

Демчук В. В., к.с.-г.н., доцент, Толочик І. Л., к.б.н., доцент
(Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне,
vasuldemchuk13@gmail.com)

**ПОКАЗНИКИ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА ПАРАМЕТРИ ЇХ
ФОРМУВАННЯ В АГРОЦЕНОЗАХ**
Beta vulgaris var. alba D. C.

Статтю присвячено фізіологічним та методологічним аспектам розвитку вчення про інтенсивність та продуктивність фотосинтезу рослин в агрофітоценозах. Проаналізовано залежність показників інтенсивності та продуктивності фотосинтезу цукрових буряків від факторів середовища – інтенсивності та спектрального складу світла, концентрації CO₂ в повітрі, температури повітря та її коливань, забезпеченості рослин водою, елементами мінерального живлення, агротехнічних прийомів із догляду за посівами.

Встановлено, що найважливішим фактором, який визначає інтенсивність процесу фотосинтезу цукрових буряків є донорно-акцепторні відносини в рослині, де донором виступає листок як виробник фотоасимілянтів, а акцептором – різноманітні, опосередковано задіяні у фотосинтезі клітини, тканини та органи рослин, що сприяють пересуванню, відведенню, використанню на процеси дихання та накопичення синтезованих органічних речовин.

Ключові слова: цукрові буряки, світло, інтенсивність фотосинтезу, продуктивність фотосинтезу, фактори довкілля, вода, CO₂, поживні речовини.

Постановка проблеми. Фотосинтез – унікальна природна здатність усіх автотрофних рослин утворювати органічні речовини з неорганічних. Ця властивість закладена в геномі рослинного організму та обумовлюється його анатомічною і морфологічною структурою, біологічними особливостями і здатністю використовувати фактори середовища відповідно до закону рівнозначності та незамінності їх для рослин. За рахунок використання рослиною факторів середовища – світла, води, тепла, поживних речовин, CO₂, повітря та спільної дії цих факторів у рослинному організмі, клітини

листіків якого насичені хлоропластами, каротинами та ксантофілами, створюються умови, необхідні для гомеостазу його клітин та органів, в результаті яких і відбувається таємниця фотосинтезу.

Основними показниками фотосинтетичної активності рослин виступають інтенсивність фотосинтезу та продуктивність цього процесу.

Під поняттям інтенсивність фотосинтезу(ІФ) розуміють кількість CO_2 в міліграмах, що поглинається одиницею площі поверхні листків за одиницю часу. Інтенсивність фотосинтезу формується як реакція рослини на контакт із факторами довкілля і залежить від геному і біологічних особливостей рослини, інтенсивності світла, температури і вологості ґрунту та повітря, поживних речовин, що надходять до листків із ґрунту у вигляді доступних форм катіонів та аніонів макро-, мікро- та ультрамікроелементів, забур'яненості посівів та ступеня ураження їх хворобами.

Під поняттям продуктивність фотосинтезу (ПФ) розуміють вагову кількість органічної речовини, що утворюється одиницею площі поверхні листків за одиницю часу. Інтенсивність фотосинтезу і продуктивність фотосинтезу – це дві основні складові багатогранного та залежного від умов середовища процесу утворення органічних речовин з неорганічних.

Об'єктом досліджень даної публікації виступає культурна рослина *Beta vulgaris var. alba* D. C. або цукрові буряки та технологія їх вирощування.

Предмет досліджень – інтенсивність та продуктивність фотосинтезу як показники фотосинтетичної активності цукрових буряків та умов формування цих показників у агроценозах.

Мета досліджень полягала в аналізі параметрів формування основних чинників, що впливають на фотосинтетичну активність і продуктивність цукрових буряків та виявленні можливості їх регулювання для забезпечення максимального виходу господарсько-цінної продукції.

