

УДК 633.367.3:541.144:631.55:632.954(470.326)

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЛЮПИНА БЕЛОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДОВ (в условиях Тамбовской области)

Г. Г. ГАТАУЛИНА, В. И. ВАГИН
(Кафедра растениеводства)

Люпин белый — ценная высокобелковая культура — в Центральной Черноземной зоне возделывается недавно. В данных условиях он способен формировать урожай семян более 30 ц/га. В Тамбовской области районирован скороспелый сорт люпина белого Старт.

Высокая засоренность полей в области вызывает необходимость применения гербицидов. Однако сведения отечественных авторов о влиянии гербицидов на сорняки и урожайность люпина относятся в основном к люпину желтому. В частности показано, что потери урожая вследствие засоренности составляют 28—40 % и более [1, 5, 12, 13]. Применение линурона, прометрина, трефлана и их смесей в оптимальных дозах не ока-

зывало отрицательного влияния на густоту стояния растений, массу клубеньков, при этом размер листовой поверхности, содержание хлорофилла в листьях и урожай зеленой массы увеличивались [8, 9, 11]. Отмечено токсическое действие алипура и симазина, которое выразилось в заметном снижении чистой продуктивности фотосинтеза [12]. При использовании тропотокса (2М-4ХМ) по всходам люпина узколистного наблюдается сильное угнетение посевов и снижение урожая [10].

Зарубежными исследователями выявлены видовые различия в чувствительности люпина к гербицидам [16, 17]. Так, люпин белый оказался наиболее устойчивым к действию препаратов, люпин желтый — самым чувствительным, а люпин узколистный занимал промежуточное положение.

В литературе отсутствуют сведения о фотосинтетической деятельности, формировании урожая люпина белого при разной степени засоренности, а также о влиянии на данные показатели гербицидов. Целью нашей работы явилось изучение этих вопросов и, кроме того, выявление тех периодов вегетации люпина белого, в которые сорняки оказывают наиболее сильное отрицательное действие на его фотосинтез.

Материал и методика

Опыты проводили в течение 1981—1984 гг. на экспериментальной базе учхоза Тимирязевской академии им. Калинина Мичуринского района Тамбовской области. Почва — выщелоченный чернозем средней мощности, $pH_{\text{сол}}$ 6,0—6,7, содержание гумуса 5,4—6,4 %. Объектом исследований служил районированный сорт люпина белого Старт. Варианты опытов следующие: 1 — контроль с ручной прополкой; 2 — контроль без прополки; 3 — прометрин 1,5 кг/га; 4 — эптам 3 кг/га; 5 — трефлан 0,75 кг/га; 6 — трефлан 0,75 кг/га + 2М-4ХМ 1,5 кг/га (дозы гербицидов указаны по действующему веществу). Гербициды прометрин, эптам, трефлан вносили из расчета 500 л раствора на 1 га под предпосевную культивацию, а опрыскивание 2М-4ХМ проводили в фазу трех пар настоящих листьев у люпина. Прометрин испытывали в течение 3 лет.

Размер опытной делянки 50—150 м², повторность 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное. Способ посева широко-рядный с междурядьями 45 см, норма высева — 0,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Уход заключался в 3-кратной междурядной обработке. Ширина защитной зоны 10 см. Уборка однофазная при полной спелости.

Исследования проводили по общепринятым методикам. Для определения показателей фотосинтетической деятельности растений в динамике (по Ничипоровичу) с каждой делянки, начиная с фазы всходов, отбирали пробы из 15 растений в течение всей вегетации с промежутками в 15 дней. Урожай семян определяли методом сплошного учета. Данные об урожае обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

Метеорологические условия и периоды развития люпина. В соответствии с результатами проведенных исследований [2—4] вегетационный период люпина белого был разделен на следующие периоды: посев—всходы (условно А), активной фотосинтетической деятельности (В) и созревания (С). Та часть вегетационного периода, в течение которой осуществляется фотосинтез — от всходов до начала созревания — в результате анализа многолетних данных, была разбита на 4 биологически обоснованных периода [4]. В I период (от всходов до начала цветения) происходит рост главного побега, закладываются репродуктивные органы. Во II периоде (цветение и образование плодов) усиленно растут боковые побеги, наиболее быстрыми темпами увеличивается ассимиляционная поверхность. К концу периода завершается рост растений в высоту, а листовая поверхность достигает максимума. В III периоде (рост плодов) плоды становятся наибольшими по размерам, а урожай зеленой массы максимальным. В IV периоде (налив семян) происходит отток питательных веществ из других органов в семена. К концу периода масса семян максимальная.

В дальнейшем показатели формирования урожая будут рассмотрены по указанным периодам развития.

