

М. А. Бобро, Є. М. Огурцов, Ю. В. Белінський

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І СПОСОБІВ СІВБИ В СХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Постановка проблеми. Фотосинтез і азотфіксація є найбільш важливими процесами в житті бобових рослин. Регулюванню цих процесів переважно й підпорядковані агротехнології, спрямовані на забезпечення ефективного використання необхідних для рослин факторів навколишнього середовища [1; 3; 6]. Установлено тісний кореляційний зв'язок між коефіцієнтом засвоєння рослинами ФАР і продуктивністю посівів [9, 10]

Формування органічної речовини внаслідок фотосинтетичної діяльності рослин визначають насамперед за розміром листової поверхні. Чим більша площа листової поверхні, тим повніше фіксується посівами сонячна радіація і тим енергійніше йде накопичення органічної речовини, що обумовлює збільшення врожайності культури [8; 9; 10].

Листковий апарат сої формується у доволі широкому діапазоні – від 20 до 70 тис. м²/га залежно від умов вирощування. Оптимальною площею листової поверхні, коли формується висока врожайність насіння сої, вважають площу в межах 40–50 тис. м²/га. Якщо ж площа листової поверхні є меншою або більшою за 40–50 тис. м²/га, то структура посіву не є оптимальною для використання ФАР. За меншої площі неефективно засвоюється ФАР, за більшої – внаслідок взаємозатінення значна частина листків нижнього ярусу обпадає, а решта працює неефективно [2; 3, 4]. За даними А. А. Ничипоровича, вирішальним тут є не площа листків, а термін її активної роботи. Досить продуктивними посівами вважають такі, у яких фотосинтетичний потенціал становить 2 млн м² днів/га у перерахунку на кожні 100 днів вегетації, що фактично відбулася [10].

Чиста продуктивність фотосинтезу залежить як від біологічних особливостей культури, так і від комплексу зовнішніх факторів: сонячної радіації, температури повітря, вологості ґрунту, рівня мінерального живлення, а також застосування регуляторів росту рослин [1; 2; 3; 12]. На відміну від загальної продуктивності фотосинтезу, чиста продуктивність не містить органічної маси, яка витрачається рослинами на дихання, а тільки ту, що накопичується за добу. Як наслідок, чиста продуктивність фотосинтезу повніше, ніж площа листків, відображає реальні можливості агробіоценозу щодо синтезу органічної речовини. Вона є одним з найважливіших параметрів, з яким корелює рівень урожайності [8; 10; 12].

Установлено, що посіви, які мають потужний фотосинтетичний потенціал і високу продуктивність фотосинтезу, накопичують значно більше сухої речовини [4; 8; 10]. На величину накопичення посівами сухої речовини безпосередньо впливають сортові особливості сої [1], комплекс агротехнічних заходів: попередник, рівень забезпечення вологою [5; 9; 11; 12], ґрунт, система удобрення, строк сівби, просторове і кількісне розміщення рослин на площі, яке забезпечується способом сівби і нормою висіву насіння [6; 9; 11; 13], але більше за все накопичення посівами сухої речовини залежить від величини фотосинтезуючої поверхні, тривалості й продуктивності її функціонування [2; 8; 10; 14].

Досліджень стосовно вивчення комплексної дії погодних умов і технологічних факторів на формування фотосинтетичного апарату нових ранньостиглих сортів сої в умовах східної частини Лівобережного Лісостепу не проводили. Необхідність розв'язання зазначених питань і визначила вибір теми досліджень.

Завдання і методика досліджень. Завданням наших досліджень було встановлення залежності формування фотосинтетичного апарату ранньостиглого сорту сої Романтика від гідротермічних умов періоду вегетації, способів основного обробітку ґрунту і способів сівби. Для виконання поставлених завдань було закладено дослід за варіантами.

