

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ФОТОСИНТЕЗОМ ТА АЗОТФІКСУВАЛЬНОЮ АКТИВНІСТЮ. ВПЛИВ ГЕРБІЦИДІВ НА ФОТОСИНТЕЗ

Сорокіна С.І., доцент кафедри біології та методики її навчання

Найважливіші біологічні процеси, які є глобальними для біосфери – це фотосинтез і азотфіксація. Від фіксації молекулярного азоту, яку здійснює обмежена кількість видів мікроорганізмів, залежить існування життя на Землі в тій же пропорції, в якій воно залежить від фотосинтезу як джерела енергії. Якби азот, що виноситься з ґрунту, постійно не повертався знову в ґрунт, життя на планеті повільно б припинилось [5].

Одним із шляхів надходження азоту атмосфери в ґрунт – фіксація молекулярного азоту атмосфери бульбочковими бактеріями, які живуть на коренях бобових рослин.

Інтенсивність симбіотичної азотфіксації залежить від умов вирощування сої і низки інших факторів, а саме: освітлення, вологості, температури, аерації ґрунту, застосування гербіцидів.

Очевидно, що вплив гербіцидів на рослину-хазяїна може призводити до змін у взаємовідносинах із мікроорганізмами. Одним з можливих чинників пригнічення симбіотичної азотфіксації є вплив гербіцидів на фотосинтез сої. Відомо, що освітлення рослин є найважливішим чинником, що впливає на процес симбіотичної азотфіксації. Затемнення рослин сої на 50%, починаючи з кінця фази цвітіння, призводить до зниження накопичення азоту рослиною з 125 до 91 кг/га за сезон. Інтенсивність фотосинтезу в вегетаційний період змінюється одночасно зі змінами азотфіксації [2]. У процесі еволюції бобово-ризобіального симбіозу макрота мікропартнерами виробилася добре скоординована система обміну речовин й енергії. Рослина-господар використовує продукти азотфіксації і водночас постачає вуглецеві сполуки до бактероїдів бульбочок, а також забезпечує надходження енергії для функціонування нітрогеназного комплексу [6]. З іншого боку азотфіксація впливає на процеси фотосинтезу та розподіл фотоасимілятів і азотовмісних речовин у різних органах рослин. Зміни у такому розподілі під час росту можуть знижувати або посилювати їх засвоєння і в кінцевому результаті суттєво впливати на продуктивність бобових рослин та фотосинтетичну активність [4]. Встановлено, що зниження частки біологічного азоту в рослинах тісно корелює зі зменшенням їх продуктивності [3].

Маса бульбочок збільшується паралельно зростанню площі листків і швидкості нагромадження продуктів фотосинтезу. Це підтверджує існування тісної кореляції між фотосинтетичною активністю рослин і розвитком бульбочок. Листки і бульбочки досягають максимуму асиміляційної активності напередодні цвітіння, але подальше зниження

асиміляції деякий час ще компенсується збільшенням площі листків і маси бульбочок. Завдяки цьому фотосинтез і азотфіксація залишаються ще протягом деякого часу на порівняно високому рівні. Зростання швидкості надходження фотоасимілятів у бульбочки, а відповідно і збільшення кількості біологічно зв'язаного азоту можна досягти шляхом видалення репродуктивних органів, підвищення інтенсивності освітлення та концентрації CO₂ [12].

Інтенсивність асиміляції азоту в органах рослин є важливим чинником, який визначає надходження фотоасимілятів на далекі відстані [8]. Інтенсивність фотосинтезу корелює з активністю азотфіксації у хлорофільних мутантів. Навіть при порушеному функціонуванні фотосинтетичного апарату у бактероїди надходило більше енергетичних субстратів, ніж могло бути використано [7].