Метеорологические условия по периодам развития в годы исследований сильно различались (табл. 1). 1981 год был крайне засушливым

Метеорологические условия в отдельные периоды вегетации люпина белого

Год	А, посев— всходы	В, всходы—начало созревания				С, созре- вание	I—IV— всходы— начало соз- ревания	А+В+С, посев— созрева- ние
		I—всхо- ды—нача- ло цвете- ния	II—цвете- ние и образова- ние пло- дов	III—рост плодов	IV—налив семян			
Осадки, мм								
1981	4	4	24	4	9	—	41	45
1982	43	43	147	20	40	30	250	323
1983	4	75	36	34	28	5	173	182
1984	—	103	110	18	27	18	258	276
Среднее	13	56	79	19	26	13	180	206
Среднесуточная температура, °С								
1981	16,4	16,6	22,6	21,9	24,0	26,8	20,2	20,3
1982	13,3	13,6	18,8	17,6	17,6	17,7	16,4	16,3
1983	15,4	15,7	16,6	20,0	18,6	19,3	17,2	17,3
1984	15,5	21,5	16,2	20,7	17,7	15,4	19,0	18,2
Среднее	15,2	16,9	18,6	20,0	19,5	19,8	18,2	18,0
Сумма температур, °С								
1981	148	513	407	306	288	161	1541	1823
1982	159	542	527	299	386	266	1754	2179
1983	139	548	530	379	334	212	1791	2142
1984	155	581	438	414	371	246	1804	2205
Среднее	150	546	476	350	345	221	1716	2087

и неблагоприятным для роста и развития люпина, осадков: в период от всходов до начала созревания выпало в 6 раз меньше, чем в годы с достаточным количеством влаги (1982 и 1984). Среднесуточная температура воздуха в 1981 г. была значительно выше, чем в другие годы. Недостаток влаги во время цветения в 1983 г. оказывал отрицательное влияние на рост растений в высоту и размер ассимиляционной поверхности. Наиболее благоприятные погодные условия сложились в 1984 г. Достаточное количество влаги в период цветения и образования плодов способствовало формированию высокого урожая люпина. Суммы температур за период от посева до созревания, за исключением засушливого 1981 г., составляли 2100—2200°, а за период всходы—налив семян—1700—1800°.

Продолжительность вегетации люпина зависела от метеорологических условий (табл. 2). В среднем за 4 года она составила 117 дней, в засушливом 1981 г.—на 27 дней меньше, причем сильно сократились все периоды, начиная со II, а в прохладном 1982 г.—на 17 дней больше.

Если исключить экстремально засушливый 1981 г., продолжительность периодов была: II—(цветения и образования плодов)—27—32 дня, III—(роста плодов)—17—20 и IV (налива семян)—18—22 дня. Прохладная погода и выпадение осадков приводили к увеличению продолжительности отдельных периодов.

Густота стояния и засоренность посевов. Применение гербицидов не оказало существенного влияния на густоту стояния растений люпина. В фазу всходов во всех вариантах и во все годы, за исключением 1981, она составляла около 50 растений на 1 м². В отдельные годы отмечалось небольшое изреживание растений к

Таблица 2
Продолжительность периодов
вегетации люпина белого (дней)

Период	1981	1982	1983	1984	Среднее за 4 года
А	9	12	9	10	10
В, I	31	40	35	27	33
В, II	18	28	32	27	26
В, III	14	17	19	20	18
В, IV	12	22	18	21	18
С	6	15	11	16	12
В, I—IV	75	107	104	95	95
А+В+С	90	134	124	121	117

Засоренность посевов люпина белого перед уборкой

Вариант, доза гербицида, кг д. в. на 1 га	Сухая масса сорняков, г/м ²				Количество сорняков, шт/м ²			
	1981	1982	1983	1984	1981	1982	1983	1984
Контроль с прополкой	Сорняков не было							
Контроль без прополки	394	412	133	485	287	158	229	203
Прометрин, 1,5	359	370	114	—	255	129	232	—
Эптам, 3,0	342	281	70	138	178	62	70	52
Трефлан, 0,75	281	273	43	55	124	38	40	22
Трефлан+2М-4ХМ, 0,75+1,5	160	160	33	55	101	35	24	26

концу вегетации, причем в вариантах с гербицидами оно было таким же, как в контроле с прополкой. В контроле без прополки в среднем за 4 года густота стояния растений оказалась на 7 % меньше, чем в контроле с прополкой.

Развитие растений существенно не различалось по вариантам. Фазы развития при использовании гербицидов наступали в те же даты, что и в контроле с прополкой. Однако в вариантах с эптамом у растений наблюдались гофрированность листьев и небольшое отставание роста, а в вариантах с 2М-4ХМ — искривление побегов и замедление роста.

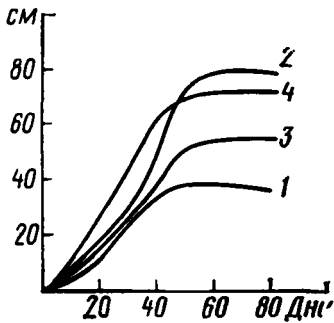


Рис. 1. Рост растений люпина белого в высоту.
1—4 — 1981—1984 гг.

Засоренность в контроле без прополки была высокой — более 200 сорняков на 1 м² рядка (табл. 3). В 1981 и 1982 гг. в посевах обнаружены как однолетние (куриное порсо, щетинник сизый, гречишка раскидистая, щирица запрокинутая, марь белая и др.), так и многолетние сорняки (осот полевой, бодяк полевой, пырей ползучий, вьюнок полевой). Последние в 1983 и 1984 гг. почти не встречались. В контроле без прополки количество сорняков составляло 158—280 шт. на 1 м² рядка. Такая засоренность, оче-

видно, должна была оказать существенное влияние на фотосинтетическую деятельность растений люпина белого и в конечном счете — на его урожайность.

Рост растений. Условия вегетации оказали большое влияние на рост люпина (рис. 1). В засушливом 1981 г. высота растений составляла всего 35—37 см, а при достаточном количестве влаги в 1982 и 1984 гг. — 70—77 см. Максимум она достигала в середине вегетации — в конце II периода, когда заканчивалось цветение на верхних побегах. В разные по метеорологическим условиям годы до начала цветения растения сильно не различались по темпам роста в высоту, однако количество осадков в этот и последующий периоды оказывало решающее влияние на прирост во время цветения — образования плодов.