Огляд попередніх досліджень. Для розуміння суті біосинтетичних процесів, зокрема, процесу фотосинтезу, зауважимо, що всі фізіологічно активні речовини рослин, включаючи ферменти або біологічні каталізатори, фітогормони, вітаміни, фітонциди та інші сполуки, що синтезуються рослиною – це продукти реалізації її генетичної програми, закладеної в ДНК хромосом. Кожна насінина є

мініатюрною рослиною, продуктом статевого процесу, в якій у зачатковому стані, в її зародку та ендоспермі є всі речовини, необхідні для старту процесів росту і розвитку за певних умов середовища і на відповідному субстраті, зокрема, і для такої специфічної функції як фотосинтез.

У природі фактори середовища завжди діють у певному співвідношенні, взаємно доповнюючи один одного. Тому будь-яку реакцію рослин слід розглядати як інтегральну відповідь організму на дію того чи іншого фактора з метою забезпечення гомеостазу шляхом зміни певних функцій [5].

Аналіз одержаних результатів. Із комплексу факторів, від яких залежить фотосинтез, найважливішим є *світло* [8]. Показником ефективності використання сонячної енергії є коефіцієнт корисної дії.

Під коефіцієнтом корисної дії розуміють відношення кількості енергії, яка запасається в продуктах фотосинтезу або фітомасі врожаю, до кількості використаної сонячної радіації [6].

Листки поглинають до 85% енергії фотосинтетично активних променів з довжиною хвиль 400–700 нм і до 25% енергії інфрачервоних променів, що становить близько 55% енергії сонячної радіації. Водночас на фотосинтез витрачається фотосинтетично-активної радіації лише 1,5–2,0%. Червоні промені найефективніші для фотосинтезу. Пояснюється це тим, що енергії кванта червоного світла (176 кДж/моль) цілком достатньо для фотозбудження молекули хлорофілу та переведення її на перший синглетний рівень, із якого й розпочинаються фотохімічні реакції. Зелена рослина має значну амплітуду пристосувань до зміни освітлення [4].

Узагальнену світлову криву фотосинтезу показано на рис. 1, де інтенсивність процесу розглядається як функція, залежна від інтенсивності світла [3, С. 235].

Освітленість, за якої процеси фотосинтезу і дихання зрівноважуються, називають *компенсаційною точкою* 2 (рис. 1). У цукрових буряків величина світлової компенсаційної точки становить від 3 до 5% від повного насичення [4].

Початковий та середній ступені, які виражені лінійною частиною кривої, не залежать від темнових реакцій. Однак, зі зростанням інтенсивності світла спостерігається перегин світлової кривої і навіть вихід її на плато [3, С. 235].

Інтенсивність світла, за якої зростання фотосинтезу

компенсується темновим диханням, має особливо важливе значення для продуктивності фотосинтезу.

Цукрові буряки мають підвищені вимоги до інтенсивності світла. Сонячна погода при достатній вологості ґрунту сприяє нагромадженню цукру [7].

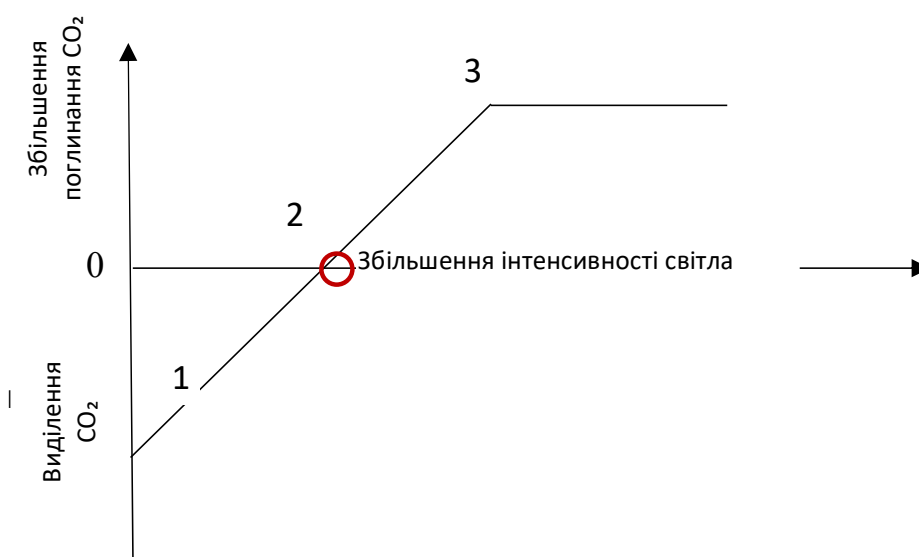


Рис. 1. Світлова крива фотосинтезу: 1 – темнове дихання;
2 – компенсаційна точка; 3 – світлове насичення фотосинтезу

