

УДК 635.35:632.93

ПЛОЩАДЬ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Тойгильдин А.Л., доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
atoigildin@yandex.ru**
**Подсевалов М.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
zemledelugsha@yandex.ru**
**Мустафина Р.А., аспирант,
тел. 8 (8422) 55-95-75, mustafina-rezida92@mail.ru**
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** бобовые, соя, горох, люпин, нут, площадь листовой поверхности, урожайность.*

Представлены результаты полевых опытов, проведенных в 2018-2020 гг., по выявлению эффективности применения основной обработки почвы и средств защиты растений, их влияния на площадь листовой поверхности и формирование урожайности зерновых бобовых культур в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Введение. Формирование площади листьев агроценоза зерновых бобовых культур в разные годы в большей степени зависит от тепло- и влагообеспеченности растений, чем от технологии возделывания. Поэтому при точном соблюдении одной и той же агротехнологии, а также при одинаковых средствах защиты растений и одинаковой густоте стояния, фотосинтетический потенциал посева, показатели роста площади листьев различались по годам исследований [1, 4, 6, 2, 5].

Для формирования высоких урожаев культур важно не только создание листового аппарата оптимальных размеров, но и продолжительность его деятельности с большей продуктивностью. Физиологическим параметром, объединяющим эти показатели, является фотосинтетический потенциал (ФСП). Интенсивность фотосинтетической деятельности посевов оценивали по величине (ЧПФ) чистой продуктивности фотосинтеза.

Одним из наиболее динамичных показателей фотосинтетической деятельности растений, является развитие листовой поверхности оптимальных размеров (40-50 тыс. м²/га), способной поглощать максимальное количество солнечной радиации. По мере увеличения в посевах этой характеристики возрастает взаимная их затенённость, ухудшается режим освещённости, при

которой снижаются в той или иной степени средняя интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза [3].

В этой связи возникает необходимость разработки приёмов повышения продуктивности зерновых бобовых культур на основе использования ресурсосберегающих агротехнических приёмов возделывания.

Материалы и методы исследований.

Экспериментальной базой проведения исследований являлось опытное поле ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ, где заложен 3-факторный стационарный полевой опыт. Фактор А – полевые севообороты:

- 1) зернопаротравяной: чистый пар - озимая пшеница - горох - яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) - яровая пшеница;
- 2) зернотравяной: лен масличный – озимая пшеница – горох – яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;
- 3) зернотравяной: горчица белая – озимая пшеница – люпин – яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;
- 4) зернотравяной: рапс яровой – озимая пшеница – нут – яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница.

Возделываемые сорта культур: соя – УСХИ-6; горох – Ульяновец; люпин - Дега; нут – Краснокутский 36.

Нами изучались системы основной обработки почвы: 1 вариант – комбинированная в севообороте заключающаяся в проведении вспашки на 25-27 см 2 раза за ротацию 6-польных севооборотов, плоскорезная обработка, безотвальное рыхление и дискование на 10-12 см; 2 вариант – минимальная: 1 раз за ротацию севооборота вспашка (на 20-22 см), культивация на 12-14 см и дискование на 10-12 см. Обработка почвы под зерновые бобовые культуры проводилась по следующим схемам: В₁ - дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см; В₂ - дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см.

При возделывании изучаемых культур были предусмотрены 2 уровня защиты растений (фактор С): 1) уровень нормальных агротехнологий (минимальная защита растений), который заключается в применении гербицида (имазетапир, 0,5 л/га) 2) уровень интенсивных агротехнологий (адаптивно-интегрированная защита растений): протравливание семян – (пиракластробин, 0,5 л/га + *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13, 1 л/га); внесение гербицида (имазетапир, 0,5 л/га) + биофунгицид (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13, 1 л/га).

Результаты исследований и их обсуждение.

Площадь листовой поверхности значительно варьируют в зависимости от условий вегетации растений и наследственных особенностей культур.

Наибольшее значение площади листовой поверхности было отмечено на горохе в фазу начала налива семян 54,7 тыс. м²/га, что выше показателя сои на 22,3 %, люпина – 17,9 % и нута – 56,3 % (табл. 1). При рассмотрении показателей по вариантам опыта следует обратить внимание, что максимальные показатели были по комбинированной обработке почвы на адаптивно-интегрированной защите растений: соя – 45,7 тыс. м²/га; горох – 59,3 тыс. м²/га; люпин – 48,4 тыс. м²/га; нут – 26,3 тыс. м²/га.

