2 мг/100 г/год. На 21-у добу інтенсивність виділення O_2 і поглинання CO_2 за ураження церкоспорозом становили відповідно 15,2 та 20,3 мг/100 г/год, а за ураження борошнистою росою – 15,4–20,1 мг/100 г/год відповідно. За застосування фунгіцидів Медісон 263 SC та Пропульс® 250 SE за профілактичного обприскування проти борошнистої роси спорове навантаження зменшилось у 3 рази, проти церкоспорозу у ~1,5 рази. Дворазове обприскування – до появи хвороби та через 3 тижні знизило спорове навантаження борошнистою росою на 15% та всього на 1,6 % церкоспорозом. Кількість конідій борошнистої роси на одиницю площі листової поверхні була найменшою (677 шт./м²) за застосування фунгіциду Медісон 263 SC та 859 шт./м² за застосування Пропульс® 250 SE. Конідій церкоспори відповідно 13804 та 13996 шт./м². Дворазове обприскування: після появи хвороби та через 3 тижні знизило відповідно на 6 та 1,6 %. Суттєвої різниці між дією фунгіцидів не встановлено.

У польових умовах обприскування посівів буряків цукрових фунгіцидами знизило поширеність хвороб: фунгіцид Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га забезпечив зниження поширення церкоспорозу до 4,1 %, а розвитку плямистості до 2,3 % порівняно з контролем. Обприскування буряків цукрових фунгіцидом Медісон 263 SC, 0,4 л/га призупинило поширення та розвиток церкоспорозу до 3,8 та 1,8 %. Щодо борошнистої роси, то найбільшого поширення та розвитку встановлено у контрольному варіанті – 88,7 та 47,1 %. За



застосування Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га відмічено зниження поширеності хвороби до 6,9 %, порівняно з контролем, а розвиток хвороби знизився до 2,4 %. Застосування препарату Медісон 263 SC, 0,4 л/га призупинило ступінь розвитку борошнистої роси до 5,6 %, а поширення хвороби до 2,7 %. Урожайність коренеплодів становила 45,8 т/га – за застосування Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га та 48,9 т/га за застосування Медісон 263 SC, 0,4 л/га, у контрольному варіанті – 35,1 т/га. У посівах, де застосовували фунгіциди, цукристість коренеплодів становила відповідно 18,3–19,1 %, збір цукру у контрольному варіанті 6,23 т/га, за використання для обприскування фунгіцидів відповідно 8,44–9,23 т/га.

Ключові слова: спорове навантаження, хвороби, дихання, фунгіциди, ефективність, урожай.

Shendryk K.M., Zapolska H.M., Storozhyk L.I., Zavgorodnia S.V. Fungicidal regulation of causes of leaf diseases of sugar beet under abiotic stress

