

2. Козаченко М. Р. Експериментальний мутагенез в селекції ячменю / М. Р. Козаченко. - Харків, 2010. - 296 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия : Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Ларченко К.А. Ефективність низьких доз мутагенів в індукції селекційно-цінних мутацій кукурудзи / К.А. Ларченко, В.В. Моргун, В.О. Хроменко // Физиология и биохимия культур. растений. — 2002. — 34, N 5. — С. 419-423
5. Моргун В.В. Мутационная селекция пшеницы / В.В. Моргун, В.Ф. Логвиненко. – Киев: Наук. думка, 1995. – 627с.
6. Назаренко М. М. Спектр та частота мутацій пшениці озимої, викликаних гамма-променями / М. М. Назаренко, О. О. Іжболдін // Таврійський науковий вісник. –2016. – Вип. 97, 4. – С. 89–95.
7. Эйгес Н.С. Устойчивость к фитопатогенам полученная с использованием метода химического мутагеза на озимой пшенице /Н.С. Эйгес, Г.А. Волченко, С.Г. Волченко//Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. - 2013. - Вип. 83. - С. 135-145.
8. Nazarenko M. Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Nazarenko // Scientific Papers. Series A. Agronomy.– 2016. – Vol. LIX. – P. 350–353.
9. Shu, Q.Y., Forster B.P., Nakagava H., 2011 Plant Mutation breeding and Biotechnology, Vienna, CAB publishing.
10. Cheng X. Identification and characterization of a high kernel weight mutant induced by gamma-radiation in wheat (*Triticum aestivum* L.). / X. Cheng, L. Chai, Z. Chen// BMC Genetics. – 17. - 2015. P. 112 – 118.

УДК 633.34:631.5:631.8:631.67

СВІТЛОВИЙ РЕЖИМ ПОСІВІВ СОЇ ТА ЙОГО ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ

Нетіс В.І. – н.с.,
Онуфран Л.І. – к.с.-г.н.,
Інститут зрошуваного землеробства НААН

У статті наведено результати дослідження освітленості в посівах сої залежно від сорту, фону живлення і густоти стояння рослин. Краща освітленість в посівах сої, яка забезпечує високу її продуктивність, була за норми висіву 600 тис./га та інокуляції насіння азотфіксуючими бактеріями.

Ключові слова: соя, світло, сорт, фон живлення, норма висіву.

Нетіс В.И., Онуфран Л.И. Световой режим посевов сои и его зависимость от технологических приемов выращивания

В статье приведены результаты исследования освещенности в посевах сои в зависимости от сорта, фона питания и густоты стояния растений. Лучшая освещенность в посевах сои, обеспечивающая её высокую продуктивность, была при норме высева 600 тыс./га и инокуляции семян азотфиксирующими бактериями.

Ключевые слова: соя, свет, сорт, фон питания, норма высева.

Netis V.I., Onufran L.I. The light mode of soybean crops and its dependence on technological practices of cultivation

The article presents the results of research on shade density in soybean crops depending on variety, nutrition background and plant stand. The best light regime in soybean stands providing high productivity was under sowing at a rate of 600 thousand/ha and inoculation of seeds with nitrogen-fixing bacteria.

Key words: soybeans, light, variety, nutrition background, sowing rate.