Спосіб основного обробітку ґрунту – фактор А	Спосіб сівби – фактор В
1. Полицевий– ПЛН-4-35 на 20–22 см – (контроль) 2. Безполицевий– ПЧ-2,5 на 20–22 см 3. Безполицевий – ПЧ-2,5 на 10–12 см 4. Дискування –ДМТ-4А на 10–12 см	1. Рядковий – сівалкою СЗ-5,4 із шириною міжрядь 15 см 2. Розріджений – сівалкою Моріс Контоур Дріл із шириною міжрядь 30 см 3. Широкорядний – сівалкою Гаспардо Метро 24 МТР із шириною міжрядь 45 см

Польові досліді проводили на полях філіалу кафедри рослинництва Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва ФГ "Альфа" Золочівського району Харківської області протягом 2011–2013 рр. Схема сівозміни: 1) зайнятий пар; 2) озима пшениця; 3) цукрові буряки; 4) яра пшениця; 5) соя; 6) озима пшениця; 7) кукурудза. Технологія вирощування сої в досліді, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою для східної частини Лівобережного Лісостепу України. Норма висіву сорту Романтика становила 700 тис./га схожих насінин. Перед сівбою насіння обробляли ризоторфіном. Повторення у досліді чотириразове, розміщення ділянок послідовне, систематичним методом, в одну смугу. Площа посівної ділянки 154 м², облікової – 100 м².

Польові та лабораторні досліді проводили за загальноприйнятою в рослинництві методикою польового досліді, супроводжуючи їх спостереженнями, визначеннями, обліками та аналізами [7].

Результати досліджень. Результати наших досліджень показали, що площа листків протягом усього періоду вегетації сої на варіанті із застосуванням оранки була більшою порівняно з іншими варіантами основного обробітку ґрунту, зокрема у фазі сходів – на 0,07–0,22 тис./м² га, у фазі третього трійчастого листка – на 0,02–2,3, на початку цвітіння – на 0,4–1,8,

у кінці цвітіння – на 1,6–2,4, у фазі утворення бобів – на 0,8–2,9, у фазі наливу – на 0,5–1,7 тис./м² га (рис. 1).