Drought stress, the intensity of which is increasing due to modern climate change, is becoming one of the key factors limiting the productivity and long-term stability of sugar beet agrophytocenoses. In response to moisture deficiency, plants activate a complex of interrelated physiological and biochemical adaptation mechanisms aimed at maintaining growth processes and minimizing crop losses. When affected by powdery mildew, on the 14th day, the O₂ release rates were 16, and CO₂ absorption was 25.2 mg/100 g/h. On the 21st day, the intensity of O₂ release and CO₂ absorption when affected by cercosporosis were 15.2 and 20.3 mg/100 g/h, respectively, and when affected by powdery mildew, 15.4–20.1 mg/100 g/h, respectively. When using the fungicides Madison 263 SC and Propuls® 250 SE during preventive spraying against powdery mildew, the spore load decreased by 3 times, against cercosporosis by ~1.5 times. Two-time spraying – before the onset of the disease and after 3 weeks reduced the spore load of powdery mildew by 15% and only by 1.6% for cercosporosis. The number of powdery mildew conidia per unit of leaf surface area was the lowest (677 pcs./m²) when using the fungicide Madison 263 SC and 859 pcs./m² when using Propuls® 250 SE. Cercospora conidia were 13804 and 13996 pcs./m², respectively. Two-time spraying: after the onset of the disease and after 3 weeks reduced by 6 and 1.6%, respectively. No significant difference between the effects of fungicides was found. In field conditions, spraying sugar beet crops with fungicides reduced the prevalence of diseases: fungicide Propuls® 250 SE, 1.2 l/ha reduced the spread of cercospora to 4.1%, and the development of spotting to 2.3% compared to the control. Spraying sugar beet with fungicide Madison 263 SC, 0.4 l/ha stopped the spread and development of cercospora to 3.8 and 1.8%. As for powdery mildew, the highest spread and development was found in the control variant – 88.7 and 47.1%. When using Propuls® 250 SE, 1.2 l/ha, a decrease in the spread of the disease to 6.9% was noted, compared to the control, and the development of the disease decreased to 2.4%. The use of the drug Madison 263 SC, 0.4 l/ha stopped the degree of powdery mildew development to 5.6%, and the spread of the disease to 2.7%. The yield of root crops was 45.8 t/ha – when using Propuls® 250 SE, 1.2 l/ha and 48.9 t/ha when using Madison 263 SC, 0.4 l/ha, in the control variant – 35.1 t/ha. In crops where fungicides were used, the sugar content of root crops was 18.3–19.1%, respectively, the sugar yield in the control variant was 6.23 t/ha, when using fungicides for spraying, respectively 8.44–9.23 t/ha.

Key words: spore load, diseases, respiration, fungicides, efficiency, yield.

Актуальність теми дослідження. Глобальне зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері посилює парниковий ефект, що призводить до частіших та інтенсивніших посух. Сьогодні дефіцит вологи є головним обмежуючим чинником сталого розвитку світового сільського господарства, створюючи суттєві загрози для продовольчої безпеки. Очікується, що через подальше збільшення викидів парникових газів і непередбачуваність кліматичних умов ці виклики лише загострюватимуться [1]. Посуховий стрес порушує низку фізіологічних процесів у рослинах, що призводить до інтенсивного утворення активних форм кисню (АФК), деградації клітинних мембран. Крім того, посуха погіршує метаболізм азоту, активність ферментів, синтез білка та функцію клітинної мембрани, знижує інтенсивність фотосинтезу [2]. Адаптація рослин до несприятливих умов реалізується через складну регуляцію шляхом модуляції фізіологічних процесів та концентрації ключових метаболітів.

Постановка проблеми. Цукрові буряки (*Beta vulgaris* L.) відіграють ключову роль у світовому агропромисловому комплексі як головна сировина для цукрової промисловості в регіонах з помірним кліматом. За оцінками FAO, світовий валовий збір цієї культури перевищує 240 млн тонн, що забезпечує приблизно п'яту частину обсягів виробництва цукру на планеті [3]. Завдяки високому генетичному потенціалу щодо врожайності та цукристості, а також широким можливостям переробки, цукрові буряки мають стратегічне значення для аграрної економіки провідних держав, зокрема України, країн ЄС, США та Китаю [4]. Основними лімітуючими факторами, що визначають урожайність та якість буряків цукрових, виступають температурний режим ґрунту й повітря у ключові періоди вегетації, а також рівень забезпеченості рослин вологою, елементами живлення та елементами технології вирощування культури [5]. Під впливом тривалої посухи в буряках цукрових активуються захисні механізми, спрямовані на виживання, що обмежує їх ростовий потенціал. Висока продуктивність культури та рівень цукристості безпосередньо залежать від функціонального стану листового апарату, який забезпечує синтез цукрози та її подальше транспортування до коренеплідів [6]. Листя складає до 30% маси рослини, тому будь-яка патологія – чи то церкоспороз, чи борошниста роса – здатна зруйнувати продуктивність посівів у найкоротші терміни [7]. Стан листового апарату критично важливий, оскільки за їх відмирання рослина починає витратити накопичений у коренях цукор на відновлення зеленої маси, що завдає відчутних збитків урожайності культури. Дослідження наукової спільноти вказують, що неконтрольований церкоспороз здатний зменшити врожайність до 50%, а цукристість – до 4 % [8]. Слід відзначити, що тенденції кліматичних змін останніх десятиліть зумовили зниження поширеності таких захворювань цукрових буряків, як пероноспороз та іржа. Натомість, внаслідок помірно теплих зим спостерігається інтенсивне виживання та накопичення в ґрунті збудників хвороб, зокрема *Cercospora beticola* Sacc. та *Erysiphe communis* (Vanha) Weltzien та інших [9]. З основних підходів щодо підвищення урожайності в стресових умовах, зокрема посухи, є застосування комплексних препаратів, здатних активізувати метаболічні процеси в рослинах та підвищити їхню стійкість до абіотичних факторів [10]. Дослідження вітчизняних та закордонних науковців демонструють, що фунгіциди можуть зменшувати негативний вплив посухи на цукрові буряки не лише через контроль хвороб, а й завдяки біорегуляторним ефектам, які водночас залежать від класу діючої речовини, фази розвитку рослин та інтенсивності водного дефіциту. Важливо зазначити, що фунгіциди не усувають посуховий стрес, а лише можуть підвищувати толерантність рослин до нього. Таким чином, **метою роботи є** дослідити потенціал та ефективність сучасних фунгіцидів в умовах тривалої посухи у здатності активізувати фізіологічні процеси в рослинах буряків цукрових та підвищити їх стійкість до абіотичних факторів на фоні ураження хворобами.

