

УДК 633.31/37:581.141

ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ ПЛОДОВ И СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Г. Г. ГАТАУЛИНА, В. А. ПРИХОДЬКО

(Кафедра растениеводства)

Эффективное производство семян зернобобовых культур возможно лишь при индустриальной технологии их возделывания. Но применение последней часто затруднено из-за ряда свойств этих культур, связанных с особенностями цветения, образования плодов и семян, которые к тому же изучены недостаточно.

Исследователи отмечают большую продолжительность цветения у бобовых и недружное созревание семян [6, 7, 10, 12, 14, 15, 17], а также сильное влияние на них метеорологических условий [1, 3, 11—13, 16]. В течение вегетационного периода происходят значительные изменения растений, что позволяет разделить его на фазы. Однако до сих пор в литературе нет единого мнения о фазах развития бобовых. У люпина выделяют фазы сизых, зеленых и блестящих бобов [5]. К. Г. Шуттов [9] предложил разделять фазы развития семян люпина по окраске корешка зародыша семени. В работах по зернобобовым культурам часто упоминается фаза налива бобов [6].

Е. В. Шпорт [8] при изучении особенностей формирования плодов у гороха сделал вывод, что налив у гороха заканчивается при 35—40 % влажности, как и у зерновых культур. В то же время ряд исследователей [2, 6] считают, что поступление пластических веществ в семена гороха и сои заканчивается при значительно большей влажности семян и створок плодов — 50—70 %.

В опытах кафедры растениеводства Тимирязевской академии показано, что белый люпин заканчивает налив при 60—70 % влажности семян [1]. Для желтого и узколистного люпинов в литературе нет конкретных параметров окончания налива семян.

Таким образом, один из важнейших вопросов биологии зернобобовых культур освещен в литературе недостаточно, а имеющиеся данные весьма разноречивы, в то время как знание его необходимо для решения технологических вопросов, связанных с подготовкой посевов к уборке, выбором срока и способа уборки и послеуборочной доработки семян.

В связи с этим в работе была поставлена задача изучить развитие растений и формирование плодов и семян у различных зернобобовых культур, определить границы и продолжительность отдельных периодов, выявить особенности, связанные с видом растений и метеорологическими условиями.

Материал и методика

Полевые опыты проводили в 1978—1980 гг. на экспериментальной базе учхоза им. Калинина Мичуринского района Тамбовской области.

Почва — выщелоченный чернозем средней мощности, $pH_{\text{сод}}$ 5,8—6,1. Изучались следующие культуры: люпины белый сорта Старт, желтый Быстрорастущий 4 и узколистный Немчиновский 846, горох Уладовский 6, соя Северная 5. Способ посева люпинов и сои — широкорядный с междурядьями 45 см, гороха — обычный рядовой. Сеяли эти культуры одновременно с ранними яровыми, сою — 10—14 дней спустя.

Размер опытной делянки 100 м², учетной — 75 м², повторность 4-кратная, размещение рендомизированное. Фактическая густота стояния растений в годы исследований существенно не отличалась от заданной и составила у люпина белого 520, желтого — 560, узколистного — 590, у гороха 1100 и у сои 510 тыс. растений на 1 га.

Накопление сырой, сухой массы и содержание влаги в плодах и семенах определяли в пробах однолетних растений с начала цветения через каждые 5 дней, а с середины налива через каждые 2—3 дня до

полного созревания. Урожайность семян устанавливали при помощи метода сплошного учета и приводили к 14 % влажности.

По метеорологическим условиям годы опытов значительно различались. В 1978 г. была ранняя и теплая весна. Дождливое лето вызвало удлинение вегетационного периода всех культур и благоприятствовало накоплению большой биомассы. В 1979 г. весна поздняя и сухая, в течение 2 мес после схода снега почти не выпадало осадков.

Из-за недостатка влаги растения белого, узколистного люпина и гороха были невысокими, а вегетационный период сильно сократился. Выпавшие во второй половине июня и июля осадки вызвали у желтого люпина сильное отращивание боковых побегов, на которых бобы долго не созревали. В 1980 г. лето было прохладное и очень влажное. За июнь-август выпало на 210 мм осадков больше нормы. Вегетация всех культур затянулась.

Периоды развития зернобобовых культур и влияние метеорологических факторов на их продолжительность

Проведенные ранее исследования показали, что в процессе развития плодов и семян у белого люпина можно выделить три периода, которые соответствуют фазам формирования, налива и созревания у хлебов по Кулешову [4]. Указанные периоды развития плодов характеризуются определенными показателями, связанными с ростовыми процессами и фотосинтетической деятельностью посева.