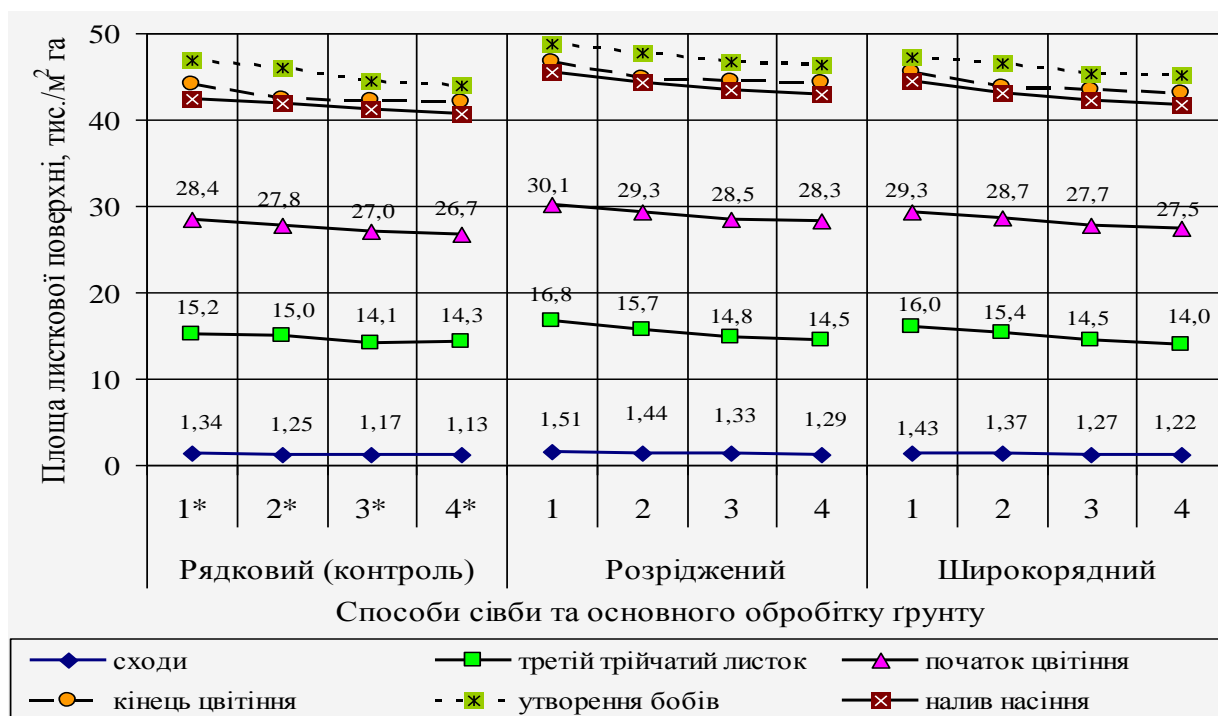


Рис. 1. Динаміка наростання листкової поверхні сої сорту Романтика залежно від способу обробітку ґрунту і способу сівби, тис./м² га (середнє за 2011–2013 рр.)

1. - оранка ПН-4-35 на 20–22 см (контроль); 2. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 20–22 см; 3. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 10–12 см; 4. - дискування ДМТ-4А на 10–12 см

Установлено, що найбільшою площею листків за усі фази спостереження була також на варіанті з використанням розрідженого способу сівби. Переважання листкової поверхні на цьому варіанті дослідів порівняно з рядковим посівом становило в середньому за три роки за фазами розвитку від 7 до 18 %. При цьому більш помітною різниця за площею листкової поверхні була на початку вегетації – у період від фази сходів до початку цвітіння – і дорівнювала 10–18 %.

Спостереження також засвідчили, що динаміка збільшення листкової поверхні значною мірою залежала від погодних умов періоду вегетації сої (табл. 1).

1. Площа листкової поверхні сої сорту Романтика у фазі утворення бобів, тис. / м² га

Спосіб основного	Спосіб сівби
------------------	--------------

обробітку ґрунту	Рядковий, (контроль)				Розріджений				Широкорядний			
	Роки											
	2011	2012	2013	середнє	2011	2012	2013	середнє	2011	2012	2013	середнє
Оранка на 20–22см (контроль)	57,2	38,3	45,6	46,9	59,0	40,6	47,0	48,8	57,4	38,4	46,2	47,3
Безполицевий обробіток на 20–22 см	56,4	37,5	44,2	46,0	57,4	39,8	46,1	47,7	56,3	38,3	44,9	46,5
Безполицевий обробіток на 10–12 см	54,4	35,5	43,6	44,5	56,9	37,7	45,6	46,7	54,6	37,9	43,6	45,3
Дискування ДМТ-4А на 10–12 см	53,0	36,0	43,0	44,0	56,0	38,1	44,7	46,3	55,6	36,4	43,4	45,1

Порівняльний аналіз, проведений у фазі утворення бобів – максимального формування листкової поверхні показав, що найбільшою в цілому по досліді поверхня листків була у 2011 р. (53,0 до 59,0 тис./м² га), гідротермічні ресурси вегетаційного періоду якого дорівнювали 1,62. У посушливому 2012 р. з гідротермічним коефіцієнтом вегетаційного періоду сої 0,68 площа листків була найменшою і становила 36,0–40,6 тис./м² га. Також встановлено, що різниця за площею поверхні листків між досліджуваними варіантами була більшою у 2011 р. – 3,0–4,1 тис./м² га, дещо меншою у 2013 р. – 2,3–3,8 тис./м² га і найменшою у 2012 р. – 1,7–2,8 тис./м² га. У фазі наливу насіння спостерігалось сповільнення вегетативного росту рослин сої, починали проявлятися процеси старіння більшості листків і зменшення їх поверхні. У цей період у середньому за три роки загальне зменшення площі листків порівняно з фазою утворення бобів становило 2,8–4,5 тис./м² га