Методи та матеріали та досліджень. Агроценоз буряків цукрових гібридів іноземної Daria (KWS) був сформований на дослідних полях Іванівської дослідно-селекційної станції (Сумська область, Ахтирський район) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, яка розташована у зоні недостатнього зволоження Східного Лісостепу України, в умовах комбінованих тривалих посух та нерівномірним розподілом опадів (ГТК – 0,4–0,6). Ґрунти характеризуються найбільш сприятливими для росту й розвитку сільськогосподарських культур фізичними властивостями. Площа облікової ділянки у досліді з прояву хвороб листового апарату буряків цукрових становила 50 м² при 4-х кратній повторності. Фітопатологічні дослідження проводилися відповідно стандарту ДСТУ 6058:2008 [11].

Обліки поширення та розвитку хвороб, закономірності їх прояву проводили при з'явленні перших плям і до кінця вегетації кожні 10–15 діб. Облік розвитку церкоспорозу проводили за методикою [12]. Ефективність застосування препаратів визначали за методикою: «Методики випробування і застосування пестицидів» [13]. Визначення інтенсивності дихання листків цукрових буряків проводили методом П. Бойсен-Йенсена. Застосовували препарати: Препарат Пропульс® 250 SE (Bayer) – системно-трансламінальний фунгіцид. Діючі речовини: Флуопірам (125 г/л) та протіконазол (125 г/л), суспо-емульсія. Має подвійний механізм дії: флуопірам порушує клітинне дихання патогенів, а протіконазол блокує синтез ергостеролу, що запобігає виникненню резистентності (стійкості), що зупиняє розвиток хвороб на ранніх стадіях і захищає посіви тривалий час. Медісон® SC 263 (Bayer) – новий двокомпонентний фунгіцид із системними властивостями, має довготривалу профілактичну та лікувальну дію з фізіологічним ефектом. Тріфлосістробін впливає на дихання клітин грибів, блокуючи передачу електронів у мітохондрії, тоді як протіконазол зупиняє синтез ергостеролу, покращує фотоасиміляцію та оптимізує азотний обмін в рослині.