Изучение влияния агроприемов основной обработки почвы на площадь листовой поверхности в фазу начала налива семян показала следующие результаты: комбинированная в севообороте обработка почвы обеспечила в агрофитоценозах сои площадь в 44,3 тыс. м²/га, превысив показатели минимальной обработки на 3,5 % (1,4 тыс. м²/га). Схожая тенденция наблюдается и по остальным изучаемым культурам: горох – 56,9 тыс. м²/га и 2,6 % (1,5 тыс. м²/га); люпин – 47,5 тыс. м²/га и 6,0 % (2,8 тыс. м²/га); нут – 25,3 тыс. м²/га и 5,0 % (1,2 тыс. м²/га).

Детальный разбор показателя по фактору защиты растений позволил выявить существенное влияние второго уровня защиты растений от вредных организмов на площадь листовой поверхности в фазу начала налива семян. Адаптивно-интегрированная (второй уровень) защита растений обеспечила формирование площади листовой поверхности в ценозах гороха на уровне 56,5 тыс. м²/га, превысив показатели первого уровня защиты на 3,5 тыс. м²/га (6,1 %). Аналогичная ситуация прослеживается и по другим изучаемым культурам: соя – 43,7 тыс. м²/га и 2,3 тыс. м²/га (5,3 %); люпин – 46,1 тыс. м²/га и 2,3 тыс. м²/га (5,0 %); нут – 24,8 тыс. м²/га и 1,7 тыс. м²/га (6,7 %).

Результаты корреляционно-регрессионного анализа позволили выявить сильную зависимость урожайности зерновых бобовых культур ($Y_{1...4}$, т/га) от площади листовой поверхности культур ($x_{1...4}$, тыс. м²/га) в фазу начала налива семян:

- соя: $Y_1 = 0,0871x_1 - 1,606$ ($r = 0,9703$);
- горох: $Y_2 = 0,063x_2 - 0,9412$ ($r = 0,9728$);
- люпин: $Y_3 = 0,0531x_3 - 0,2715$ ($r = 0,9413$);
- нут: $Y_4 = 0,1102x_4 - 0,5309$ ($r = 0,9865$).

Экспериментальные данные, полученные в течение 3 лет исследований показали, что по уровню урожайности изучаемые зернобобовые культуры можно расположить в следующий ряд: горох – 2,51 т/га > люпин – 2,12

т/га > нут – 2,11 т/га > соя – 2,10 т/га (табл. 2). Оценка влияния обработки почвы при возделывании зерновых бобовых показала достоверную прибавку урожайности по вспашке на 25-27 см в сравнении с культивацией на 12-14 см на всех изучаемых культурах, также отмечена прибавка урожайности по адаптивно-интегрированной защите растений в сравнении с минимальной (защита только от засоренности).

Таблица 1 – Динамика площади листовой поверхности за 2018-2020 гг., тыс. м²/га.

Культура Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Фаза развития					полный налив семян
			стеблевание - бутонизация	цветение - образование бобов	начало налива семян			
					по варианту	в среднем по фактору		
				В	С			
Соя А ₁	В ₁	С ₁	6,9	27,2	42,9	44,3	41,4	30,4
		С ₂	7,2	28,7	45,7			32,2
	В ₂	С ₁	5,9	24,6	39,8	42,8	43,7	28,3
		С ₂	6,3	26,0	41,7			29,6
Горох А ₂	В ₁	С ₁	3,9	37,3	54,5	56,9	53,0	38,8
		С ₂	4,5	39,8	59,3			40,6
	В ₂	С ₁	3,3	36,0	51,5	55,4	56,5	33,9
		С ₂	3,6	37,1	53,6			36,7
Люпин А ₃	В ₁	С ₁	11,8	39,1	46,7	47,5	43,8	36,5
		С ₂	12,9	41,4	48,4			37,4
	В ₂	С ₁	10,2	33,3	40,9	44,7	46,1	33,4
		С ₂	11,1	36,2	43,8			35,3
Нут А ₄	В ₁	С ₁	8,5	18,6	24,4	25,3	23,1	17,8
		С ₂	9,0	21,1	26,3			19,9
	В ₂	С ₁	7,2	16,5	21,8	24,1	24,8	15,0
		С ₂	8,1	17,5	23,2			16,9

Фактор В: В₁ - дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см;

В₂ - дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см;

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян + гербициды + биофунгицид.

Таблица 2 – Урожайность зерновых бобовых культур в зависимости от обработки почвы и уровня защиты растений (2018-2020 гг.), т/га.