Постановка проблеми. Світло відіграє важливу роль у житті рослин як джерело енергії для фотосинтезу і як фактор, регулюючий ростові та формотворчі процеси. Тільки при світлі в зелених листках проходить фотосинтез, рослини нормально ростуть і розвиваються [1, 2]. Соя – культура короткого дня і досить чутлива до змін світлового режиму. Із збільшенням освітленості, до відповідної межі, росте й інтенсивність фотосинтезу рослин. Для більшості рослин ця закономірність зберігається в межах освітленості до 20-40 тис. люкс (клк) [1]. За високої або надмірно низької освітленості процес фотосинтезу уповільнюється, дихання починає переважати фотосинтез, внаслідок чого витрати органічних речовин перевищують їх накопичення, а в подальшому припиняється ріст рослин, починається відмирання листків, знижується врожай [1]. А.О. Бабиш зазначає, щоб збільшити врожай сої необхідно створювати оптимальні умови світлового режиму для кожної рослини і агроценозу в цілому [3]. Проте поки що світло, як фактор та джерело енергії для фотосинтезу, в розрахунках формування врожаю сої не враховується. Невідомі й параметри оптимального освітлення в високопродуктивних посівах та заходи його регулювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ряд вчених зазначають, що світлове насичення фотосинтезу в листках сої спостерігається за інтенсивності світла, рівній приблизно 23670 люкс (лк) [4]. Вчені дійшли висновку, що в польових умовах управляти світловим режимом можна переважно шляхом зміни густоти стояння рослин та відповідного розташування їх на площі [5]. Зазначається, що найкраща освітленість травостою сої досягається за площі живлення, яка має форму витягнутого прямокутника [6]. В густих посівах освітленість недостатня, що призводить до ослаблення фотосинтезу та відповідно до зменшення продуктивності посівів. Коли ж світловий потік більший за компенсаційну точку, то інтенсивність фотосинтезу зростає і приріст органічної маси збільшується [7]. В наукових джерелах зазначається також, що із збільшенням освітленості в посівах сої збільшується кількість плодів і насіння на рослинах [8]. Зниження інтенсивності сонячного світла до 50% від нормальної, призводить до того, що в сої розвивається менше вузлів, гілок, бобів і вони формують тільки 40% від нормального врожаю [9]. Освітленість суттєво впливає і на формування бульбочок на коренях сої. При підвищенні освітленості в посіві збільшується ріст бульбочок, що пояснюється ростом інтенсивності фотосинтезу та збільшенням відтоку асимілятів із листя в кореневу систему і бульбочки [10]. За нестачі світла знижується нітрогеназна активність на 60-80% [11].

Не дивлячись на велику роль світла в житті рослин, світловий режим в посівах сої за різних агротехнічних заходів її вирощування на зрошуваних землях півдня України, залишається практично недослідженим. Експериментальних даних з цього питання ми не виявили. Тому вивчення даного питання

є актуальним. Оптимізація світлового режиму в посівах сої стимулюватиме фотосинтез, що забезпечить зростання врожаю культури.

Постановка завдання. Ставилась мета вивчити освітленість в посівах сої при зрошенні, за різних технологічних заходів вирощування та умов створення оптимального світлового режиму в її посівах.

Дослідження проводились у 2015 і 2016 роках, на полі Інституту зрошуваного землеробства. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий. Попередником була пшениця озима. Сіяли сорти сої Аратта і Софія, широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см, за трьох норм висіву: 400, 600 і 800 насінин на 1 га. Агротехніка в досліді була загальноприйнята для сої на зрошуваних землях півдня України. На ділянках вологість шару ґрунту 0,7 м поливами підтримувалась не нижче 70%НВ. Польові досліді закладали в чотириразовій повторності, облікова площа ділянок становила 27 м².

Освітленість (інтенсивність світлового потоку) над посівами і в посівах сої, на рівні верхнього і нижнього ярусу листків, визначали люксметром Ю116, в період найбільшого розвитку рослин і площі листя – в цвітіння - формування бобів. Освітленість в посівах визначали в 10 місцях кожної ділянки досліді, за безхмарної та хмарної погоди.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження показали, що в період вимірювань освітленість верхніх листків сої в безхмарну погоду становила 52-54 тис. люкс або клк. Така освітленість є високою, бо суттєво перевищує поріг світлового насичення фотосинтезу та рівень освітленості (до 20-40 тис. люкс), коли відбувається ріст інтенсивності фотосинтезу. Крім цього відомо, що сильне сонячне випромінювання за високої температури повітря, часто призводить до перегрівання листків і порушення фізіологічних процесів та гальмування фотосинтезу [1, 12].