Результати досліджень. Інтенсивність дихання буряків цукрових за ураження грибковими захворюваннями, значно зростає, так як підвищуються енергетичні затрати на захист. Рослина витрачає велику кількість енергії (АТФ) на синтез фітоалексинів, зміцнення клітинних стінок (лігніфікація) та активацію імунних ферментів. Токсини, що виділяються патогенами (*C. beticola* виділяє церкоспорин), призводить до пошкодження мембран клітин. Для відновлення цілісності мембран клітина активує дихальні шляхи, що призводить до зростання виділення O_2 . Площа листової поверхні за ураження церкоспорозом зменшується через некрози. Це призводить до того, що рослина поглинає менше CO_2 для синтезу цукрів, ніж здорова. Точні показники залежать від ступеня ураження (бальної оцінки), температури та фази розвитку хвороби. Рослина буряків у процесі фотосинтезу поглинає CO_2 і виділяє O_2 , а от за розвитку хвороби (листя не функціонує через плями), баланс зміщується: фотосинтетичне поглинання CO_2 падає, а дихальне виділення O_2 зростає, таким чином рослина виснажується, в результаті цукристість коренеплодів різко знижується, оскільки накопичені раніше запаси цукрів витрачаються на «марне» дихання уражених тканин. За результатами наших досліджень інтенсивність дихання листків буряків цукрових змінювалось не одразу після ураження грибами, а лише через 14 діб, коли міцелій патогенів поширився на 70–75 % рослини (рис. 1).

Величина виділення CO_2 збільшилася на 20 %, а поглинання O_2 – майже на 40 % і становила відповідно 16,5 та 24,2 мг/100 г/год за ураження листків церкоспорозом, що свідчить про інтенсивні зміни фізіологічних та біохімічних реакцій у рослині, викликаних спорами грибів. За ураження борошнистою росою показники виділення CO_2 становили 16, а поглинання – 25,2 мг/100 г/год. За подовження експозиції до 21-ї доби спостерігалася тенденція до зниження цих показників – інтенсивність виділення CO_2 і поглинання O_2 за ураження церкоспорозом становили відповідно 15,2 та 20,3 мг/100 г/год, а за ураження борошнистою росою – 15,4–20,1 мг/100 г/год відповідно. Водний стрес, спричинений посухою, незмінно порушує клітинний гомеостаз, що призводить до надлишкового утворення АФК, що пошкоджує мембрани, білки та ДНК, посилюючи пошкодження від посухи. Спорове навантаження конідій гриба на листках (їх кількість на одиницю площі листової поверхні) буряків цукрових є одним з показників ефективності впливу фунгіцидів на збудників церкоспорозу та борошнистої роси (табл. 1).

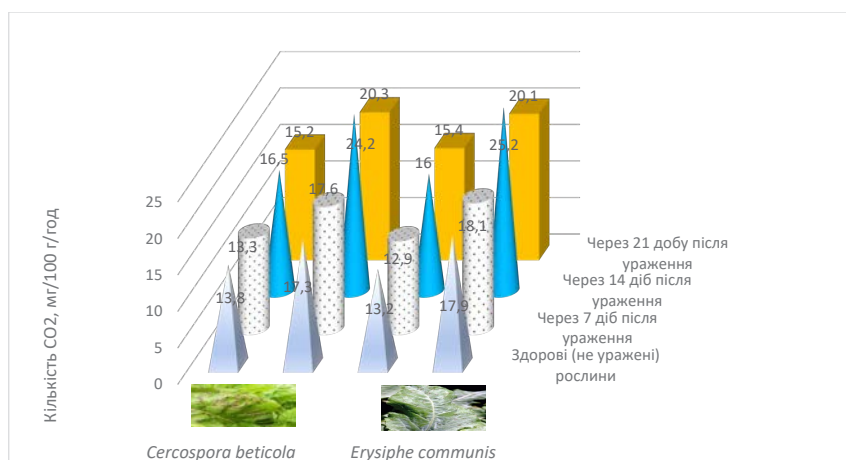


Рис. 1. Інтенсивність дихання буряків цукрових після ураження їх грибами *Erysiphe communis* Grev. f. *Betae* Poteb та *Cercospora beticola* Sacc

Таблиця 1

Проростання спор грибів збудників хвороб листкового апарату буряків цукрових за впливу досліджуваних фунгіцидів (2023–2025 рр.)