Сравнение роста растений в контролях с прополкой и без прополки показало, что в засоренных посевах растения были немного ниже (табл. 4). Прометрин и трефлан не оказали влияния на этот показатель, а эптам и 2М-4ХМ снижали его на 2—3 см по отношению к контролю с прополкой.

Площадь листьев. В I период (от всходов до цветения) средняя площадь листьев у люпина была небольшая — в 7—10 раз меньше, чем в последующие периоды (рис. 2, табл. 5). Во время цветения, плодообразования и роста бобов при благоприятных условиях площадь листьев составляла 30—40 тыс. м²/га. У люпина белого максимума этот показатель достигал в конце II периода. При благоприятных усло-

Высота растений люпина белого (см)

Дата	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + 2М-4ХМ
1981 г.						
2/VI	13	13	13	13	14	13
17/VI	29	31	29	30	31	31
4/VII	38	40	37	38	38	38
17/VII	38	40	38	39	39	38
1/VIII	35	36	36	35	36	37
1982 г.						
1/VI	13	13	13	12	13	13
16/VI	28	28	28	28	29	30
2/VII	65	63	65	64	65	61
17/VII	78	75	78	76	80	73
3/VIII	79	76	78	76	79	75
18/VIII	77	75	77	74	79	74
1983 г.						
4/V	13	13	13	12	13	13
29/V	27	27	27	26	27	27
13/VI	48	46	49	46	47	47
28/VI	54	51	54	51	53	51
13/VII	55	53	55	53	55	53
26/VII	54	50	54	52	54	51
1984 г.						
22/V	13	13	—	12	12	14
6/VI	36	36	—	33	35	36
21/VI	59	59	—	57	59	57
6/VII	70	69	—	68	69	65
21/VII	72	71	—	69	70	66
31/VIII	73	70	—	69	70	67

виях 1982 и 1984 гг. в контроле с прополкой площадь листьев в это время составляла 40—47 тыс. м²/га и была достаточной для формирования высокого урожая.

В IV периоде (налив семян) ассимиляционная поверхность быстро уменьшалась в связи с пожелтением и опадением листьев.

В годы с недостатком влаги площадь листьев оказалась значительно ниже и если это снижение не компенсировалось повышением чистой продуктивности фотосинтеза, то урожай зеленой массы и семян резко уменьшался.

Ассимиляционная поверхность у люпина была значительно меньше в засоренных посевах. Так, в 1984 г. в контроле без прополки она составила 30 тыс. м²/га против 47 в контроле с прополкой. Снижение данного показателя в 1,2—1,6 раза отмечалось и в другие годы.

Сорняки оказывали влияние на размер листовой поверхности люпина в течение всей вегетации. Однако в наибольшей мере оно проявлялось во II и III периодах (цветение, плодообразование и рост бобов).

При использовании прометрина существенного снижения засоренности не наблюдалось, этот вариант практически не отличался от контроля без прополки и по площади листьев. При внесении трефлана площадь листовой поверхности была почти такой же, как в контроле с

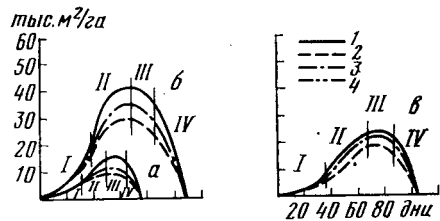


Рис. 2. Площадь листьев посева люпина белого.

а — 1981 г., б — 1982, в — 1983, г — 1984 г.
 I — от всходов до начала цветения; II — цветение и образование плодов; III — рост плодов; IV — налив семян; 1, 2 — соответственно контроль с прополкой и без прополки; 3 — трефлан; 4 — эптам.

Площадь листьев люпина белого по периодам вегетации (тыс. м²/га)

Период	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + +2М-4ХМ
1981 г.						
I	1,9	1,8	1,9	1,8	2,1	1,8
II	9,7	8,0	8,0	7,5	9,2	8,9
III	13,6	8,2	9,3	8,2	10,0	10,7
IV	12,1	6,3	7,1	6,3	7,5	7,9
I—IV	7,6	5,2	5,6	5,1	6,1	6,1
1982 г.						
I	4,3	4,1	4,3	4,1	4,0	3,9
II	31,6	21,8	26,6	26,1	27,5	24,1
III	34,4	24,4	24,7	26,5	27,4	27,4
IV	21,8	14,3	16,6	14,3	18,2	18,4
I—IV	19,8	14,1	15,9	15,5	16,8	15,9
1983 г.						
I	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0
II	15,2	11,6	15,0	14,7	15,5	15,3
III	22,4	17,1	18,4	19,2	20,8	20,8
IV	13,6	9,2	10,8	11,7	12,5	10,3
I—IV	11,8	8,9	10,5	10,7	11,4	11,0
1984 г.						
I	4,8	4,1		4,4	4,4	4,4
II	37,6	23,9		29,4	35,0	32,8
III	46,5	29,0	—	37,0	49,0	40,8
IV	26,2	12,4		16,5	21,9	18,8
I—IV	27,6	16,8		21,6	26,4	23,3
Среднее за 4 года						
I	3,3	3,0		3,0	3,2	3,0
II	24,6	17,1		20,6	22,9	21,2
III	29,7	20,0	—	23,3	27,5	25,3
IV	19,7	11,4		13,9	16,4	15,0
I—IV	17,3	11,7		13,7	15,7	14,5

прополкой. Обработка посевов гербицидом 2М-4ХМ на фоне трефлана незначительно тормозила ростовые процессы и развитие листовой поверхности у люпина.