За освітленості верхніх листків 52-54 клк, в посівах сої (на рівні нижнього ярусу листків) освітленість значно знижувалась і становила лише 3,6-6,7 клк, залежно від варіанту досліді (табл.1).

Таблиця 1 – Освітленість в посівах сої залежно від сорту, фону живлення і густоти стояння рослин в безхмарну погоду, клк (середнє за 2015-2016 рр.)

Фон живлення	Аратта			Софія		
	Норма висіву насіння, тис./га					
	400	600	800	400	600	800
Без добрив	6,5	4,9	4,7	6,7	6,4	5,3
Інокуляція	5,6	4,5	3,6	5,4	4,7	4,4
N ₃₀ P ₄₀ + інокуляція	4,9	4,3	3,6	5,8	4,7	4,1
N ₆₀ P ₄₀ + інокуляція	5,2	3,9	3,8	5,7	4,4	4,2

НІР₀₅ – для сортів 0,68 клк; для фонів живлення – 0,45; для норм висіву – 0,36 клк.

До нижнього ярусу листків сої доходила лише невелика частина світлового потоку, що падав на посів – 6,7-12,9%. З таблиці 1 видно, що в посівах освітленість була значно нижча за поріг насичення фотосинтезу. Тому звичайно, що низький рівень освітленості листків нижнього ярусу негативно впливав на їх функціонування. Внаслідок цього спостерігалось передчасне пожовтіння та опадання цих листків, зменшувався асиміляційний апарат.

Разом із тим, на різних варіантах досліду освітленість в посівах була різною і залежала від технологічних заходів вирощування сої – сорту, фону живлення та норм висіву насіння. Найбільше освітленість в посівах залежала від густоти стояння рослин. Чим більша густина стояння рослин, тим більше взаємне затінення і менша освітленість в посіві. Так, у сорту Аратта за норми висіву 400 тис./га освітленість в посівах становила 4,9-6,5 клк, а за норми 800 тис./га – вона знижувалась до 3,6-4,7 клк. Це обумовлено тим, що при загущенні посіву збільшувалась площа листкової поверхні, рослини більше затінялися листям і освітленість в посівах знижувалась.

Найвища освітленість в посівах сої (6,5-6,7 клк) спостерігалась за норми висіву – 400 тис./га, на неудобреному фоні, де густина і розвиток рослин були меншими. Така освітленість вища, ніж у загущених посівах, що позитивно впливало на процес фотосинтезу.

Кореляційний аналіз даних показав, що освітленість в посівах сої знаходиться в тісному зворотному зв'язку з кількістю рослин на 1 м^2 – $r = -0.71-0.84$ та з площею листкової поверхні – $r = -0.66-0.81$.

Фон живлення також значно впливав на освітленість в посівах сої. Інокуляція і мінеральні добрива збільшували надземну масу рослин і площу листя, внаслідок чого освітленість в посівах знижувалась. Так, без добрив освітленість була в межах 4,7-6,7 клк, при інокуляції насіння вона була нижчою – 3,6-5,6 клк, а на фоні інокуляції з мінеральними добривами $N_{60}P_{40}$, цей показник змінювався мало і складав 3,8-5,7 клк. Це свідчить про те, що на світловий режим посівів сої більше впливала інокуляція, ніж мінеральні добрива.

Освітленість в посівах залежала й від сорту. У сорту Аратта освітленість в посівах була дещо меншою, ніж у Софії, що обумовлено більшою висотою рослин.

Дисперсійний аналіз даних показав, що освітленість в посівах сої найбільше залежала від норми висіву насіння, дещо менше – від фону живлення і ще менше – від сорту. Частка впливу густоти посіву на освітленість в посівах сої складала 32,4%, фону живлення – 29,8% і сорту – 10,7%.