Строк і кількість обробок фунгіцидами	Кількість конідій, шт./см ²			
	<i>Cercospora beticola</i>		<i>Erysiphe communis</i>	
	Пропульс® 250 SE	Медісон® 263 SC	Пропульс® 250 SE	Медісон® 263 SC
Профілактичне – до появи хвороби	16902	16661	3765	3524
Терапевтичне – після появи хвороби	18477	18186	5340	5049
Два обприскування: – до появи хвороби та через 3 тижні	13996	13804	859	677
Два обприскування: – після появи хвороби та через 3 тижні	14919	14786	1782	1649
Контроль – обприскування водою	~23000		9863	

За результатами наших досліджень найвищий показник спорового навантаження борошнистою росою та церкоспорозом зафіксовано у контрольних варіантах – 9740 та 23000 шт. конідій / см². Застосування досліджуваних фунгіцидів на інших варіантах експерименту обмежувало їх кількість. Так, за застосування фунгіцидів Медісон 263 SC та Пропульс® 250 SE за профілактичного обприскування

проти борошнистої роси спорове навантаження зменшилось у 3 рази, проти церкоспорозу у ~1,5 рази. Після прояву хвороби відсоток спорового навантаження борошнистої роси на листову поверхню буряків цукрових знизився до 1,9 % та церкоспорозу на 1,3 %. Дворазове обприскування – до появи хвороби та через 3 тижні знизило спорове навантаження борошнистою росою на 15 % та всього на 1,6 % церкоспорозом. Кількість конідій борошнистої роси на одиницю площі листової поверхні була найменшою (677 шт./м²) за застосування фунгіциду Медісон 263 SC та 859 шт./м² за застосування Пропульс® 250 SE. Конідій церкоспори відповідно 13804 та 13996 шт./м². А дворазове обприскування: – після появи хвороби та через 3 тижні знизило відповідно на 6 та 1,6 %. Суттєвої різниці між дією фунгіцидів не встановлено.

За визначення фунгіцидної регуляції збудників хвороб листового апарату буряків цукрових хімічними препаратами Пропульс® 250 SE і Медісон® SC 263 на проростання спор грибів *Cercospora beticola* та *Erysiphe communis* у лабораторних умовах встановлено, що у грибів збудників хвороб відмічена різна чутливість по відношенню до фунгіцидів. Найбільше затримував проростання спор фунгіцид Медісон 263 SC – 15 % пророслих конідій. Дія його прояву м'яка, спрямована на стимуляцію імунітету та фізіологічних процесів самої рослини, власна фунгіцидна активність є профілактичною та стримувальною, яка не здатна повністю локалізувати інфекційне вогнище всередині тканини листка. Фунгіциди Пропульс – це спеціалізований, високотехнологічний хімічний препарат системної та мезостемної дії, який спроможний знищити патогенів, так як містять синергетичні комбінації найсильніших діючих речовин. Він блокує клітинне дихання гриба в мітохондріях, зупиняє синтез ергостеролу (основи клітинних мембран гриба), викорінюючи навіть розвинений міцелій. Конідії церкоспорозу призводять до нагромадження у коренях буряку цукрового шкідливого азоту, який під час цукроваріння збільшує вихід патоки і зменшує вихід цукру. Згідно із попередніми дослідженнями за розвитку хвороби на рівні 45–50 % цукристість коренеплодів зменшується в середньому на 2,6 %. Замість уражених листків, що відмирають, рослина утворює нові листки, втрачаючи на це велику кількість пластичних речовин. А це зумовлює недорозвиненість кореня і зменшує накопичення цукру. Розвиток церкоспорозу посилюється, якщо тривалі періоди вологої погоди змінюються посушливими періодами.

Одночасно проводився моніторинг розвитку плямистостей цукрових буряків на природному інфекційному фоні. Спостереженнями у продовж останніх років кліматичних показників засвідчили сприятливі умови для розвитку плямистостей листового апарату. Поширення церкоспорозу, борошнистої роси на буряках цукрових у зоні недостатнього зволоження становила відповідно 96,1 % та 88,7 % (рис. 2).

