

## ФОТОСИНТЕЗ І ТЕОРІЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКИХ УРОЖАЇВ

*Рарок В.А., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник НДІКК  
ім. О. Алексеєвої*

*Рарок А.В., кандидат с.-г. наук, завідувач лабораторії селекції та насінництва  
НДІКК ім. О. Алексеєвої  
e-mail: mdtm@pdatu.edu.ua*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Збільшення продуктивності сільськогосподарських культур та їхній захист від хвороб і шкідників є центральними питаннями сучасної агробіології. Важливою характеристикою рослинних угруповань є продукційний процес в основі якого знаходиться здатність рослин поглинати з ґрунту воду і мінеральні речовини, з повітря засвоювати вуглекислий газ і за рахунок використання енергії сонячних променів синтезувати органічні речовини. Первинною продуктивністю екосистем, або окремих біоценозів називають швидкість, з якою енергія сонячних променів засвоюється продуцентами в процесі фотосинтезу, накопичуючись у формі органічної речовини. Для використання рослинного покриву в інтересах людини визначальне значення мають рівень особини, популяції чи екосистеми. Вивчення продуктивності на рівні організму і популяції дозволяє розширити загальнобіологічні уявлення про життєдіяльність систем різного рівня і паралельно вирішувати практичні завдання. На процес утворення первинної продукції впливають як кліматичні чинники (температура, світло, концентрація CO<sub>2</sub> в повітрі), так і наявність води й елементів мінерального живлення, структура біоценозу та динаміка його розвитку. Онтогенез рослин розділяють на 10 основних фаз (стадій), кожна з яких ділиться ще на 10 підстадій. Така градація може використовуватись для визначення стану як культурних рослин, так і бур'янів.

У нинішніх технологіях догляд за посівами спрямований не тільки забезпечувати рослинам оптимальні умови життя, а й управляти розвитком компонентів продуктивності, формуючи структуру врожаю в заданому напрямку. Цей принцип, що формує активний догляд за посівами, склався в 70-і роки ХХ століття і мав значний вплив на збільшення продуктивності сільськогосподарських культур в низці європейських країн. Реалізація цього принципу практично виразилася в постійному моніторингу стану посівів, проведенні агротехнічних заходів за фазами розвитку рослин, а внесення добрив – відповідно до ґрунтової та рослинної діагностики. При цьому, велике значення має якість виконання кожного агрозаходу. Високопродуктивний посів повинен характеризуватися оптимальними для відповідних екологічних умов і сорту щільністю продуктивного стеблостою, високою їхньою вирівняністю, добрим розвитком усіх рослин і стійкістю до вилягання. Особлива увага приділяється формуванню оптимальної щільності продуктивного стеблостою. Загальновідомо, що цей елемент у структурі врожаю здійснює визначений вплив на рівень продуктивності посіву. При цьому, з підвищенням культури землеробства вплив норми висіву має тенденцію до зниження. Велике значення

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ**

*У ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ (25 травня 2022 р.)*

надається також рівномірності загортання насіння при сівбі. Виявлено критичні фази, в які найбільш ефективно використання підживлення, ретардантів, засобів захисту рослин.

Параметрів, що характеризують фотосинтетичні можливості рослин багато, однак реально враховуються і контролюються лише декілька. Вони поділяються на дві групи: 1) пов'язані з самою рослиною і її життєвим станом; 2) залежать від умов середовища.