Слід відмітити, що освітленість в посівах сої особливо сильно знижувалась на варіантах з великою нормою висіву (800 тис./га) у поєднанні з високим фоном живлення. За таких умов формувались надмірно загущені посіви, внаслідок чого значно знижувалась освітленість рослин, що гальмувало продукційні процеси.

Встановлено також, що освітленість рослин значно впливає на формування репродуктивних органів сої та кожного елемента структури врожаю. Із збільшенням густоти посіву зменшувалась освітленість в посівах, внаслідок чого менше закладалося бобів на рослинах, менше насінин у бобах і на одній рослині, ніж на посівах з більшою освітленістю. Так, у 2015 році за освітленості 8,2 клк (норма висіву 400 тис./га) у сорту Аратта формувалось 45 бобів на рослині, а при 5,9 клк (норма висіву 800 тис./га) їх кількість зменшувалась до 28. Це пояснюється тим, що за низької освітленості значно гальмується фотосинтез та зменшується надходження асимілятів до репродуктивних органів, що негативно впливало на їх формування. З цього питання ряд вчених зазначають, що кількість плодів у сої залежить від забезпеченості асимілятами [13].

Кореляційний аналіз даних показав, що між освітленістю в посіві та кількістю бобів і насінин на рослині існує тісна позитивна залежність $r = 0,70-0,91$. Від освітленості в посіві значно залежить і маса насіння на рослині $r = 0,77-0,82$.

На залежність формування бобів і насіння сої від освітленості в посівах зазначають багато вчених [9, 14]. І.Ф. Беліков дійшов висновку, що для сої особливо необхідний доступ сонячного світла до нижньої, найбільш продуктивної половини рослин, до періоду формування бобів [6]. Усі ці дані свідчать, що світловий режим в посівах сої є важливим фактором впливу на формування її елементів структури врожаю, а отже, й на продуктивність культури.

Освітленість в посівах значною мірою залежить також від не регульованого фактора – хмарності. За помірної хмарності освітленість верхніх листків була 28-32 клк, що достатньо для забезпечення високої інтенсивності фотосинтезу. У той же час в посівах, на рівні нижніх листків, освітленість була лише 3,5-4,8 клк, що значно нижче світлового насичення фотосинтезу (табл.2).

Таблиця 2 – Освітленість в посівах сої у хмарні дні за різних технологічних заходів вирощування, клк (середнє за 2015 - 2016 рр.)

Фон живлення	Аратта			Софія		
	Норма висіву насіння, тис./га					
	400	600	800	400	600	800
Без добрив	4,8	4,5	4,1	4,3	4,1	3,9
Інокуляція	4,6	4,1	3,9	4,2	3,9	3,6
N ₃₀ P ₄₀ + інокуляція	4,4	3,9	3,8	4,1	3,8	3,6
N ₆₀ P ₄₀ + інокуляція	4,3	3,8	3,6	4,0	3,8	3,5

НІР₀₅ – для сортів 0,30 клк; фонів живлення – 0,26; норм висіву – 0,20 клк.

У дні з похмурою погодою освітленість над посівами була дуже низькою – 7-9 клк. В.М. Леман зазначає, що різні рослини ростуть і плодоносять за освітленості від 8 до 20 клк [1]. Отже, в похмурі дні освітленість верхніх листків, а тим більше в посівах сої, недостатня для інтенсивного проходження фотосинтезу рослин. Враховуючи, що при зниженні освітленості рослин знижується й інтенсивність фотосинтезу [12], можна дійти висновку, що за достатнього загального надходження на посіви сої світла в цій зоні, в загущених посівах та в хмарну погоду світло є фактором лімітуючим фотосинтез нижніх листків, а значить і забезпечення асимілятами репродуктивних органів.

За даними ряду вчених затінення посівів сої на 63% призводило до погіршення наливу насіння – приріст маси насіння значно зменшувався, а врожайність знижувалася з 345-381 до 261-291 г/м² [13].