Фотосинтез отсутствует в периоды посев — всходы (А) и созревания (С), так как в это время растения лишены листьев и других зеленых органов. Весь период активной фотосинтетической деятельности посева (В) разделяется на период от всходов до начала цветения (В, I) и последующие В, II; В, III и В, IV, описанные ниже.

Период формирования плодов у белого люпина длительный — 35—50 дней (у пшеницы — всего 12—15 дней). Мы нашли целесообразным разделить его на два самостоятельных периода, поскольку они имеют четко выраженные признаки: 1) цветение и образование бобов (В, II) — к концу этого периода образуются бобы и обычно отмечается максимальная за вегетацию площадь листьев, что обеспечивает необходимую фотосинтетическую деятельность посева в этот и последующие периоды; 2) рост бобов (В, III) — к концу периода линейные размеры плодов, сырая и сухая масса их створок достигают максимума, в течение В, III сырая масса растений продолжает также повышаться и достигает наибольшего уровня.

Период налива семян (В, IV) — к концу его сухая масса семян становится максимальной. Зеленая масса растений уменьшается из-за опадения листьев и снижения влажности, но сухая продолжает нарастать в связи с интенсивным поступлением пластических веществ в семена.

Созревание семян — завершающий период (С) — семена и створки плодов теряют влагу.

В работе рассматриваются продолжительность периодов В и развитие плодов на главном побеге растения (люпин) или нижнем ярусе стебля (горох, соя). Развитие плодов на боковых побегах и верхних ярусах стебля происходило аналогично, но несколько быстрее, чем на главном побеге, так что разница в сроках созревания была значительно меньше, чем в зацветании по ярусам. Последнее было также показано ранее для белого люпина [1].

Наиболее скороспелой из испытываемых культур был горох. В среднем за три года продолжительность его вегетации от посева до созревания всего 97 дней (табл. 1). Узколистный люпин созревал на 20 дней позднее. Вегетационный период скороспелого сорта сои Северная 5 был почти на месяц, а желтого и белого люпина — на 40—45 дней больше, чем гороха. Из-за позднего посева уборка сои проводилась в те же сроки, что и люпинов белого и желтого.

Каждая из культур для своего полного развития от посева до созревания требует определенной суммы температур. По нашим данным,

Продолжительность периодов вегетации растений (дни)

Годы	Посев — всходы А	Всходы — начало цветения В, I	Цветение — образование бобов В, II	Рост бобов В, III	Налив семян В, IV	Созревание С	Цветение — созревание В, I—С	Всходы — созревание В, I—С	Посев — созревание А—С
Люпин белый									
1978	14	42	29	24	31	16	100	142	156
1979	9	31	28	14	27	7	76	107	116
1980	8	42	28	22	37	17	104	146	154
Среднее за 3 года	10	38	28	20	32	13	94	132	142
Люпин желтый									
1978	12	57	22	20	16	10	68	125	137
1979	9	61	19	15	12	17	63	124	133
1980	11	51	23	20	19	11	73	124	135
Среднее за 3 года	11	56	21	18	16	13	68	124	135
Люпин узколистный									
1978	12	42	28	9	24	10	71	113	125
1979	7	31	25	8	14	10	57	88	95
1980	7	43	24	8	20	25	77	120	127
Среднее за 3 года	9	39	26	8	19	15	68	107	116
Горох									
1978	11	45	14	17	11	8	50	95	106
1979	10	35	9	12	10	4	35	70	80
1980	6	42	14	20	14	9	57	99	105
Среднее за 3 года	9	41	12	16	12	7	47	88	97
Соя									
1978	10	47	28	16	17	13	74	121	131
1979	8	39	27	10	11	8	56	95	103
1980	11	43	26	13	20	15	74	117	128
Среднее за 3 года	10	43	27	13	16	12	68	111	121

для белого люпина Старт и желтого Быстрорастущий 4 сумма температур в среднем составила около 2200°, для узколистного Немчиновский 846—1870°, сои Северная 5—2000° и гороха Уладовский 6—1600°. Этот показатель довольно стабилен по годам: колебания относительно средней составляли 5—7% (табл. 2, рис. 1).