Рівень первинної продуктивності рослин залежить від функціональної активності листкового апарату. Дослідження показують, що вміст хлорофілу в розрахунку на одиницю поверхні стеблостою і на одиницю поверхні листка не є чинником обмеження фотосинтезу. Всі рослини характеризуються значним надлишком хлорофілу, однак за оптимальних умов освітлення підвищення його концентрації не призводить до збільшення продуктивності. Для ефективного використання хлорофілу у фотосинтезі важливе значення має характер поверхні і опущення листків, рівень відбиття від неї світла, кут прикріплення листка, тривалість періоду активного фотосинтезу. В процесі еволюції ці параметри настільки оптимізувалися, що, наприклад, у рослин луків залежність між вмістом хлорофілу і фотосинтезом майже відсутня [1]. Для характеристики продукційного процесу рослин важливим є розвиток листкової поверхні. Для її оцінки використовують індекс листкової поверхні (ІЛП), який показує відношення розміру площі листків ценозу до одиниці площі посіву. Для популяцій різних видів існують оптимальні значення ІЛП, за яких досягається найбільша ступінь поглинання фотосинтетично активної радіації (ФАР). Залежно від форми листків, особливостей їхнього розміщення, загальної архітекτονіки стеблостою ІЛП, що оптимізує поглинання ФАР, становить 3–9 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> і змінюється за фазами розвитку. В більшості для зернових культур ІЛП знаходиться на рівні 4,0–5,0 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Відхилення від оптимального значення ІЛП однаково знижують біологічну продуктивність. Так, у зріджених ценозах не досягається повного використання сонячної радіації, а також не повністю використовуються й інші ресурси середовища. У загущених, де зростає затінення нижче розташованих листків, вони знаходяться в «зоні світлового голодування» і в основному працюють на дихання. Подальше збільшення ІЛП сприяє зниженню валової продуктивності. Для популяцій різних видів існують оптимальні значення ІЛП, які є величиною непостійною і залежать від змін водного режиму, рівня мінерального живлення, фази розвитку, тощо. Найбільший приріст біомаси спостерігається за проміжних з можливих значень ІЛП, а при мінімальних і максимальних значеннях – формується найменший приріст (за рахунок затінення і конкуренції). Високий коефіцієнт використання ФАР за вегетаційний період забезпечується швидкістю формування листкової поверхні рослин і стійким її збереженням упродовж усього періоду фотосинтетичної діяльності.

В недавньому минулому виробництво сільськогосподарської продукції в цілому не відставало від потреб людства в результаті розширення посівних площ, створення нових сортів, інтенсифікація технології вирощування. Проте, збільшення сільськогосподарського виробництва за рахунок зростання

технології є менш ефективним.

Одним з фундаментальних компонентів продуктивності рослин, який ще не до кінця був використаний у селекції на підвищення врожаю, є фотосинтез. Все більше зростає необхідність використовувати знання цього фундаментального процесу для вирішення потреби в забезпеченні людей продуктами харчування. При цьому, селекція є найбільш економічно ефективним, дешевим і екологічно чистим заходом збільшення виробництва сільськогосподарської продукції.

Впродовж століть і до нині практична селекція забезпечувала створення все більш продуктивніших сортів рослин, ґрунтуючись на екстенсивному типі продукційного процесу. Тобто, створювалися сорти, що дозволяють розмістити все більшу кількість фотосинтетичних одиниць (хлоропластів, листків) в одиниці об'єму і площі посіву за максимально можливої продуктивності активного фотосинтезу, були задіяні фактори зміни структури, величини і тривалості роботи фотосинтетичного апарату. Так, збільшення площі листків неминуче спричинить ситуацію, коли ІЛП досягне критичної величини, настане затінення і зниження коефіцієнту використання ФАР. Тоді єдино можливим шляхом залишається селекція інтенсивного типу продукційного процесу на підвищення фотосинтетичної активності. Однак аналіз динаміки збільшення продуктивності рослин показує, що в останні роки врожайність багатьох культур досягла певної межі і навіть спостерігається тенденція до її зниження. Хоча в багатьох селекційних центрах щорічно створюється значна кількість сортів і гібридів сільськогосподарських культур, серед яких рідко зустрічаються такі, що істотно перевищують старі. За екстремальних погодних умов різко знижується продуктивність. Подальше збільшення врожайності сільськогосподарських культур можна очікувати від селекції, яка, вичерпавши можливості екстенсивного процесу, буде спрямована на створення сортів з посиленою фотосинтетичною активністю і інтенсивним типом продукційного процесу. Тобто справжній момент розвитку селекції є переходом до нового етапу *синтетичної селекції*, що спирається на досягнення фізіології рослин, генетики, біохімії та інших суміжних біологічних наук, насамперед, – фотосинтезу, як основного джерела формування біомаси в рослині.