Урожай цукрових буряків великою мірою залежить від густоти посівів, яка здатна забезпечити площу листків на одному гектарі посівів близько 40 тис. м². Багаторічними дослідями і широкою виробничою практикою доведено, що оптимальною густотою насадження цукрових буряків на час збирання врожаю в районах достатнього зволоження є 100–110 тис., а в районах нестійкого зволоження – 90–95 тис. рослин на гектар. Для забезпечення такої густоти треба, щоб на кожному метрі довжини рядка при стандартній ширині міжрядь (45 см) в першій зоні було в середньому по 5 рослин, а в другій – по 4–5 рослин [2, С. 88–90]. У районах недостатнього зволоження густоту насадження рекомендується зменшувати до 80–85 тис. рослин на гектар. При більшій густоті насадження рослини терплять від нестачі вологи, передчасно втрачають фотосинтезуючі органи (в липні та серпні), що призводить до різкого зниження врожаю і цукристості коренеплодів [7].

Найважливішим фактором, який визначає інтенсивність процесу фотосинтезу, є *донорно-акцепторні відносини* в рослині, в яких донором виступає листок як виробник фотоасимілянтів, а акцептором – різноманітні, опосередковано задіяні у фотосинтезі, клітини та органи рослин, що сприяють пересуванню (відведенню), використанню на процеси дихання та накопичення синтезованих органічних речовин [3, С. 241]. Інтенсивність фотосинтезу зростає зі збільшенням вмісту хлорофілу в листках. Однак прямої залежності між цими двома показниками немає. За даними В. М. Любименка (1937), зі збільшенням вмісту хлорофілу асиміляційне число (кількість CO_2 в міліграмах, яка засвоюється одиницею вмісту хлорофілу за одиницю часу) знижується. Так, від збільшення вмісту хлорофілу в 20 разів інтенсивність фотосинтезу зростає лише вдвоє, відповідно асиміляційне число зменшується в 10 разів. Незалежно від виду та віку рослин оптимальним для фотосинтезу вважається вміст хлорофілу *a* від 3,1 до 5,7 мг/дм². У процесі старіння листків інтенсивність фотосинтезу знижується [4]. Денний перебіг фотосинтезу також неоднаковий. Розпочинається він вранці, досягає максимуму по полудні, поступово знижується надвечір і припиняється із заходом Сонця. За підвищеної температури і зниження вологості найвища інтенсивність фотосинтезу зсувається на вранішні (дообідні) години. В таких випадках опівдні фотосинтез різко знижується (явище пополудневої депресії) [4].

Вплив температури на фотосинтез залежить від інтенсивності освітлення. При низькій освітленості фотосинтез практично не залежить від температури, його інтенсивність однакова як за 15° С, так і за 25° С. Пояснюється це тим, що в разі незначного освітлення інтенсивність фотосинтезу лімітується швидкістю протікання світлових реакцій, тоді як за високого рівня освітленості цей показник залежить від швидкості темнових реакцій [7].

Майже для всіх рослин найсприятливішою для фотосинтезу є температура від 10 до 35° С, хоча досить часто пригнічення цього процесу спостерігається вже після 30–35° С (рис. 2).

Інтенсивність фотосинтезу тим вища, чим менший температурний градієнт між рослиною і довкіллям та чим більший між верхньою і нижньою частинами листової пластинки. Серед процесів фотосинтезу фіксація і відновлення CO_2 значно більше залежать від температури, ніж від транспортування електронів по електрон-

транспортному ланцюгу. Найчутливіші до температури реакції карбоксилювання, синтезу кінцевих продуктів відновлення CO_2 – крохмалю та сахарози, а також транспортування фотоасимілянтів до інших органів, які не фотосинтезують [3, С. 237].