У польових умовах Іванівської ДСС обприскування посівів буряків цукрових фунгіцидами Пропульс® 250 SE та Медісон 263 SC забезпечувало високу ефективність контролювання поширеності та розвитку плямистостей листового апарату рослин культури. Так, поширеність хвороб у варіантах з досліджуваними препаратами суттєво знизилась: фунгіцид Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га забезпечив зниження поширення церкоспорозу до 4,1 %, а розвитку плямистості до 2,3 % порівняно з контролем (обприскування водою), де показники становили відповідно 96,1 та 48,3 %. Обприскування буряків цукрових фунгіцидом Медісон 263 SC, 0,4 л/га призупинило поширення та розвиток церкоспорозу до 3,8 та 1,8 %. Щодо борошнистої роси, то найбільшого поширення та розвитку встановлено у контрольному варіанті – 88,7 та 47,1 %. За застосування Пропульс® 250 SE,

1,2 л/га відмічено зниження поширеності хвороби у 13 разів (до 6,9 %), порівняно з контролем, а розвиток хвороби знизився у 20 разів (до 2,4 %). Застосування препарату Медісон 263 SC, 0,4 л/га призупинило ступінь розвитку борошнистої роси у 17 разів (до 5,6 %), а поширення хвороби у 15 разів (до 2,7 %). Ефективність застосування фунгіцидів була висока проти комплексу хвороб листового апарату буряків цукрових і коливалась у межах від 95 до 97,3 % (табл. 2).

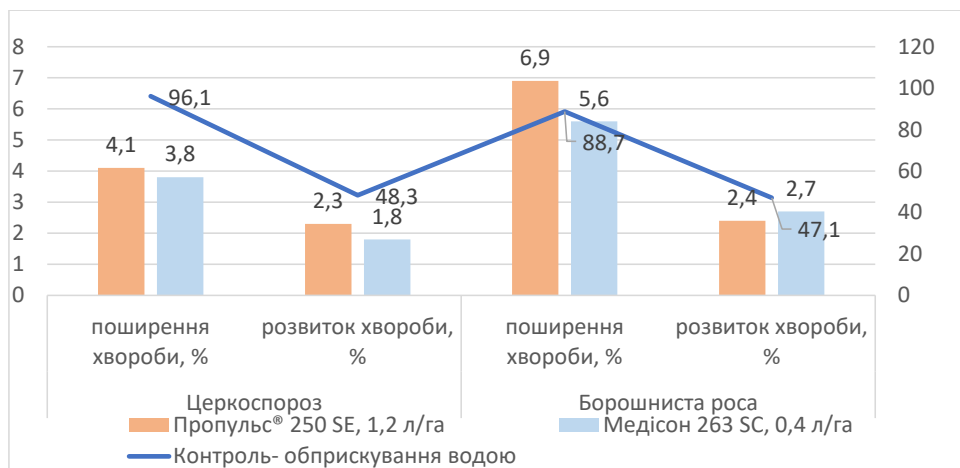


Рис. 2. Прояв та розвиток плямистостей цукрових буряків, середнє за 2023–2025 рр.

Таблиця 2

Ефективність дії препаратів на розвиток плямистостей буряків цукрових та компоненти урожайності культури, Іванівська ДСС, 2023–2025 рр.