Эптам оказывал меньшее влияние на засоренность, чем трефлан, площадь листьев люпина в варианте с его внесением была меньше, чем в вариантах с трефланом.

Фотосинтетический потенциал (ФП). Этот показатель более полно, чем площадь листьев, характеризует реальные возможности посева синтезировать биомассу. В среднем за 4 года в контроле без прополки ФП был в 1,5 раза меньше, чем в контроле с прополкой, причём это снижение почти в равной степени проявилось во все периоды (табл. 6). Применение эптама уменьшало засоренность посева, но оказывало угнетающее влияние на люпин в I периоде, в связи с чем ФП в этом варианте был невысоким.

При обработке трефланом ФП значительно (на 26 %) увеличивался по сравнению с контролем без прополки. Однако он был меньше, чем в контроле с прополкой, на 9 %. Гербицид 2М-4ХМ на фоне трефлана несколько угнетал рост листьев люпина, в результате фотосинтетический потенциал оказался немного ниже, чем при использовании одного трефлана.

В благоприятные по метеорологическим условиям годы в контроле с прополкой ФП составлял 2,1—2,6 млн. м²·дней/га. В очень засушливом 1981 г. он был крайне низким — 0,57 млн. м²·дней/га.

В I период фотосинтетический потенциал в среднем за 4 года равнялся 110 тыс. м²·дней/га, или 7 % от общего за вегетацию. Посев как

Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого (тыс. м²·дней/га)

Период	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + 2М·4ХМ
1981 г.						
I	60	55	60	55	65	55
II	175	145	145	135	165	160
III	190	115	130	115	140	150
IV	145	75	85	75	90	95
I—IV	570	390	420	380	460	460
1982 г.						
I	170	165	170	165	160	155
II	885	610	745	730	770	675
III	585	415	420	450	465	465
IV	480	315	365	315	400	405
I—IV	2120	1505	1700	1660	1795	1700
1983 г.						
I	70	65	70	65	70	70
II	485	370	480	470	495	490
III	425	325	350	365	395	395
IV	245	165	195	210	225	185
I—IV	1225	925	1095	1110	1185	1140
1984 г.						
I	130	110	—	120	120	120
II	1015	645	—	795	945	885
III	930	580	—	740	980	815
IV	550	260	—	395	460	395
I—IV	2625	1595	—	2050	2505	2215
Среднее за 4 года						
I	110	100	—	100	105	100
II	640	445	—	535	595	550
III	535	360	—	420	495	455
IV	355	205	—	250	295	270

фотосинтезирующая система наиболее активно работала во II и III периодах, ФП в сумме за эти периоды составлял 70 % от общего.

Отрицательное действие сорняков на данный показатель усиливалось по мере их роста в течение вегетации. Так, во все годы опытов ФП в I период в контроле с прополкой и в контроле без прополки был практически одинаковым. Подавление сорняками фотосинтетической деятельности посева проявилось в начале цветения. Во II периоде в контроле без прополки он был на 17—36 %, в III — на 24—40 и в IV периоде — на 33—53 % ниже, чем в контроле с прополкой.

Действие прометрина на сорняки оказалось относительно слабым и кратковременным. Положительное влияние этого гербицида на ФП отмечалось в течение II периода, в дальнейшем из-за усиленного роста сорняков в этом варианте растения люпина угнетались, и в III и IV периодах ФП был таким же, как в контроле без прополки. Действие эптама на сорняки оказалось более сильным и более длительным, чем действие прометрина. Лучше всего подавлял сорняки трефлан. Его положительное влияние на нарастание площади листьев и ФП посевов наблюдалось на протяжении всей вегетации.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Она сильно зависела от метеорологических условий. Так, в контроле с прополкой в среднем за 4 года ЧПФ составила 5,8 г/м² в сутки и находилась в пределах 8,4—4,7 г/м² в сутки (табл. 7). Обычно она была выше в том случае, когда площадь листьев снижалась, что обусловлено меньшим затенением листьев. Так, при недостатке влаги в 1981 и 1983 гг. средняя площадь листьев за вегетацию составила 7,6 и 11,8 тыс. м²/га — соответ-

Чистая продуктивность фотосинтеза (г/м²·сутки)

Период	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + 2М-4ХМ
1981 г.						
I	6,8	6,9	6,3	6,6	6,8	8,0
II	6,3	4,8	4,6	4,8	4,6	5,1
III	5,7	6,3	6,3	7,1	5,8	6,5
IV	7,7	2,1	3,6	1,6	6,9	7,0
I—IV	6,5	5,0	5,2	5,1	5,7	6,3
1982 г.						
I	7,1	6,6	6,6	6,7	7,4	6,5
II	4,8	3,9	4,1	4,0	4,1	4,0
III	4,9	4,0	5,1	5,3	6,2	6,8
IV	3,3	3,2	0,1	0,4	3,4	5,1
I—IV	4,7	4,1	3,7	3,9	4,8	5,3
1983 г.						
I	11,7	9,8	11,6	10,6	10,3	11,1
II	7,3	6,8	6,1	6,8	7,0	6,7
III	7,6	6,3	6,9	6,6	7,4	7,4
IV	10,9	5,9	5,6	7,9	9,5	11,7
I—IV	8,4	6,7	6,6	7,2	7,8	8,0
1984 г.						
I	12,2	11,2		11,5	12,0	12,6
II	4,9	4,7		5,2	5,6	5,1
III	5,6	4,3	—	5,5	4,3	5,2
IV	4,7	4,3		6,9	5,4	9,7
I—IV	5,5	4,9		5,6	5,4	6,4
Среднее за 4 года						
I	9,2	8,3		8,8	9,0	9,4
II	5,4	4,9		5,1	5,3	5,2
III	5,8	4,8	—	5,3	5,5	6,2
IV	5,6	4,0		4,6	5,6	8,1
I—IV	5,8	5,0		5,4	5,7	6,4