Шляхом спостережень за фотосинтетичним потенціалом (ФП), який характеризує динамічні зміни площі листків за певний період вегетації, установили, що цей показник був найбільшим на варіанті із застосуванням оранки: у період сходів–початку цвітіння – на 0,021–0,090 млн м² днів/га; у

фазі початку цвітіння – кінця цвітіння – на 0,030–0,092; цвітіння – утворення бобів – на 0,107–0,300; утворення бобів – наливу насіння – на 0,102–0,339 млн.м² днів/га. Максимальний ФП посівів сої формувався у період утворення бобів – наливу насіння. У цей час залежно від варіантів дослідів він коливався в межах 2,394–2,883 млн м² днів/га (рис. 2).

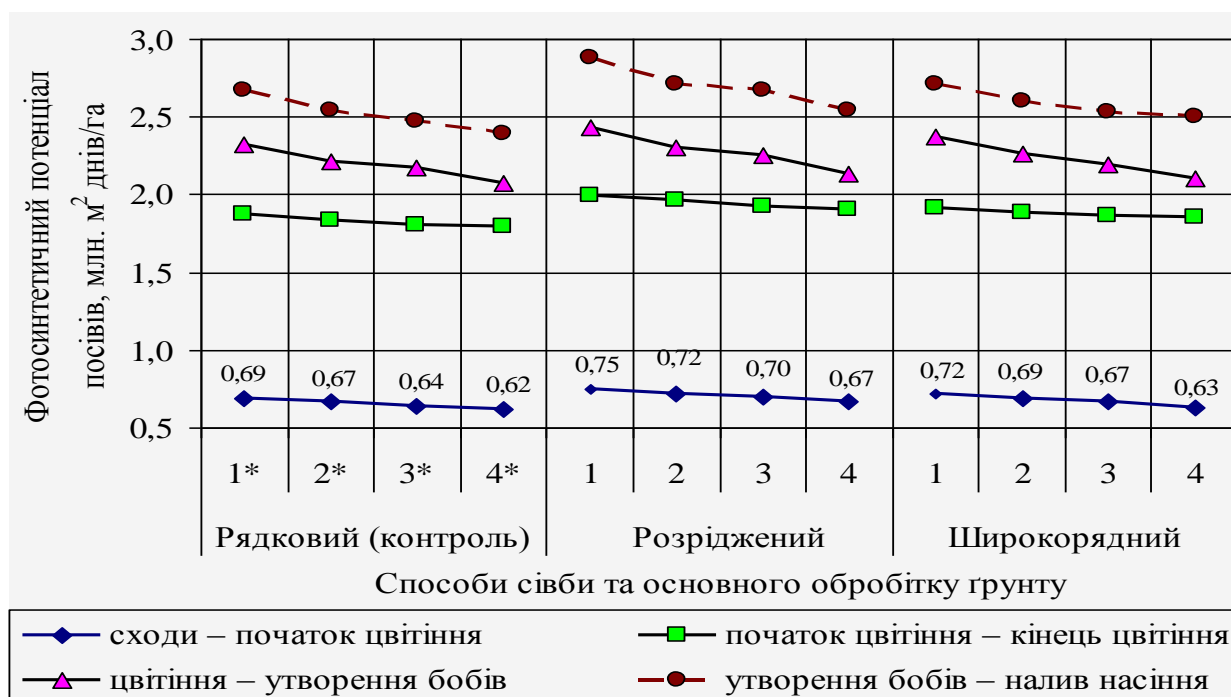


Рис. 2. Фотосинтетичний потенціал посівів сої сорту Романтика залежно від способу обробки ґрунту і способу сівби, млн м² днів/га (середнє за 2011–2013 рр.)