Перехід світового землеробства від екстенсивного до інтенсивного типу розвитку при існуючому збільшенні енергетичних і ресурсних витрат – «зелена революція», за часом збігся з комплексною теорією фотосинтетичної продуктивності, яка обґрунтувала наукові підходи до подолання негативних наслідків інтенсифікації землеробства. Так, були сформовані передумови селекції за фізіологічними ознаками і встановлено, що серед дикорослих рослин різного екологічного походження існує широкий розмах мінливості фотосинтетичної функції, в тому числі і форми з підвищеною інтенсивністю фотосинтезу. Так, учені [2] зазначають, що селекція з урахуванням фізіолого-біохімічних процесів фотосинтезу є необхідною, оскільки лише за рахунок інтенсифікації цього основного метаболічного процесу можливе подальше підвищення біологічної продуктивності. Науковий розвиток дослідження фотосинтезу, як основи землеробства розпочав К.А. Тімірязєв, який

#### ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

переконавав, що «...наука покликана зробити працю хлібороба більш продуктивною».

Основні положення цієї теорії можна визначити наступним чином – 95% рослинної біомаси складають елементи вуглець, водень і кисень, що засвоюються рослиною в процесі фотосинтезу з запасанням в органічних продуктах як їх самих, так і перетвореної енергії сонячної радіації. Фотосинтез, як основний процес метаболізму в рослині, забезпечує енергосубстратне формування врожаю, поєднане з процесами засвоєння азоту і елементів мінерального живлення, та знаходиться під контролем у складній ієрархії генетичних програм розвитку, що визначають усю послідовність процесів онтогенезу. Дослідженнями встановлено, що фотосинтетична функція сама контролюється процесами онтогенезу і формування врожаю детерміноване, насамперед, епігенетичним навантаженням з боку споживаючих асиміляти органів. Тобто, з безлічі чинників визначається роль донорно-акцепторних відносин між фотосинтезуючими і споживаючими органами в ендогенній регуляції цілої рослини за підтримки двосторонніх функціональних зв'язків хлоропласта, клітини та листка з цілісною системою всієї рослини.

Нині, внаслідок перебудови габітусу рослин в процесі селекції у виробництво надійшли сорти гречки з підвищеною врожайністю і наявністю таких цінних ознак як крупноплідність, обмежене гілкування, детермінантність, ефективний розподіл асимілятів між вегетативним та генеративним органами.

Нашими дослідженнями встановлено, що найбільш інтенсивно фотосинтезуюча поверхня в рослин гречки сорту формувалася в період від фази масового цвітіння до побуріння перших плодів за наступного поєднання параметрів сівби: ширина міжрядь (45 см) і норма висіву 1,8 млн шт. насінин/га (43,6 тис.м<sup>2</sup>/га); ширина міжрядь 30 см і норма висіву 2,4 млн шт./га (42,9 тис.м<sup>2</sup>/га); ширина міжрядь 15см і норма висіву 4,2 млн шт. насінин/га (41,8 тис.м<sup>2</sup>/га) [3].

Сучасні сорти мають велику практичну цінність як чинники підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Їхнє використання гарантує врожайність зерна гречки на рівні 20–25 ц/га і більше, що наближає її до рівня інших зернових культур.

#### Список використаної літератури

1. Мокронос А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. *42-е Тимирязевское чтение*. М.: Наука, 1983. 64 с.
2. Кершанская О.И., Нелидова Д.С., Алшораз А. Фотосинтетическое обоснование селекции пшеницы для разных агроэкологических зон Казахстана. *Достижения и перспективы селекции, семеноводства сельскохозяйственных культур и богарного земледелия*. Шымкент, 2011. С. 101–109.
3. Рарок А.В. Фотосинтетичний потенціал посівів гречки залежно від параметрів сівби. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Вип. 97. Херсон, 2017. С. 113-118.