ственно в 2—3 раза меньше, чем в 1982, 1984 гг., а ЧПФ — в 1,2—1,8 раза выше.

Наиболее высокая ЧПФ наблюдалась в I периоде. В это время площадь листьев сравнительно небольшая и все листья хорошо освещены. Во время цветения и образования плодов она значительно снижалась. В III периоде этот показатель сохранялся на довольно высоком уровне и в IV периоде часто снова повышался, так как листья на растении оставались немного, они были лучше освещены и более продуктивно работали.

Сорняки снижали ЧПФ у люпина. Так, в среднем за 4 года в контроле без прополки она оказалась на 14 % ниже, чем в контроле с прополкой. Особенно существенное снижение ЧПФ отмечено в IV периоде в годы с недостатком влаги, когда в контроле без прополки завязалось мало бобов и их налив не стимулировал фотосинтетическую деятельность листьев в такой мере, в какой это происходит при большом количестве бобов.

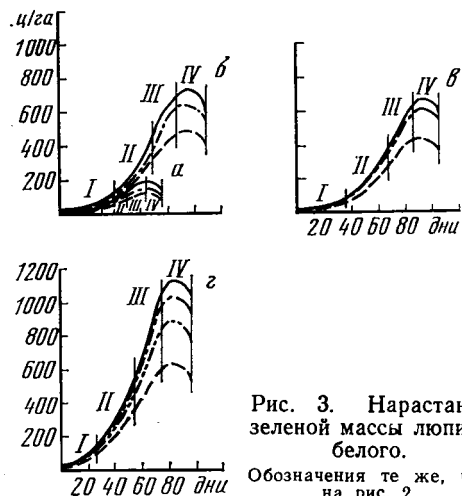


Рис. 3. Нарастание зеленой массы люпина белого.
Обозначения те же, что на рис. 2.

Влияние гербицидов на ЧПФ обусловлено не только снижением засоренности под влиянием гербицидов и улучшением освещенности листьев люпина, но и действием их как физиологически активных веществ. Так, при использовании прометрина ЧПФ у люпина во все годы существенно уменьшалась по сравнению с контролем с прополкой и была несколько ниже, чем в контроле без прополки, что, очевидно, связано с действием гербицида на растения люпина. В случае применения эптама ЧПФ снижалась в I период развития вследствие неблагоприятного действия гербицида на люпин, однако в дальнейшем она оказалась выше, чем в контроле без прополки, хотя и ниже, чем в контроле с прополкой, что объясняется наличием устойчивых к гербициду сорняков в этом варианте. В варианте с трефланом ЧПФ люпина была практически такой же, как в контроле с прополкой. При опрыскивании посевов гербицидом 2М-4ХМ на фоне трефлана в годы с достаточным количеством влаги отмечалось торможение ростовых процессов и последующее повышение ЧПФ на 11—14 % даже по сравнению с контролем с прополкой. Очевидно, это связано с действием 2М-4ХМ как физиологически активного вещества.

Наращение зеленой массы и сухого вещества. Прирост зеленой массы и сухого вещества по периодам вегетации является производной фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза посева. За время, когда осуществлялся фотосинтез (I—IV периоды), в среднем за 4 года в контроле с прополкой урожай зеленой массы составил 685 ц/га, причем основной его прирост отмечен

Т а б л и ц а 8

Прирост зеленой массы по периодам вегетации (ц/га) *

Период	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + 2М-4ХМ
1981 г.						
I	32	31	30	29	35	34
II	95	55	57	54	62	65
III	56	33	45	39	39	48
IV	9	6	9	7	6	9
I—IV	192	125	141	129	142	156
1982 г.						
I	115	100	110	105	110	95
II	330	190	225	230	255	225
III	250	160	210	195	245	265
IV	38	37	—	40	31	86
I—IV	733	487	545	570	641	671
1983 г.						
I	65	50	65	55	60	65
II	300	215	255	270	285	260
III	260	160	150	205	230	185
IV	49	21	23	30	42	22
I—IV	674	446	493	560	617	532
1984 г.						
I	135	100	—	115	120	125
II	415	245	—	340	430	350
III	495	255	—	370	430	395
IV	94	23	—	65	42	71
I—IV	1139	623	—	890	1022	941
Среднее за 4 года						
I	87	70	—	76	81	80
II	285	176	—	224	258	225
III	265	152	—	202	236	223
IV	48	22	—	36	30	47
I—IV	685	420	—	538	605	575

* Опад не учитывали.