Обмежувати азотфіксацію, може лімітований киснем обмін вуглецю [11]. Відомо, що основний продукт фотосинтезу – сахароза – не є безпосереднім джерелом живлення для бактероїдів. Про це свідчать експерименти з дефектними за утворенням цукрів мутантами ризобій, які не втратили здатності до фіксації азоту. Поряд з цим, зменшення синтезу дикарбонових кислот зазвичай інгібує процес азотфіксації. За умови обмеженого доступу кисню при надходженні в бульбочку сахароза розщеплюється до пірувату, який після декарбоксилування у вигляді малату надходить до бактероїдів, забезпечуючи енергією процес азотфіксації. Крім того, малат є джерелом вуглецевих скелетів для асиміляції фіксованого азоту [10]. Той факт, що бульбочки бобових не є активними споживачами продуктів фотосинтезу підтверджуються експериментами з використанням мітки [13].

Отже питання, у якій мірі постачання бактероїдів фотоасимілятами обмежує процес азотфіксації, є складним і до кінця не дослідженим. В той же час, не викликає сумніву, що активність симбіотичної фіксації азоту залежить від процесу фотосинтезу. Таким чином, цілком вірогідно, що пригнічення гербіцидами симбіотичної азотфіксації зумовлено їх впливом на процес фотосинтезу сої [9]. Оскільки існує пряма кореляційна залежність між інтенсивністю фотосинтезу і вмістом пігментів у рослинах [1], тому одним із опосередкованих показників впливу гербіцидів на ефективність симбіозу може бути кількість хлорофілів, що накопичуються рослиною.

Список використаних джерел

1. Антипчук А.Ф. Связь между показателями фотоассимиляционной активности бобовых растений и их симбиотической азотфиксацией / А.Ф. Антипчук, Р.М. Канцелярук, В.Н. Рангелова [и др.] // Мікробіол. журн. – 1990. – 52, № 6. – С. 49–53.

2. Діденко Г. С. Екотоксикологічне обґрунтування застосування гербіцидів на посівах сої в лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. сільськогосп. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Галина Сергіївна Діденко. – К., 2011. – 17 с.
3. Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах / А.П. Кожемяков // Микробиол. журн. – 1997, Т. 59. – № 4. – С. 22–27.
4. Романов В.И. Энергетика симбиотической азотфиксации у бобовых и её связь с фотосинтезом / Романов В.И. // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. – М.: Наука, 1983. – С. 92–121.
5. Сафронова Г.В. Влияние инокулянтов и пестицидов на развитие бобово-ризобияльного симбиоза и продуктивность зернобобовых растений / Г.В. Сафронова, Л.А. Суховицкая, Н.В. Короленок // Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів, 2007. – № 5. – С. 61–73.
6. Спайкин Г. Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / Под ред. Г. Спайкина, А. Кондорози, П. Хукаса. – СПб., 2002. – 563 с.
7. Тихонович И.А. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. – СПб.: Наука, 1998. – 194 с.
8. Чечетка С.А. Распределение ^{14}C -фотоассимилятов у сои при усвоении симбиотически фиксированного и нитратного азота / С.А. Чечетка, В.П. Пискорская, Р.К. Брускова [и др.] // Физиология растений. – 1998. – 45, № 2. – С. 241–247.
9. Шапошников Г.Л. Физиология растений / Г.Л. Шапошников, З.Г. Евстегнеева, К.Б. Асеева. – 1975. – т. 22, вып. 4. – С. 786–794.
10. Gordon A.J. Sucrose metabolism to support N_2 fixation in legume root nodules / A.J. Gordon // Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications / Eds by I.A. Tikhonovich, N.A. Provorov, V.I. Romanov, W.E. Newton / Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1995. – P. 533–538.
11. Kuzma M.M. The site of oxygen limitation in soybean nodules / M.M. Kuzma, H. Winter, P. Storer et al. // Plant Physiol. – 1999. – 199. – P. 399–407.
12. Parsons R. Role of recently fixed nitrogen in the regulation of legume root nodule activity / R. Parsons, R. Morris, A. Barker : Abstr. Annu. Meet. Soc. Exp. Biol. St. Andrews, Apr., 1995 // J. Exp. Bot. – 1995. – 46. – P. 6.
13. Vance C.P. Carbon in N_2 fixation: limitation or exhaustive adaptation? / C.P. Vance, G.H. Heichel // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1991. – 42. – P. 373–392.