1. - оранка ПН-4-35 на 20–22 см (контроль); 2. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 20–22 см; 3. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 10–12 см; 4. - дискування ДМТ-4А на 10–12 см

ФП посівів сої на варіанті з розрідженим способом сівби становив у періоди сходів – початку цвітіння – 0,673–0,751 млн м² днів/га; початку цвітіння – кінця цвітіння – 1,902–1,994; цвітіння – утворення бобів – 2,134–2,434; утворення бобів – наливу насіння – 2,544–2,883 млн м² днів/га і був вищий, ніж на варіанті із застосуванням рядкового способу сівби, відповідно до зазначених періодів на 0,051–0,058; 0,108–0,122; 0,061–0,113; 0,150–0,209 млн м² днів/га. У широкорядному посіві ФП сої був менший, ніж на варіанті розрідженого способу сівби, відповідно до періодів розвитку рослин на 0,029–0,041; 0,049–0,081; 0,030–0,060; 0,041–0,170 млн м² днів/га, але був вищим, ніж у рядковому посіві відповідно до періодів проведення

спостереження на 0,010–0,029; 0,041–0,059; 0,031–0,053; 0,109–0,209 млн м² днів/га.

ФП, як і площа листкової поверхні, значною мірою залежав від погодних умов періоду вегетації сої. За період утворення бобів – наливу насіння ФП був найвищим у 2011 р. – від 2,913 до 3,284 млн м² днів/га; у 2012 р. він становив 2,045–2,434; у 2013 р. – 2,333–2,734 млн м² днів/га.

Важливим показником, що характеризує потенційні можливості рослин щодо формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Установлено, що, на відміну від формування асиміляційної поверхні листків, динаміка ЧПФ сої протягом вегетаційного періоду мала зворотну залежність: від сходів до початку цвітіння вона зростала, набувала абсолютного максимуму, а з фази цвітіння зменшувалася; за період кінця цвітіння – утворення бобів вона знову зростала і досягала другого максимуму, хоча порівняно з першим зростанням ЧПФ друге є помітно нижчим. Далі ЧПФ знову зменшувалася. Таким чином, визначено синусоїдний характер формування показників ЧПФ (рис. 3).

Максимальна ЧПФ у рослин сої в період сходів – початку цвітіння пояснюється порівняно невеликою площею листкової поверхні, яка має кращу освітленість. Під час цвітіння й утворення бобів спостерігалось зменшення ЧПФ у досліджуваного сорту сої Романтика майже в 1,5 рази порівняно з періодом сходів – початку цвітіння, хоча площа асиміляційної поверхні за період цвітіння – утворення бобів збільшилася майже вдвічі. За період утворення бобів – наливу насіння спостерігалось подальше зменшення ЧПФ в посівах сої – у 1,9–2,0 рази порівняно з періодом сходів – початку цвітіння. Це свідчить про те, що в кінці вегетації рослин зменшується інтенсивність синтезу органічної речовини.