Прирост сухой массы по периодам вегетации (ц/га) *

Период	Контроль с прополкой	Контроль без прополки	Прометрин	Эптам	Трефлан	Трефлан + 2М-4ХМ
1981 г.						
I	4,1	3,8	3,8	3,6	4,4	4,4
II	11,0	6,9	6,7	6,5	7,5	8,1
III	10,9	7,2	8,2	8,2	8,1	9,8
IV	11,2	1,6	3,1	1,2	6,2	6,7
I—IV	37,2	19,5	21,8	19,5	26,2	29,0
1982 г.						
I	12,2	10,8	11,3	11,0	11,8	10,1
II	42,1	23,7	30,6	29,2	31,6	27,3
III	28,9	16,8	21,3	23,8	28,6	31,6
IV	15,8	10,2	0,2	1,3	13,7	20,8
I—IV	99,0	61,5	63,4	65,3	85,7	89,8
1983 г.						
I	8,2	6,4	8,1	6,9	7,2	7,8
II	35,6	25,1	29,4	31,8	34,8	32,8
III	32,5	20,5	24,0	24,1	29,3	29,4
IV	26,8	9,7	11,0	16,6	21,3	21,6
I—IV	103,1	61,7	72,5	79,4	92,6	91,6
1984 г.						
I	15,9	12,3		13,8	14,4	15,1
II	50,1	30,5		41,7	52,7	45,2
III	52,2	24,7		33,0	41,9	42,2
IV	26,0	11,1		27,2	25,0	38,3
I—IV	144,2	78,6		115,7	134,0	140,8
Среднее за 4 года						
I	10,1	8,3		8,8	9,5	9,4
II	34,7	21,6		27,3	31,6	28,4
III	31,1	17,3		22,3	27,0	28,2
IV	20,0	8,2		11,6	16,0	21,8
I—IV	95,9	55,4		70,0	84,7	87,8

* С учетом всей надземной массы, сформированной в процессе фотосинтеза, включая опад.

во II и III периоды — 80 % от общего (рис. 3, табл. 8). В I период сформировалась зеленая масса всего 13 % от максимальной за вегетацию. Во время IV периода, когда листья опадали, формирование зеленой массы было незначительным. Наиболее высокий урожай зеленой массы, который на 70 % состоял из сочных бобов, сформировался к концу III периода, когда заканчивался рост бобов. В очень засушливом 1981 г. сбор зеленой массы за вегетацию равнялся всего 192 ц/га. При недостатке влаги в критический период — время цветения и образования бобов — в 1983 г. урожай зеленой массы был 674 ц/га, значительно меньше, чем в благоприятные по метеорологическим условиям годы.

Сорняки существенно снижали нарастание зеленой массы люпина. В среднем за 4 года прирост зеленой массы за вегетацию в контроле без прополки составил всего 60 % от контроля с прополкой.

При использовании прометрина и эптама урожай зеленой массы повышался по сравнению с контролем без прополки соответственно на 10 и 16 %. Наиболее благоприятное действие на прирост зеленой массы люпина оказал трефлан. В этом варианте урожай зеленой массы существенно превосходил контроль без прополки и был близок к контролю с прополкой. Дополнительное применение на фоне трефлана 2М-4ХМ не увеличивало сбор зеленой массы, а в отдельные годы даже снижало его, что связано с торможением ростовых процессов под влиянием 2М-4ХМ.

Урожай семян люпина белого (ц/га)

Вариант, доза гербицида, кг д. в. на 1 га	1981	1982	1983	1984	Среднее за 4 года
Контроль с прополкой	13,9	28,1	27,9	35,7	26,4
Контроль без прополки	7,6	17,1	23,4	26,9	18,8
Прометрин, 1,5	8,7	17,7	25,2	—	—
Эптам, 3	8,6	21,0	26,0	31,4	21,8
Трефлан, 0,75	9,9	20,1	28,0	34,0	23,0
Трефлан + 2М-4ХМ, 0,75+1,5	10,7	21,6	26,9	34,5	23,4
НСР _{об}	2,7	4,1	3,0	2,8	

Наращение сухой массы по периодам вегетации в контролях и при использовании гербицидов было аналогичным приросту зеленой массы (табл. 9).

Урожай семян и его структура. В контроле без прополки урожай семян был на 16—45 % ниже, чем в контроле с прополкой (табл. 10). В варианте с прометрином он был всего на 3—12 % выше (в пределах ошибки опыта), чем в контроле без прополки, а с эптамом — на 10—19 % выше (в пределах НСР), за исключением 1984 г. При использовании трефлана урожай семян увеличивался на 15—23 % по отношению к контролю без прополки, но был на 13 % ниже, чем в контроле с прополкой. Действие трефлана было более эффективным в 1983—1984 гг., так как в эти годы в посевах отсутствовали многолетние сорняки. Применение 2М-4ХМ на фоне трефлана угнетало многолетние сорняки, поэтому в 1981—1982 гг. данный вариант оказался лучшим по урожайности. При отсутствии многолетних сорняков в 1983 и 1984 гг. 2М-4ХМ не оказывал положительного влияния на урожай семян по сравнению с одним трефланом.

Действие изучаемых гербицидов на элементы структуры урожая семян было неодинаковым. В контроле без прополки на растение в среднем за 4 года формировалось на 34 % меньше бобов, чем в контроле с прополкой. В случае применения эптама число бобов увеличивалось на 13 %, а трефлана — на 27 % по сравнению с контролем без прополки. Аналогично изменялось и количество семян на растение. Применение 2М-4ХМ на фоне трефлана не увеличивало числа бобов и семян, однако масса 1000 семян в этом случае несколько повышалась во все годы опыта. Повышение урожайности люпина под влиянием трефлана, как наиболее эффективного гербицида, произошло за счет увеличения числа бобов и семян на растениях.