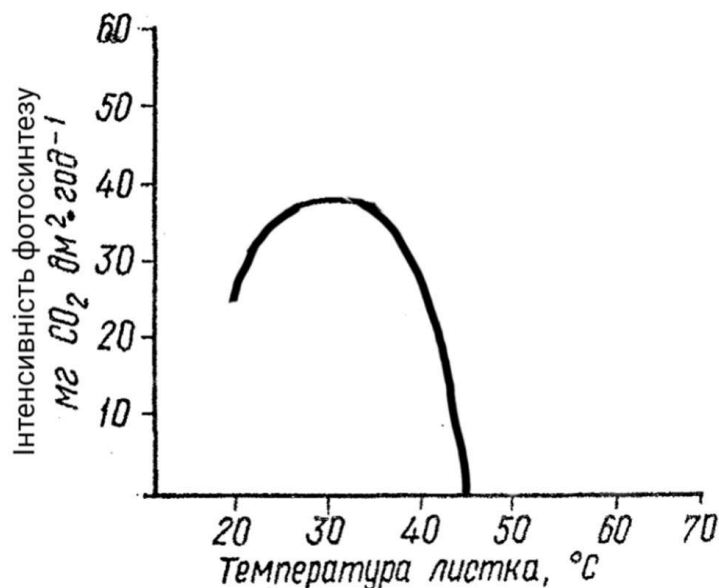


Рис. 2. Вплив температури на інтенсивність фотосинтезу цукрових буряків [4]

Поряд із прямим впливом на інтенсивність фотосинтезу, температура, як фактор середовища опосередковано впливає й на інші фізіологічні функції рослинного організму, тісно пов'язані з фотосинтетичним процесом.

Мінімальна температура ґрунту для проростання насіння цукрових буряків 3–4 $^{\circ}\text{C}$. При 10–12 $^{\circ}\text{C}$ насіння буряків проростає досить дружно. Оптимальна температура для проростання насіння і росту буряків 20–25 $^{\circ}\text{C}$. При дальшому підвищенні температури рослини дещо пригнічуються, особливо якщо не вистачає вологи. При цьому листки в'януть, втрачають хлорофіл і ріст коренів припиняється [5].

Сходи буряків переносять заморозки -4–5 $^{\circ}\text{C}$. У міру зміцнення рослин, холодостійкість їх підвищується і при з'явленні першої пари справжніх листочків буряки витримують заморозки до -8 $^{\circ}\text{C}$. Досить добре переносять буряки й осінні приморозки, що дає можливість продовжувати збирання врожаю в основних районах бурякосіяння до 20–30 жовтня [5].

Для забезпечення процесу фотосинтезу використовується вуглекислий газ атмосферного повітря (вміст CO_2 в повітрі 0,03%), хоча є дані, що CO_2 , частково надходить в рослину і крізь кореневу систему із ґрунту [5].

Одним із факторів, що знижує фотосинтез, є нестача CO_2 в повітрі, забезпечення рослин яким у природі залежить від структури листка, щільності рослинного покриву, переміщення повітря. На використання CO_2 впливає опір певних ділянок фотосинтетичного апарату на шляху дифузії повітря до ділянок фіксації CO_2 .

Дослідження Оканенка О.С. (1969 р.) підтверджують, що навіть десятикратне збільшення концентрації CO_2 в атмосфері спричинює зростання інтенсивності фотосинтезу. Насичення відбувається за концентрації 0,2–0,3%. За збільшення вмісту вуглекислого газу інтенсивність фотосинтезу спочатку зростає, набуває стаціонарного значення, а потім настає його депресія. Високі концентрації CO_2 особливо несприятливі за високої освітленості (рис. 3) [5].