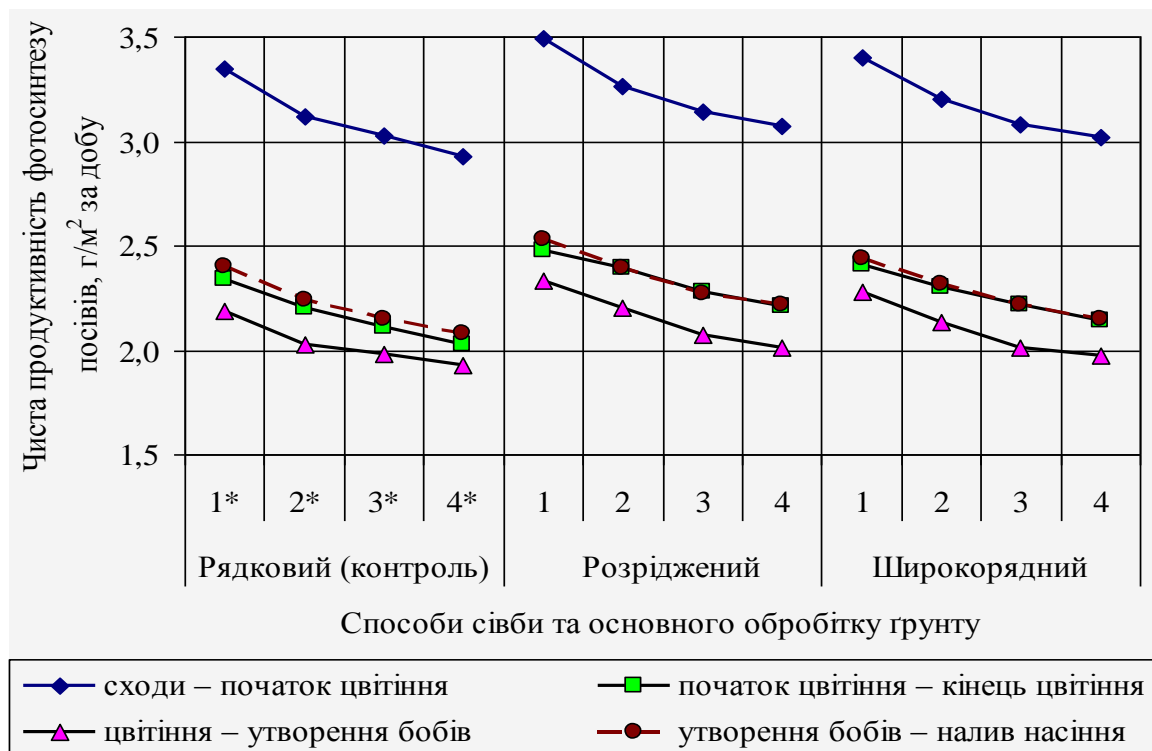


Рис. 3. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої сорту Романтика залежно від способу основного обробітку ґрунту і способу сівби, г/м² за добу, (середнє за 2011–2013 рр.)

1. - оранка ПН-4-35 на 20–22 см (контроль); 2. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 20–22 см; 3. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 10–12 см; 4. - дискування ДМТ-4А на 10–12 см

Спостереження показали, що на варіанті із застосуванням оранки ЧПФ у сорту Романтика становила у період сходів – початку цвітіння – 3,35–3,49 г/м² за добу; початку цвітіння – кінця цвітіння – 2,34–2,48; цвітіння – утворення бобів – 2,19–2,33; утворення бобів – наливу насіння – 1,69–1,82 г/м² за добу і була більшою, ніж на варіанті з безполицевим обробітком чизелем на 20–22 см, відповідно до міжфазних періодів на 0,20–0,23; 0,08–0,14; 0,12–0,16; 0,04–0,11 г/м² за добу.

За період сходів – наливу насіння ЧПФ сорту Романтика на варіанті із застосуванням оранки була на 11% більшою, ніж на варіанті з безполицевим обробітком чизелем ПЧ-2,5 на 10–12 см, і на 13 % – ніж на варіанті із застосуванням дискування ДМТ-4А на 10–12 см (табл. 2). Це свідчить про значно меншу інтенсивність синтезу органічної речовини на варіантах застосування поверхневого обробітку ґрунту.

2. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої за період сходів – наливу насіння, г/м² за добу, середнє за 2011–2013 рр.

Спосіб основного обробітку ґрунту	Спосіб сівби			Середнє за способом обробітку ґрунту
	рядковий, (контроль)	розріджений	широкорядний	
Оранка на 20–22 см (контроль)	2,40	2,53	2,44	2,28
Безполицевий – на 20–22 см	2,24	2,39	2,32	2,19
Безполицевий – на 10–12 см	2,15	2,27	2,22	2,12
Дискування ДМТ-4А на 10–12 см	2,08	2,22	2,15	2,07
Середнє за способом сівби	2,22	2,35	2,28	

У середньому по досліді за період сходів – наливу насіння у сорту Романтика найбільшою ЧПФ була на варіанті розрідженого способу сівби – 2,35 г/м² за добу, дещо меншою вона була в широкорядному посіві – 2,28 г/м² за добу і найменшою – в рядковому посіві – 2,22 г/м² за добу.