В 1979 г. у всех культур, кроме люпина желтого, продолжительность вегетации сократилась почти на месяц, что связано с засухой в мае-июне. До начала образования бобов растения росли за счет весеннего запаса влаги в почве. Перед цветением содержание влаги в пахотном горизонте приближалось к мертвому запасу. В этих условиях растения были низкорослыми. Высота белого люпина, например, в начале цветения составила всего 27 см против 35—42 в нормальные по погодным условиям годы. Осадки второй половины вегетации вызвали вторичный вегетативный рост (израстание) только у желтого люпина.

Сумма температур в период посев — всходы (А) сильно варьировала по годам, продолжительность этого периода зависела не только от температуры почвы и воздуха, но и от влажности почвы на глубине заделки семян.

Сумма температур, необходимая для завершения периода всходы — начало цветения (В, I), относительно мало изменялась по годам у всех зернобобовых культур — в пределах 5—10%. Колебания были немного больше в период В, II (цветение и образование плодов). В последующие периоды — роста бобов (В, III), налива семян (В, IV) и созревания (С) — они были более значительными — 10—20%.

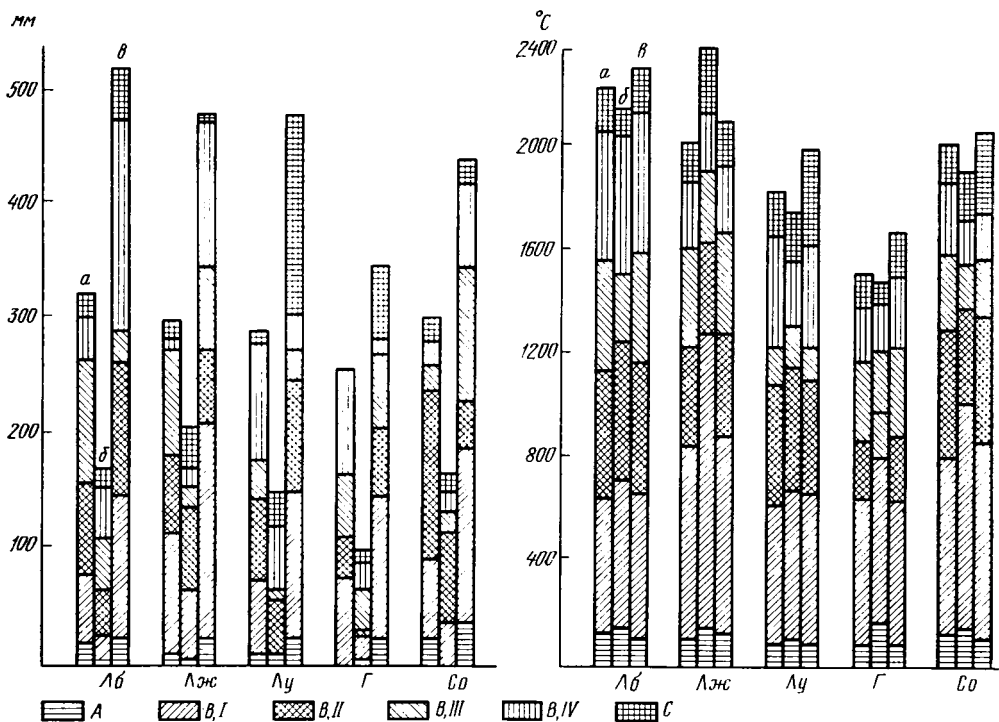


Рис. 1. Осадки (слева) и сумма температур по периодам развития растений.

Лб — люпин белый; Лж — желтый; Лу — узколистный; Г — горох; Со — соя; А — посев-всходы; В, I — всходы-начало цветения; В, II — цветение-образование плодов; В, III — рост бобов; В, IV — налив семян; С — созревание; а — 1978 г.; б — 1979; в — 1980 г.

Колебания значений данного показателя объясняются как особенностями роста растений в отдельные годы, так и метеорологическими условиями. Из-за недостатка влаги и повышенной температуры воздуха в первой половине вегетации в 1979 г. ростовые процессы быстро завершились, растения меньше ветвились и сформировали мало бобов. Последующее развитие растений ускорилось, хотя во второй половине вегетации выпали осадки.

Таким образом, продолжительность вегетации зернобобовых культур может значительно колебаться в зависимости от того, какие погодные условия сложились в первые периоды роста. Если было сухо и жарко и у растений рано прекратились ростовые процессы, то во вторую половину последние значительно ускоряются и для их прохождения требуется меньшая сумма температур.

Рассмотрим продолжительность отдельных периодов у различных зернобобовых культур. У белого люпина сорта Старт этот показатель изучался ранее [1] и в табл. 3 для сравнения с данными нашего опыта, в годы проведения которого метеорологические условия были более экстремальными, приводятся средние за 1973—1977 гг.