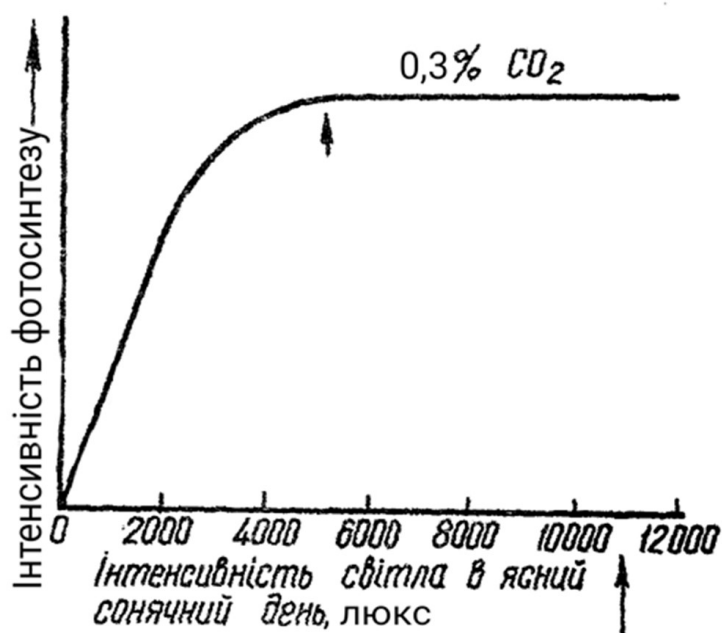


Рис. 3. Вплив концентрації CO_2 на інтенсивність фотосинтезу цукрових буряків

У денні години вміст CO_2 в повітрі навколо рослин зменшується. Це відбувається попри те, що запаси CO_2 поповнюється за рахунок циркуляції атмосферного повітря та виділення CO_2 рослинами під час дихання [3, С. 238].

Вміст водяних парів у атмосферному повітрі складає близько 2%. Вода бере участь у фотосинтезі як субстрат окиснення і як джерело кисню. Однак кількість води, необхідна для фотосинтезу, є мізерною порівняно із загальним її вмістом, необхідним для підтримання фотосинтезуючих клітин у тургорному стані. Водночас за повного насичення водою клітин листка фотосинтез дещо знижується, як і під час водного дефіциту [4; 5].

Властивий рослині компроміс між необхідністю підтримувати високу швидкість надходження вуглецю та лімітуванням втрати води крізь продихи безпосередньо зумовлений водним режимом, тобто доступністю води для організму. Водний режим пов'язаний з фотосинтезом насамперед через активність продихового апарату. Максимальний фотосинтез спостерігається за незначного водного дефіциту (5–20% від повного насичення водою при відкритих продихах) [1; 7].

Дефіцит води впливає насамперед на темнову стадію, зокрема на регенерацію первинного акцептора CO_2 , в циклі Кальвіна, тоді як електронне транспортування менш чутливе до зневоднення. Вважається, що посуха діє неспецифічно – шляхом гальмування діяльності всіх розчинних пластидних і цитоплазматичних ферментів [1; 8].

Якщо рослина тривалий час перебуває в умовах посухи, тоді її фотосинтетична продуктивність змінюється в цілому, зокрема внаслідок зменшення площі фотосинтетичної поверхні листків. Істотні втрати води зрештою спричиняють ультраструктурні зміни хлоропластів. За тривалого і значного дефіциту вологи процес фотосинтезу не відновлюється навіть за наступного оптимального зволоження [3, С. 240].

Одним із основних антропогенних факторів оптимізації умов життєдіяльності рослин в агроценозах *Beta vulgaris*, що використовуються для одержання їх максимальної продуктивності, є регулювання рівня мінерального живлення. Вплив останнього проявляється не лише через інтенсифікацію роботи фотосинтетичного апарату, а й за рахунок швидкості ростових процесів, від яких залежить площа листової поверхні та густота продуктивного стеблостою. Елементи мінерального живлення необхідні для формування фотосинтетичного апарату, біосинтезу пігментів, як

складові компоненти електрон-транспортного ланцюга, каталітичних систем хлоропластів [3, С. 240].