Культура Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	В среднем за 3 года	Среднее по факторам		
				А	В	С
Соя А ₁	В ₁	С ₁	2,17	А ₁ = 2,10	В ₁ = 2,25	С ₁ = 1,99
		С ₂	2,34			
	В ₂	С ₁	1,81		В ₂ = 1,94	С ₂ = 2,21
		С ₂	2,08			
Горох А ₂	В ₁	С ₁	2,54	А ₂ = 2,51	В ₁ = 2,65	С ₁ = 2,40
		С ₂	2,77			
	В ₂	С ₁	2,25		В ₂ = 2,36	С ₂ = 2,62
		С ₂	2,47			
Люпин А ₃	В ₁	С ₁	2,12	А ₃ = 2,12	В ₁ = 2,23	С ₁ = 2,01
		С ₂	2,35			
	В ₂	С ₁	1,90		В ₂ = 2,00	С ₂ = 2,22
		С ₂	2,09			
Нут А ₄	В ₁	С ₁	2,20	А ₄ = 2,11	В ₁ = 2,27	С ₁ = 2,03
		С ₂	2,34			
	В ₂	С ₁	1,85		В ₂ = 1,94	С ₂ = 2,19
		С ₂	2,04			
2018 год	НСП ₀₅ =0,24; СР ₀₅ А=0,12; НСП ₀₅ В и С=0,09; НСП ₀₅ АВ= F _φ >F _τ ; НСП ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ АВС = F _φ <F _τ					
2019 год	НСП ₀₅ =0,19; НСП ₀₅ А=0,9; НСП ₀₅ В и С=0,07; НСП ₀₅ АВ= F _φ >F _τ ;НСП ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ АВС = F _φ <F _τ					
2020 год	НСП ₀₅ =0,16; НСП ₀₅ А=0,08; НСП ₀₅ В и С=0,06; НСП ₀₅ АВ= F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСП ₀₅ АВС = F _φ <F _τ					

Фактор В: В₁ - дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см;

В₂ - дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см;

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян + гербициды + биофунгицид.

Уровень урожайности изучаемых культур варьировал в зависимости от обработки почвы в севообороте и защиты растений. Так, по нашим данным на комбинированной обработке почвы соя сформировала 2,25 т/га, а по минимальной – 1,94 т/га семян. Аналогичная закономерность отмечена по другим культурам, где по вспашке на 25-27 см (комбинированная в севообороте) прибавка составила от 0,23 т/га на люпине до 0,33 т/га на нуте или на 10,3-14,5 %.

Нами установлено, на фоне адаптивно-интегрированной защиты растений урожайность зерновых бобовых культур была достоверно выше в сравнении с вариантом, где не применялись фунгициды и инсектициды, что подтверждается дисперсионным анализом данных. Так, прибавка урожая на сое в результате комплексной защиты растений составила 0,22 т/га, на горохе – 0,22 т/га, на люпине – 0,23 т/га и нуте – 0,16 т/га.

Заключение. Для повышения площади листовой поверхности и урожайности изучаемых культур более эффективна технология обработки почвы по схеме: дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см и защита растений с протравливанием семян (пиракластробин, 0,5 л/га + *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13, 1 л/га) и внесением гербицида (имазетапир, 0,5 л/га) + биофунгицид (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13, 1 л/га).

Библиографический список

1. Дозоров, А. В. Фотосинтетическая деятельность и урожайность зернобобовых культур в условиях Ульяновской области / А. В. Дозоров, М. Н. Гаранин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2013. – № 1. – С. 62-64.
2. Иванова, Е. Формирование ассимиляционного аппарата, оценка фотосинтетического потенциала (ФП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) чины танжерской в сравнении с горохом и викой посевной в условиях Предбайкалья / Е. Иванова, Р. Замашиков, Ш. Хуснидинов // Danish Scientific Journal. – 2021. – № 45-1. – С. 3-5.
3. Ничипорович, А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / А. А. Ничипорович ; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Отд-ние растениеводства и селекции ; Науч. совет по фотосинтезу АН СССР. – М., 1969. – 93 с. - Текст : непосредственный.
4. Рахимова, Ю. М. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сои при применении различных гербицидов и приёмов основной обработки почвы / Ю. М. Рахимова, А. В. Дозоров, А. Ю. Наумов

// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1(25). – С. 37-42.

5. Тойгильдин, А. Л. Оценка эффективности обработки почвы и защиты растений на зерновых бобовых культурах в условиях лесостепной зоны Поволжья / А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, Р. А. Мустафина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 68-73. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-68-73.

6. Хайртдинова, Н. А. Зерновые бобовые агрофитоценозы в севооборотах лесостепи Поволжья / Н. А. Хайртдинова, В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2017. – 187 с.

LEAF AREA AND YIELD OF GRAIN BEAN CROPS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Toygildin A.L., Podsevalov M.I., Mustafina R.A.

Key words: *legumes, soybeans, peas, lupins, chickpeas, leaf area, yield.*

The results of field experiments conducted in 2018-2020 to identify the effectiveness of the use of basic tillage and plant protection products, their influence on the leaf surface area and the formation of the yield of grain legumes in the forest-steppe zone of the Middle Volga region are presented.