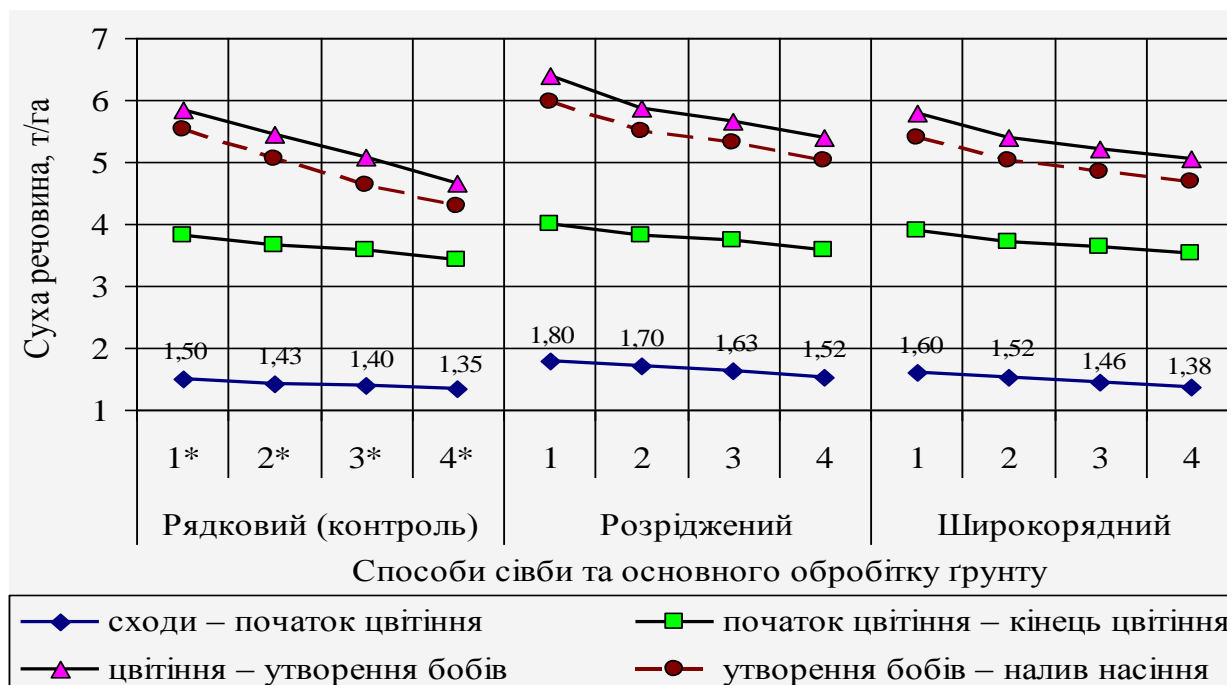


Рис. 4. Динаміка накопичення сухої речовини сої сорту Романтика залежно від способу основного обробітку ґрунту і способу сівби, т/га (середнє за 2011–2013 рр.)

1. - оранка ПН-4-35 на 20–22 см (контроль); 2. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 20–22 см; 3. - безполицевий обробіток ПЧ-2,5 на 10–12 см; 4. - дискування ДМТ-4А на 10–12 см

Узагальнюючим показником продуктивності різних культур є вихід сухої речовини господарсько цінної маси врожаю рослин. Наші спостереження показали (рис. 4), що нагромадження сухої речовини відбувалося нерівномірно за періодами вегетації. У період сходів – початку цвітіння нагромадження сухої речовини відбувалося досить повільно і коливалося залежно від варіантів досліду у сорту Романтика від 1,35 до 1,80 т/га. За період цвітіння – утворення бобів нагромадження сухої речовини ще більше підсилювалося і досягало максимуму на рівні 4,65–6,39 т/га. А з утворенням бобів і до наливу насіння нагромадження сухої речовини поступово зменшувалося до показників 4,29–5,97 т/га, що пов'язано з інтенсивним відтоком сухої речовини із листків у насіння (табл. 3).

3. Нагромадження сухої речовини сої за період сходів – наливу насіння, т/га (середнє за 2011–2013 рр.)