В засушливом 1979 г. во время вегетации выпало в 1,5—3,0 раза меньше осадков, чем в предшествующие 1973—1977 гг. В результате влажность почвы в период всходы — начало цветения была близкой к влажности завядания. При повышенной температуре это вызывало ускорение развития растений, которые зацвели уже на 31-й день после появления всходов.

Выпавшие осадки в период цветение — образование плодов вызвали его относительное удлинение и сокращение следующего периода роста бобов. В целом продолжительность периодов формирования бобов (В, II + В, III) и налива семян (В, IV) в 1979 г. была такой же,

Метеорологические условия в отдельные периоды вегетации растений
(среднее за 1978—1980 гг.)

Культура	Периоды вегетации								
	А	В, I	В, II	В, III	В, IV	С	В, II—С	В, I—С	А—С
Осадки, мм									
Люпин									
белый	15	69	80	61	89	25	255	324	339
желтый	10	120	68	63	50	17	198	318	328
узколистный	10	66	74	25	62	68	229	295	305
Горох	8	75	34	52	42	23	151	226	234
Соя	19	88	89	53	38	17	197	285	304
Среднесуточная температура, °С									
Люпин									
белый	12,6	14,8	18,0	18,9	16,2	14,1	16,6	16,3	16,0
желтый	12,3	15,6	17,7	19,0	16,5	14,9	17,1	16,5	16,2
узколистный	12,2	14,8	18,1	17,4	18,8	16,6	17,8	16,7	16,3
Горох	12,9	14,7	17,6	18,4	19,7	17,3	18,4	16,7	16,3
Соя	13,7	16,9	18,6	17,8	16,0	15,2	17,0	17,0	16,8
Сумма положительных температур, °С									
Люпин									
белый	122	557	510	376	521	153	1559	2116	2239
желтый	127	887	377	349	252	188	1166	2053	2180
узколистный	98	559	464	144	365	237	1209	1768	1866
Горох	112	589	215	297	230	120	863	1452	1564
Соя	128	721	501	232	248	176	1157	1878	2006

как в 1973—1977 гг. Повышенные среднесуточные температуры определили ускорение созревания семян. В итоге период вегетации от посева до созревания в этом году составил 116 дней по сравнению со 125 днями в среднем за 1973—1977 гг.

1978 и 1980 годы, напротив, были холодными и влажными, и продолжительность всех периодов развития растений в эти годы сильно

Таблица 3

Влияние метеорологических условий на продолжительность периодов развития скороспелого сорта белого люпина Старт

Годы	Периоды						
	А	В, I	В, II	В, III	В, IV	С	А—С
Продолжительность периода, дни							
Среднее за 1973—1977	14	35	22	18	25	11	125
1978	14	42	29	24	31	16	156
1979	9	31	28	14	27	7	116
1980	8	42	29	22	37	17	154
Среднесуточная температура, °С							
Среднее за 1973—1977	12,7	16,8	20,8	18,6	17,1	15,5	17,1
1978	8,1	12,9	17,0	18,0	15,9	11,0	14,4
1979	16,8	18,2	19,0	19,3	18,2	20,8	18,5
1980	12,8	13,4	18,1	19,4	14,6	10,6	15,1
Осадки, мм							
Среднее за 1973—1977	19	60	74	43	52	34	282
1978	19	59	80	108	37	22	325
1979	2	21	42	46	45	14	170
1980	22	126	118	28	185	41	520

увеличилась. Из-за низкой температуры воздуха в начале вегетации (12,9—13,4 против 16,8° в 1973—1977 гг.) белый люпин зацвел только на 42-й день после появления всходов. Формирование бобов (В, II+ +В, III) продолжалось на 11—13 дней дольше, что связано с усилением вегетативного роста и замедлением развития плодов при большом количестве пасмурных дней и пониженной температуре.

Условия для налива и созревания семян в 1978 и 1980 гг. были еще более неблагоприятными. Среднесуточная температура в период налива составила 14,6—15,9 против 17,1° в среднем за 1973—1977 гг. В 1980 г. в этот период ежедневно шли дожди. Поступление веществ в семена было замедленным и продолжалось в 1978 г. 31, в 1980 г. 37 дней (в 1973—1977 гг. 25 дней). Среднесуточная температура во время созревания — всего 10,6—11,0°, поэтому оно длилось 16—17 дней. В целом вегетация белого люпина от посева до созревания в 1978 и 1980 гг. продолжалась соответственно 156 и 154 дня, т. е. на месяц больше, чем в среднем за 1973—1977 гг.