Висока потреба цукрових буряків у елементах мінерального живлення для забезпечення фотосинтетичних процесів обумовлена фізіологічною роллю і значенням цих елементів у формуванні біомаси та господарсько-цінної продукції, зокрема, без азоту не утворюються амінокислоти та білки, що унеможлиблює ростові процеси взагалі. Фосфорна кислота необхідна для утворення носіїв спадкової інформації – ДНК та РНК, без яких не відбуваються процеси мітозу і мейозу та забезпечення процесів фотосинтетичного фосфорилювання. Калій активізує ферменти, що відповідають за пересування речовин по рослині. Кальцій та магній стабілізують структуру цитоплазми клітини. Магній входить до складу кожної молекули хлорофілу. Сірка є складовою частиною амінокислот метіонін та цистеїн. Мікроелементи – бор, молібден, цинк та мідь служать простетичними групами ферментів.

Для формування високого врожаю цукрові буряки потребують багато поживних речовин, особливо азоту, фосфору і калію. Дослідженнями встановлено, що на кожні 100 центнерів врожаю цукрові буряки при вирощуванні їх на чорноземах у районах достатнього зволоження виносять з ґрунту азоту 50–60 кг/гектар, фосфору 15–20 і калію – 55–75 кг/гектар [7].

Удобрення посівів цукрових буряків розраховують балансовим методом при якому беруть до уваги:

- плановий рівень урожайності;
 - наявність у ґрунті рухомих форм основних елементів мінерального живлення, зокрема азоту, фосфору, калію, показник кислотності ґрунту;
 - внесення органічних добрив;
 - коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту;
- органічних та мінеральних добрив.

Вносячи органічні добрива під цукрові буряки, слід пам'ятати, що органіка не тільки збагачує ґрунт поживою та активізує його мікрофлору. Внесення 50–75 т/гектар гною ВРХ разом із повним мінеральним добривом забезпечує зростання концентрації CO_2 в приземному шарі повітря протягом вегетаційного періоду культури до 0,2–0,3% або 7–10 разів, створюючи ефект насичення для максимальної інтенсивності фотосинтезу.

Виробничі дослідження, проведені в дослідному господарстві «Тучинське» Гощанського району Рівненської області протягом 1990–2010 років, показали зростання продуктивності культури, зокрема врожайності коренеплодів цукрових буряків, від такої системи удобрення на 100–130% порівняно із системою удобрення без органічних добрив.

Істотна роль в активізації інтенсивності та продуктивності фотосинтезу, підтримання на належному рівні фотосинтетичного апарату цукрових буряків належить застосуванню на посівах стимуляторів росту як добре вивчених, так і таких, що пройшли виробничу перевірку – емістим-С та його модифікацій з мікро- та макро- елементами, бетастимуліну, так і нових – sweetlips®; Еквілібрум, Р; Ерайз, Р; Келпак, РК; Цитокін, Р; Антонік плюс, в.р.; Полісульфід Na; Моно Бор та їх поєднань в бакових сумішах, що застосовуються в наукових та виробничих дослідженнях останніх років [9, С. 77–78]. Тісний зв'язок фотосинтетичного процесу та доступності окремих мінеральних елементів підтверджує кореляцію між кореневим та повітряним живленням рослин [7; 8].

Результативність фотосинтетичних процесів цукрових буряків значною мірою залежить від запасу вологи на час проведення сівби і кількості опадів в період вегетації, зокрема за липень та серпень [7].

Говорячи про інтенсифікацію фотосинтетичних процесів у агроценозах *Beta vulgaris var. alba*, неможливо упустити фактор потенційної забур'яненості посівів, бо бур'яни – вороги і конкуренти культурних рослин. Як більш пристосовані до використання факторів середовища, вони відбирають у культурних рослин воду і мінеральні речовини, перехоплюють світло та затіняють їх, спричинюючи послаблення фотосинтетичних процесів та накопичення біомаси. Для зняття впливу на цукрові буряки фактора забур'яненості в технології буряківництва обов'язково мають передбачатись заходи боротьби з бур'янами як агротехнічними, так і хімічними методами.

Шкідники і хвороби також негативно впливають на хід фотосинтетичних процесів та формування цукровими буряками господарсько-цінної продукції. Для недопущення такого впливу посіви, за потреби, повинні оброблятись інсектицидами та фунгіцидами.