Обсуждение результатов

Изучение отдельных показателей формирования урожая по биологически обоснованным периодам позволяет выделить факторы, оказывающие наиболее существенное действие на формирование и величину урожая [2, 4]. Исследование влияния сорняков и применения гербицидов на формирование урожая люпина белого по биологически обоснованным периодам проводится впервые. Подтвердились ранее полученные данные о том, что в I период развития (до цветения) люпин белый формирует относительно небольшую листовую поверхность — 6—18 тыс. м²/га. Однако чистая продуктивность фотосинтеза в это время наиболее высокая за вегетацию [2]. Результаты опытов показали, что чем больше размер листовой поверхности, сформировавшейся к началу цветения, тем больше возможностей у растений для формирования высокого фотосинтетического потенциала и урожая в последующие периоды.

Период II (цветение и образование плодов, средняя продолжительность 26 дней) был критическим для формирования урожая. Если в I

период до цветения сорняки практически не угнетали люпин и показатели фотосинтетической деятельности в разных вариантах не отличались существенно от контроля с прополкой, то во II период отрицательное действие их проявлялось в сильной степени. Так, в контроле без прополки ассимиляционная поверхность снижалась в среднем за 4 года на 31 %. При использовании трефлана площадь листьев была почти такой же, как в контроле с прополкой. В засоренных посевах меньше не только ассимиляционная поверхность, но и чистая продуктивность фотосинтеза. В среднем за 4 года последняя была на 9 % ниже, а в случае применения трефлана — практически такая же, как в контроле с прополкой.

Сильное уменьшение площади листьев и ЧПФ в засоренных посевах во II период приводило к общему снижению синтеза органического вещества. Прирост биомассы в этот период в контроле без прополки был на 28—42 % меньше, чем в чистых от сорняков посевах. Именно в период цветения и образования плодов формировался важнейший элемент структуры урожая — число бобов, завязавшихся на одном растении.

Резкое ухудшение фотосинтетической деятельности посева во II периоде при высокой засоренности сопровождалось снижением завязываемости бобов. При использовании гербицидов трефлана и эптама количество сорняков в посевах значительно уменьшалось, что приводило к повышению завязываемости бобов. Положительное влияние гербицидов на число плодов на растение отмечалось и в исследованиях [5—7, 16].

В III период (рост бобов) интенсивное нарастание биомассы люпина происходит только за счет увеличения массы бобов [4]. Сорняки, особенно бодяк полевой, марь белая, щирица запрокинутая, в этот период интенсивно растут, и в засоренных посевах растения люпина находятся в нижнем ярусе, что оказывает сильное отрицательное действие на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая. В связи с тем, что максимальная площадь листьев у люпина формируется в конце II периода, различия по вариантам в размере листовой поверхности, отмеченные в это время, сохраняются и в последующем. Эти различия могут усиливаться в связи с большим затенением растений и опадением нижних листьев в засоренных посевах.

Площадь листьев люпина и фотосинтетический потенциал в контроле без прополки в III периоде были на 33 %, а ЧПФ — на 17 % ниже, чем в чистых от сорняков посевах. При использовании трефлана эти показатели оказались незначительно меньше, чем в контроле с прополкой. Поэтому и прирост сырой биомассы (за счет массы бобов) в течение III периода в засоренных посевах в среднем за 4 года составил в контроле без прополки 152 ц/га, а в чистых от сорняков посевах — 265 ц/га. В варианте с трефланом рост массы бобов был почти таким же, как в контроле с прополкой.

В IV период (налив семян) нарастание биомассы у люпина незначительное и происходит за счет увеличения массы семян [3]. В это время формируется масса 1000 семян. Средняя площадь листьев и фотосинтетический потенциал в период налива семян сравнительно невелики в связи с опадением листьев. Как и в предыдущий период, эти показатели сильно различаются по вариантам опыта: в засоренных посевах они в 1,7 раза меньше, чем в контроле с прополкой. ЧПФ во время налива часто повышается в сравнении с предыдущими периодами, что связано с опадением нижних затененных листьев, в которых фотосинтез идет с меньшей интенсивностью.

Во все годы опыта ЧПФ в засоренных посевах была ниже, чем в контроле с прополкой. Во время налива проявлялось положительное действие на этот показатель гербицида 2М-4ХМ как физиологически активного вещества. Торможение ростовых процессов, вызванное этим гербицидом непосредственно после его применения, сменялось повышением ЧПФ во время налива семян. Это способствовало повышению

массы 1000 семян, которая была даже выше, чем в контроле с прополкой. В засоренных посевах масса 1000 семян была на 4—10 % меньше, чем в контроле с прополкой.

Таким образом, действие сорняков на люпин особенно сильно проявляется во II период (цветение и образование плодов). В результате резко уменьшается площадь листьев, снижаются продуктивность фотосинтеза и завязываемость плодов. Ухудшение состояния посева в данный период оказывает отрицательное влияние на последующее развитие люпина и формирование урожая, а продолжающийся рост сорняков усугубляет его. Гербициды, снижая засоренность посева, способствуют улучшению фотосинтетической деятельности и повышению урожая зеленой массы и семян люпина.

Выводы

1. Люпин белый сорта Старт в условиях северной части Центральной Черноземной зоны способен формировать высокий урожай зеленой массы (700—800 ц/га) и семян (30—35 ц/га). Факторами, снижающими урожайность, в первую очередь являются недостаток влаги и сильная засоренность посевов.