Кращий режим освітленості в посівах обох сортів сої, який забезпечував найвищу їх продуктивність (2,79-3,29 т/га), складався за норми висіву 600 тис./га та інокуляції насіння азотфіксуючими бактеріями.

Висновки і пропозиції. Освітленість верхнього ярусу листа сої в різні дні становила 28-54 клк і була вища світлового насичення фотосинтезу, що в цілому достатньо для забезпечення високої інтенсивності фотосинтезу. У той же час освітленість в нижній частині посівів була низькою – 3,6-6,7 клк і недостатньою для інтенсивного процесу фотосинтезу рослин та забезпечення асимілятами репродуктивних органів.

Світловий режим в посівах сої є важливим фактором, який значно впливає на формування репродуктивних органів, а отже й на продуктивність культури. Між освітленістю в посіві та кількістю бобів і насінин на рослині, існує тісна позитивна залежність $r = 0,80-0,82$.

Світловий режим в посівах сої найбільше залежить від норм висіву насіння потім від фону живлення і сорту. Частка впливу густоти посіву на освітленість в посівах сої складає 32,4%, фону живлення – 29,8%, сорту – 10,7%.

Кращий режим освітленості в посівах обох сортів сої, який забезпечує високу їх продуктивність, досягається за норми висіву 600 тис./га та інокуляції насіння азотфіксуючими бактеріями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Леман В.М. Курс светокультуры растений. Изд. 2-е перераб. и доп. Учеб. пособие для с.-х. вузов / В.М. Леман. – М.: Высшая школа, 1976. – 271 с.
2. Ситник К.М. Життя зеленого листа / К.М.Ситник, Л.О. Ейнор. – К.: Наукова думка, 1973. – 190 с.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої / А.О. Бабич. – К.: Урожай, 1993. – 429 с.
4. Bohning R.H. / R.H. Bohning, C.A. Burnside // *Am. J. Botany* 1956. – N43. – P.557-561.
5. Кузин В.Ф. Возделывание сои на Дальнем востоке / В.Ф. Кузин; под ред. Г.Т. Казьмена. Благовещенск: Хабаровское книжное издательство, 1976. – 248 с.
6. Беликов И.Ф. Вопросы биологии и возделывания сои / И.Ф. Беликов // *Биология возделывания сои*. – Владивосток, 1971. – С.5-17.
7. Спектральний склад сонячної радіації і біологічне значення частин спектра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lektsii.com/1-35243.html>.
8. Hardman J.J. Affect of atmospheric carbon dioxide enrichment at different development stages on growth and yield components of soybeans / J.J.Hardman, W.A. Brun // *Crop Science*, 1971. – №11. – p.886-888.
9. Kan M. / M.Kan, T. Oshima, S. Kyushu // *Agr. Expt. Sta, Bull*, 1952. – N10. – P.177-183.
10. Нгуен Тхи Чи. Фотосинтез и фиксация атмосферного азота растениями сои / Нгуен Тхи Чи, Т. Ф. Андреева, Л. Е. Строганова и др. // *Физиология растений*. – 1983. – Т.30. – Вып. 4. – С. 674–671.
11. Сварадж Л. Действие темноты на симбиотическую азотфиксацию у сои / Л. Сварадж, П.Н. Дуброво, С.В. Мищенко [и др.] // *Физиология растений*. – 1995. – № 3. – С. 480–487.
12. Рабинович Е. Фотосинтез. – Т.2 / Е. Рабинович. – М.: Изд.-во ин. лит., 1953. – 652 с.
13. Энгли Д.Б. Физиология урожайности сои: принципы и процессы формирования урожая / Д.Б. Энгли // *Соя: биология, производство, использование*. – Киев: Издательский дом "Зерно", 2014. – 656 с.: ил.
14. Jiang G.Y. Shade induced changes in flower and pod number and fruit abscission in soybean / G. H. Jiang, D.B Egli // *Agronomy Journal*. – 1993. – 85. – P. 221-225.