В якості післямови про показники фотосинтетичної активності *Beta vulgaris var. alba*, зауважимо, що цукрові буряки – культура

величезних можливостей. За умови використання кращих сортів і гібридів, створення оптимальних умов, відповідно до її біологічних особливостей, дотримання кращих агротехнічних строків основних технологічних операцій, законів рівнозначності та незамінності факторів життя рослин, вчення про сівозміну, оптимізації густоти посівів, науково-обґрунтованих систем обробітку ґрунту, застосування органічних та мінеральних добрив, захисту посівів від бур'янів, хвороб та шкідників і інших вимог, що входять до когорти агрономічних канонів, ця культура здатна забезпечити вихід господарсько-цінної продукції коренеплодів 400–700 центнерів з гектара, поживного зеленого корму гички – 200–350 центнерів. При цьому збір цукру може становити з 1 га від 56 до 98 центнерів, що цілком реально для господарств високої культури землеробства.

Висновки:

1. Інтенсивність фотосинтезу та продуктивність фотосинтезу, як показники фотосинтетичної активності рослин, мають пряму залежність – із зростанням інтенсивності фотосинтезу зростає і продуктивність цього процесу, яка проявляється у накопиченні рослинами органічної речовини або господарсько-цінної продукції.

2. Із факторів середовища, які найбільше впливають на фотосинтетичну активність цукрових буряків та піддаються регулюванню, основна роль належить світлу, воді та поживним речовинам, їх співвідношенню в процесі вирощування культури. Забезпеченість рослин світлом регулюють оптимізацією густоти посівів та недопущенням їх забур'яненості. Відносну вологість ґрунту оптимізують прийомами основного, передпосівного та міжрядного обробітку. Належний поживний режим ґрунту забезпечують чітким впровадженням науково-обґрунтованої системи удобрення культури.

3. Регулюючи, за можливості, фактори життя та створюючи рослинам оптимальні умови для росту і розвитку, добиваються максимальної реалізації культурою *Beta vulgaris var. alba* показників фотосинтетичної активності.

1. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми : Університетська книга, 2004. 421 с. 2. Карпук А. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від агротехнологічних прийомів вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 84–92. 3. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. К. : Фітосоціоцентр, 2005. 759 с. 4. Мусієнко М. М. Фотосинтез. К. : Вища шк., 1995. 247 с. 5. Оканенко А. С.

Шляхи підвищення інтенсивності та продуктивності фотосинтезу. К. : Наук. Думка, 1969. **6.** Фотосинтез і біопродуктивність. Методи визначення / за ред. Мокроносова А. Т., Коваленка А. Г. Агропромвидав., 1989. **7.** Сінченко В. М. Управління формуванням продуктивності цукрових буряків : монографія. К. : Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. 582 с. **8.** Тімірязєв К. А. Життя рослин. Десять загальнодоступних лекцій. Сільгоспвидав, 1953. 214 с. **9.** Шамсутдінова А. В. Фотосинтетичні параметри посівів цукрових буряків залежно від позакореневого підживлення мікродобривами. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, Сер. Агробіологія*. 2016. № 2. С. 76–80.

REFERENCES:

1. Zlobin Yu. A. Kurs fiziologii i biokhimii roslin. Sumy : Universytetska knyha, 2004. 421 s.
 2. Karpuk A. M. Fotosyntetychna produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezno vid ahrotekhnologichnykh pryimiv vyroshchuvannia. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2014. Vyp. 21. S. 84–92.
 3. Musiienko M. M. Fiziologhiia roslin. K. : Fitosotsiotsentr, 2005. 759 s.
 4. Musiienko M. M. Fotosyntezy. K. : Vyshcha shk., 1995. 247 s.
 5. Okanenko A. S. Shliakhy pidvyshchennia intensyvnosti ta produktyvnosti fotosyntezy. K. : Nauk. Dumka, 1969.
 6. Fotosyntezy i bioproduktyvnist. Metody vyznachennia / za red. Mokronosova A. T., Kovalenka A. H. Ahropromvydav., 1989.
 7. Sinchenko V. M. Upravlinnia formuvanniam produktyvnosti tsukrovykh buriakiv : monohrafiia. K. : Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN Ukrainy, TOV «Nilan-LTD», 2012. 582 s.
 8. Timiriaziev K. A. Zhyttia roslin. Desiat zahalnodostupnykh lektsii. Silhospvydav, 1953. 214 s.
 9. Shamsutdinova A. V. Fotosyntetychni parametry posiviv tsukrovykh buriakiv zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia mikrodobryvamy. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv, Ser. Ahrobiologhiia*. 2016. № 2. S. 76–80.
-