Препарати	Хвороби		Урожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
	церкоспоров	борошниста роса			
Контроль- обприскування водою	0	0	35,1	17	6,23
Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га	95,1	95	45,8	18,3	8,44
Медісон 263 SC, 0,4 л/га	97	97,3	48,9	19,1	9,23

Так, ефективність фунгіциду Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га проти церкоспорозу становила 95,1 %, борошнистої роси – 95 %. Використання фунгіциду Медісон 263 SC, 0,4 л/га у посівах буряків проти плямистостей забезпечило ефективність на рівні 97 %. Буряки, що піддаються посузі, часто мають меншу сиру вагу коренів і знижену врожайність цукру (тонни цукру з гектара), оскільки зменшення вмісту біомаси та води зменшує концентрацію цукру. У наших дослідженнях урожайність коренеплодів становила 45,8 т/га – за застосування Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га проти плямистостей листового апарату та 48,9 т/га за застосування Медісон 263 SC, 0,4 л/га, у контрольному варіанті (обприскування водою) урожайність коренеплодів становила 35,1 т/га, що в середньому на 10,7–13,8 т/га менше. Важливим аспектом є час і тривалість посухи. Буряк цукровий має певну посухостійкість

у середині сезону після формування глибокої кореневої системи. Однак тривала посуха знижує життєздатність листя та тривалість фотосинтезу [14].

У листках буряків цукрових посуховий стрес збільшує загальний розчинний цукор і вуглеводи [15, 16]. За умов уповільнення росту рослин і часткового збереження фотосинтетичної активності відбувається накопичення сахарози в листках. Проте абіотичний стрес негативно впливає на надходження цукрів до коренеплоду, оскільки одночасно знижується інтенсивність фотосинтезу, що підтверджується результатами наших досліджень: цукристість коренеплодів у контрольному варіанті становила 17 % (обприскування водою забезпечило незначну нейтралізацію стресу та надходження цукрів до кореня). У посівах, де застосовували фунгіциди, цукристість коренеплодів становила відповідно 18,3–19,1 %. Буряк цукровий спроможний адаптуватися до стресу, накопичуючи сахарозу в стрижневому корені та Na^+ у тканинах листя, які разом допомагають підтримувати клітинний водний баланс [17]. Зважаючи на вище викладене, збір цукру у наших дослідах становив у контрольному варіанті 6,23 т/га, за використання для обприскування фунгіцидів відповідно 8,44–9,23 т/га. Таким чином, після посухи цукри знову мобілізуються для росту. З іншого боку, короткі періодичні посухи з періодами відновлення (регідратації, обприскування) можуть бути частково компенсовані, оскільки листя цукрових буряків може відновити тургор, коли вода знову стане доступною.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Посуховий стрес, стає одним із ключових чинників, що обмежують продуктивність і довготривалу стабільність агрофітоценозів буряків цукрових. У відповідь на дефіцит вологи рослини активують комплекс взаємопов'язаних фізіологічних і біохімічних механізмів адаптації, спрямованих на підтримання ростових процесів та мінімізацію втрат урожаю. За поширення міцелію патогенів на 70–75 % площі листків рослини змінюється процеси поглинання CO_2 та виділення O_2 .

За застосування фунгіцидів Медісон 263 SC та Пропульс® 250 SE за профілактичного обприскування проти борошнистої роси спорове навантаження зменшилось у 3 рази, проти церкоспорозу у ~1,5 рази. Дворазове обприскування – до появи хвороби та через 3 тижні знизило спорове навантаження борошнистою росю на 15 % та всього на 1,6 % церкоспорозом. Кількість конідій борошнистої роси на одиницю площі листової поверхні була найменшою (677 шт./м²) за застосування фунгіциду Медісон 263 SC та 859 шт./м² за застосування Пропульс® 250 SE.

У польових умовах обприскування посівів буряків цукрових фунгіцидами препарат Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га забезпечив зниження поширення церкоспорозу до 4,1 %, борошнистої роси до 6,9 %, а розвитку плямистості в середньому до 2,3 %. Обприскування буряків цукрових фунгіцидом Медісон 263 SC, 0,4 л/га призупинило поширення та розвиток церкоспорозу до 3,8 та 1,8 %, борошнистої роси до 5,6 %, а поширення хвороби до 2,7 %. Урожайність коренеплодів становила 45,8 т/га – за застосування Пропульс® 250 SE, 1,2 л/га та 48,9 т/га за застосування Медісон 263 SC, 0,4 л/га, цукристість коренеплодів становила відповідно 18,3–19,1 %, збір цукру відповідно 8,44–9,23 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ma, Q., Wang, R., He, F. et al. Response of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) to various-duration of drought: physiology, transcriptome, and weighted gene co-expression network analysis. BMC Plant Biology, 2026. V. 26, 488 p. <https://doi.org/10.1186/s12870-026-08297-0>