Критическим для формирования урожая является период цветения и образования плодов. Недостаток влаги в это время снижает урожайность семян в 1,3—2,5 раза. Сильная засоренность посевов (150—250 сорняков на 1 м²) приводит к уменьшению урожая зеленой массы люпина на 35—45, а семян на 20—45 %.

3. Влияние сорняков на фотосинтетическую деятельность люпина белого зависит от периода вегетации. В I период (от всходов до цветения) сорняки незначительно снижают площадь листьев люпина. Во II период (цветение и образование плодов) фотосинтетический потенциал в засоренных посевах в среднем на 30 %, чистая продуктивность фотосинтеза — на 9, нарастание надземной биомассы — на 35 % ниже, чем в незасоренных. Сильное угнетение фотосинтетической деятельности посева сопровождается снижением завязываемости плодов. В III периоде (рост плодов), когда отрастание новых побегов и листьев у люпина прекращается, растущие сорняки еще больше угнетают фотосинтез люпина. В III период в засоренных посевах снижается нарастание массы плодов люпина, а в IV период — массы семян в расчете на единицу площади.

4. При внесении гербицидов под предпосевную культивацию фотосинтетическая деятельность люпина улучшается по мере снижения засоренности посевов. Применение прометрина на черноземных почвах в дозе 3 кг/га (1,5 кг д. в. на 1 га) оказалось неэффективным, так как засоренность в этом случае снижалась всего на 10 %.

Внесение эптама в дозе 4 кг/га (3 кг д. в. на 1 га) уменьшало засоренность на 40—70 % в зависимости от условий вегетации. Этот гербицид улучшал фотосинтетическую деятельность культурных растений. Однако оставшиеся сорняки угнетали развитие люпина, и урожай семян был всего на 14 % выше, чем в контроле без прополки.

Трефлан в дозе 3 кг/га (0,75 кг д. в. на 1 га) снижал засоренность посевов на 70—90 %, поэтому фотосинтетическая деятельность люпина, урожай зеленой массы и семян люпина были почти на том же уровне, как и в незасоренных посевах.

Обработка посевов 2М-4ХМ в фазу 3 пар листьев люпина на фоне трефлана вызывала угнетение развития сорняков, устойчивых к трефлану (бодяк полевой, вьюнок полевой). Гербицид 2М-4ХМ незначительно тормозил ростовые процессы у люпина, что сопровождалось повышением чистой продуктивности фотосинтеза во время налива семян на 30 % по отношению к контролю с прополкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглов В. Г. Химическая прополка посевов люпина. — Сельск. хоз-во России, 1974, № 6, с. 14—16. — 2. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г. Биологические особенности формирования урожая белого люпина. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 4,

с. 13—27. — 3. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г., Козлов В. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разнотипных сортов белого люпина. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 3—14. — 4. Гатаулина Г. Г., Приходько В. А. Периоды развития плодов и семян зернобобовых культур. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 25—37. — 5. Гончаров Л. Ю. Влияние гербицидов на качество семян и продуктивность кормового люпина. — Химия в сельск. хоз-ве, 1976, № 8, с. 60—62. — 6. Дорошенко Е. И., Яцюк А. Ф. Влияние симм-триазинов на урожай и качество кормового люпина. — Химия в сельск. хоз-ве, 1968, № 2, с. 40—41. — 7. Замбин И. М., Гончаров Л. Ю. Химическая прополка посевов кормового люпина. — Сб. науч. тр. Белорус. НИИ земледелия, 1973, т. 17, с. 182—189. — 8. Иванцов Н. К., Фуки А. Е. Использование линуроно и трефлана в посевах люпина. — Тр. Латв. с.-х. акад., 1975, вып. 102, с. 58—62. — 9. Иванцов Н. К., Фуки А. Е. Действие гербицидов на люпин и последствие на озимую рожь. — Химия в сельск. хоз-ве, 1976, № 10, с. 50—52. — 10. Кольцов А. С. Химические меры борьбы с сорняками в посевах однолет-

него люпина. Тр. Перм. с.-х. ин-та, 1969/1970, т. 63, с. 126—136. — 11. Кузьмин С. А. Эффективность применения гербицидов в посевах кормового люпина. — Тр. Латв. с.-х. акад., 1981, вып. 187, с. 53—56. — 12. Латыпова Р. М., Маслова Л. Г., Новицкий С. А. и др. Изменение некоторых физиологических процессов у люпина под влиянием гербицидов. — Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад., 1970, т. 64, с. 211—218. — 13. Латыпова Р. М. Качество и урожайность зеленой массы желтого кормового люпина при использовании химической прополки. — Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад., 1982, вып. 92, с. 12—17. — 14. Мироненко А. В. Влияние химпрополки на продуктивность люпина. — Защита растений, 1981, № 6, с. 24—25. — 15. Перегудов С. Н. Агробиологическое обоснование возделывания белого люпина в условиях Ставропольского края. — Автореф. канд. дис. Ставрополь, 1978. — 16. Bunting E. S., Mead H., Finch R. — Proceedings 1976 British Crop Protection Conference. — Weeds, 1976, vol. 2, p. 557—559. — 17. Toens G. W., Wickers N. J. — Proceedings of the twenty ninth New Zealand, Weed and Pest Control Conference, 1976, p. 89—92.

Статья поступила 11 февраля 1985 г.