Demchuk V. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Tolochyk I. L., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor (Rivne State University for the Humanities, Rivne)

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY INDICATORS AND PARAMETERS OF THEIR FORMATION IN AGROCENOSES *Beta vulgaris var. alba* D. C.

The article is devoted to the physiological and methodological aspects of the development of the theory of the intensity and productivity of plant photosynthesis in agrophytocenoses. The dependence of the intensity and productivity of sugar beet photosynthesis on environmental factors – the intensity and spectral composition of light, the concentration of CO₂ in the air, air temperature and its fluctuations, the provision of plants with water, mineral nutrients, and agrotechnical methods of crop care is analyzed.

It has been established that the most important factor determining the intensity of the photosynthesis process in sugar beets is the donor-acceptor relationship in the plant, in which the leaf acts as the donor, as a producer of photoassimilants, and the acceptor is a variety of plant cells, tissues and organs indirectly involved in photosynthesis, which contribute to the movement, removal, use for respiration processes and accumulation of synthesized organic substances.

The ability of sugar beets to photosynthesis is realized due to the joint action of environmental factors: light, water, heat, nutrients in the form of available forms of cations and anions from among macro-, micro- and ultramicroelements, CO₂ air, when the plant, as a unique living organism, creates the conditions necessary for the homeostasis of its chlorenchyma cells.

Intensity and productivity of photosynthesis. as indicators of photosynthetic activity of sugar beets have a direct relationship – with increasing intensity of photosynthesis, the productivity of this process also increases, which is manifested in the accumulation of economically valuable products by plants.

The intensity of photosynthesis of sugar beets increases with increasing chlorophyll content in leaves. The optimal content of chlorophyll a for photosynthesis is considered to be from 3.1 to 5.7 mg/dm². In the process of leaf aging, the intensity of photosynthesis decreases. At elevated temperatures and reduced humidity, the greatest intensity of photosynthesis shifts to the morning hours. In such

cases, photosynthesis decreases sharply at noon.

An increase in the concentration of CO₂ in the air causes an increase in the intensity of photosynthesis. Saturation occurs at a concentration of 0.2–0.3%. A good stimulus for increasing the concentration of CO₂ in the surface layer of air is the application of organic fertilizers at the rate of 50–75 t/ha under the sugar beet crop.

To ensure the intensity of photosynthesis, sugar beets use a wide range of light wavelengths, because for this crop the value of the light compensation point, at which the processes of respiration and photosynthesis are balanced, is only 3–5% of full saturation.

The light intensity on a clear summer day in the Forest-Steppe zone can reach 10 thousand or more lux, but for the maximum intensity of photosynthesis of sugar beets, 5000 is enough.

To improve the use of photosynthetic-active radiation by Beta vulgaris var. alba plants and ensure the maximum yield of economically valuable crop products, the crop density during the growing season in the zone of sufficient moisture should be within 100–110 thousand plants per hectare, and in areas of unstable moisture – 90–95 thousand. In addition, the protection system should ensure a low level of weed infestation of crops and minimize their disease damage.

An important condition for stimulating the growth processes of sugar beets, increasing the intensity of photosynthesis and plant productivity is the introduction of scientifically based systems of application of organic and mineral fertilizers and soil cultivation into the culture technology.

Sunny weather with an air temperature of 18–30° C at a relative soil humidity of 70–75% of the full field moisture capacity – the best for Beta vulgaris var. alba, maximally contributes to the increase in the intensity of photosynthesis and the accumulation of sugar in root crops.

Keywords: sugar beets; light, intensity of photosynthesis; productivity of photosynthesis; environmental factors; water; CO₂; nutrients.