2. Saneoka H., Moghaieb Reda E.A^a, Premachandra S., Gnanasiri, Kounosuke Fujita. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*. 2004. V. 52. P. 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.01.011>
3. Присяжнюк О.І., Шульга С.С. Формування продуктивності та технологічної якості буряків цукрових в умовах континентального клімату. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2022, Випуск 30. С. 79-95. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269736>
4. Kenter C. & Hoffmann C. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and quality data at different harvest dates from a multi-environmental study in Germany. *Open Data Journal for Agricultural Research*. 2025. V.11, P. 6-8. 10.18174/odjar.v11i0.18784
5. Rychcik B. & Zawislak K. Yield and Root Technological Quality of Sugar Beet Grown in Crop Rotation and Long-Term Monoculture. *Plant, Soil and Environment*. 2011. V.48, Iss.10. P.458–462. doi:10.17221/4395-PSE
6. Barratt G.E., Murchie E.H., & Sparkes D.L. Water use efficiency responses to fluctuating soil water availability in contrasting commercial sugar beet varieties. *Front Plant Sci*. 2023. V. 14:1119321. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1119321>
7. Pidgeon J.D., Jaggard K.W., Lister D.H., Richter G.M. & Jones P.D. Climatic impact on the productivity of sugarbeet in Europe. *Zuckerindustrie*. 2004.129(1):20–4. [https://doi.org/10.1016/s0168-1923\(01\)00254-4](https://doi.org/10.1016/s0168-1923(01)00254-4)
8. Shrestha N., Geerts S., Raes D., Horemans S., Soentjens S., Maupas F., et al. Yield response of sugar beets to water stress under Western European conditions. *Agric Water Manag.* 2010. V.97(2):346–50. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.10.005>
9. Gaoua O. Integrating physiological, biochemical, and molecular mechanisms reveals insights into drought tolerance in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Discov. Plants*. 2025. V. 2, 325 <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00416-9>
10. Запольська Н.М. Особливості розвитку плямистостей. *Цукрові буряки*, 2003. №4. С. 13.
11. ДСТУ 6058:2008. Буряки цукрові. Методи визначення ураженості хворобами: [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 6 с. (Національні стандарти України).
12. Саблук В.Т., Шендрик Р.Я. & Запольська Н.М. Шкідники і хвороби цукрових буряків. Київ: Колообіг, 2005. 448 с.
13. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. & Іващенко О. О. Методи випробування і застосування пестицидів. За ред. Трибеля С. О. Київ: Світ, 2001. 448 с.
14. Misra V., Mall A.K., Pandey H., Srivastava S. & Sharma A. Advancements and prospects of CRISPR/Cas9 technologies for abiotic and biotic stresses in sugar beet. *Front Genet*. 2023. V.14:1235855. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1235855>
15. Islam M.J., Kim J.W., Begum M.K., Sohel M.A.T. & Lim Y-S. Physiological and biochemical changes in sugar beet seedlings to confer stress adaptability under drought condition. *Plants*. 2020. V. 9(11):1511. <https://doi.org/10.3390/plants9111511>
16. Hasanuzzaman M., Fujita M., Oku H. & Islam M.T. Plant tolerance to environmental stress: role of phytoprotectants. CRC; 2019. <https://doi.org/10.1201/9780203705315>
17. Wu G.-Q., Feng R.-J. & Shui Q.-Z. Effect of osmotic stress on growth and osmolytes accumulation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. *Plant Soil Environ*. 2016. V.62(4):189–94. <https://doi.org/10.17221/101/2016-pse>

Дата першого надходження статті до видання: 15.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 03.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.08.2026