Способи основного обробітку ґрунту	Способи сівби			Середнє за способами обробітку ґрунту
	рядковий (контроль)	розріджений	широкорядний	
Оранка на 20–22 см (контроль)	4,17	4,54	4,17	4,29
Безполицевий – 20–22 см	3,89	4,22	3,91	4,01
Безполицевий – на 10–12 см	3,68	4,09	3,78	3,85
Дискування ДМТ–4А на 10–12 см	3,43	3,88	3,66	3,65
Середнє за способами сівби	3,79	4,18	3,88	3,95

В усі роки дослідження динаміка нагромадження сухої органічної речовини соєю суттєво залежала як від способів основного обробітку ґрунту, так і від способів сівби. Протягом усього періоду спостереження найбільше сухої речовини нагромаджувалося на варіанті з одночасним застосуванням

оранки і розрідженого посіву. У середньому за три роки у сорту Романтика на цьому варіанті досліду за період сходів – початку цвітіння сухої речовини нагромаджувалося на ріні 1,80 т/га; за період початку цвітіння – кінця цвітіння – 3,99; цвітіння – утворення бобів – 6,39; утворення бобів – наливу насіння – 5,97 т/га. Порівняно з іншими варіантами досліду, цей показник був більшим на 9–25; 3–14; 3–27; 8–28 % відповідно до міжфазних періодів.

Найменшими показники нагромадження сухої речовини були на варіанті із застосуванням дискування ДМТ-4А та рядкового посіву і становили відповідно до міжфазних періодів 1,35; 3,43; 4,65; 4,29 т/га.

Висновки. Встановлено, що у ранньостиглого сорту сої Романтика площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу і нагромадження сухої речовини істотно залежали від погодних умов періоду вегетації і були найбільшими на варіанті із сумісним застосуванням оранки та розрідженого способу сівби, найменшим – на варіанті із застосуванням дискування ДМТ-4А і рядкового способу сівби.

Бібліографічний список. 1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. Н. Лазер, И. Н. Вергунов. – К.: Аграрна наука, 2006. – 456 с. 2. Бабич О.А. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах лісостепу України / О.А. Бабич, О.М. Венедиктов // Корми і кормовиробництво. – 2004. – Вип. 53. – С. 83–88. 3. Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами / А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко, Ф.Ф. Адамень // Вісн. аграр. науки. – 1996. – № 2. – С. 34–39. 4. Бабич А.О. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листового індексу посівів сої в умовах правобережного Лісостепу України / А.О. Бабич, М.Л. Новохацький // Аграр. вісник Причорномор'я. – 2001. – Вип. 12. – С. 179–184. 5. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. Бабич, С. Колісник, А. Побережна, А. Немцов // Пропозиція. – 2000. – № 5. – С. 38–40. 6. Бабич А. А.

Фотосинтетическая продуктивность посевов и урожайность зерна сои в зависимости от способа посева и густоты растений / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корма и кормопроизводство: межвед. темат. науч. сб. – 1991. – Вып. 31. – С. 7–9. **7.** Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: [учеб. пособие] / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с. **8.** Кашманов А. А. Свет и развитие растений / А. А. Кашманов. – М.: Сельхозгиз, 1963. – 354 с. **9.** Колісник С. І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук / С. І. Колісник. – Кам'янець-Подільський, 1996. – 18 с. **10.** Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 136 с. **11.** Петриченко В. Ф. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої / В. Ф. Петриченко, Н. Б. Кирилюк // Корми і кормовиробництво. – 2001. – № 47. – С. 107–108. **12.** Сереветник О. В. Вплив строків проведення позакореневого підживлення на урожайність сої в умовах правобережного Лісостепу України / О.В. Сереветник // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2011. – Вип. 69. – С. 141–146. **13.** Bone S. Reduces tillage systems for soybean production / S. Bone // Soybean news. – 1978. – V. 28. – № 2. – P. 1–2. **14.** Caulfield F. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars / F. Caulfield, J. Bunce // J. Canad. Plant Sc. – 1988. – T. 68, № 2. – P. 419–425.