Лимитирующим фактором при возделывании белого люпина может быть недостаток тепла во время налива и созревания семян. Обычно сорт Старт созревает в конце августа — начале сентября. По средним многолетним данным, среднесуточная температура III декады августа в Тамбовской области равна 16,5°, I декады сентября — 14,3°, что вполне достаточно для окончания налива и созревания люпина. В дождливое лето при некотором дефиците тепла период С может приходиться на вторую половину сентября. В это время среднесуточная температура обычно составляет 12—10°, при которой созревание длится 15—20 дней. Однако даже при уборке в конце сентября в условиях северной части Центральных черноземных областей обеспечивается вполне устойчивое созревание белого люпина сорта Старт. К тому же бобы белого люпина при созревании не растрескиваются, а в семенах содержится в 1,5—2 раза больше белка, чем у гороха, и, кроме того, 12—14 % жира.

Люпин желтый в отличие от белого зацветает довольно поздно — через 2 мес после появления всходов (табл. 1). Сухая и жаркая погода 1979 г. не привела к ускорению зацветания, при этом из-за недостатка влаги цветки и плоды на главном побеге опали. Выпавшие осадки вызвали бурное образование боковых побегов — израстание желтого люпина. Растения оставались зелеными до поздней осени, а бобы не созревали. Периоды В, IV и С у него значительно короче, чем у белого, поэтому в 1978 и 1980 гг. желтый люпин созрел почти на 20 дней раньше белого. В эти годы сумма температур от посева до созревания составила 2100°, а у белого люпина была почти на 200° больше. В 1973—1977 гг. для полного развития белого люпина требовалось 2000—2100° (табл. 3).

Из рассматриваемых видов люпина узколистный люпин наиболее скороспелый: он созревал на месяц раньше белого. Узколистный люпин зацветал в те же сроки, что и белый, и период цветения и завязывания плодов был таким же. Однако время интенсивного роста плодов у него намного меньше — 8 дней против 20 у люпина белого, налив семян также короче на 7—10 дней. При определенных условиях узколистный люпин, как и желтый, склонен к израстанию. Так, в 1980 г. из-за большого количества осадков и пониженных температур вегетативный рост продолжался до осени, а созревание резко замедлилось. Бобы не созревали в течение месяца, а растения оставались зелеными и не сбрасывали листьев. В среднем оно заканчивалось в августе, когда уровень среднесуточных температур еще не лимитирует этого процесса, и длилось всего 10 дней. Общая сумма температур, необходимая для развития узколистного люпина от посева до созревания, — 1800—2000°.

Горох как самая скороспелая из рассматриваемых зернобобовых культур характеризовался высокой интенсивностью процессов плодообразования. Цветение у него начиналось во влажные годы на 42—45-й день после появления всходов и вместе с образованием плодов длилось всего 9—14 дней против 20—28 у люпина. Период роста был относительно продолжительным — 17—20 дней, однако налив и созревание протекала быстро — соответственно 11—14 и 8—9 дней. В засушливом 1979 г. развитие ускорилося и период вегетации сократился до 80 дней по сравнению со 105 в другие годы.

У скороспелого сорта сои продолжительность вегетации составляла во влажные и прохладные годы 128—131 день, а при недостатке влаги в 1979 г. — 103 дня. В связи с более поздним посевом сои уборка ее проводилась примерно в те же сроки, что и белого люпина, т. е. довольно поздно. Цветение у нее наступало в среднем на 43-й день после появления всходов. Период цветения и образования плодов продолжался, как и у белого люпина, 26—28 дней. Но последующие периоды роста бобов и налива семян были короче — соответственно 13 и 16 дней, а созревание длилось 8—15 дней.

Таким образом, изучаемые сорта различных зернобобовых культур созревали в Тамбовской области даже в неблагоприятные по погодным условиям годы. Горох — традиционная и наиболее скороспелая зернобобовая культура, созревающая в конце июля — начале августа, используется как занятый пар. К недостаткам этой культуры относятся сильная полегаемость и склонность к осыпанию семян при созревании, сложная технология уборки. Люпин желтый при достаточном количестве влаги способен в указанной зоне давать высокий урожай зеленой массы — до 500—600 ц/га. Осадки второй половины вегетации могут вызвать вторичный вегетативный рост. В случае израстания урожайность семян снижается и получение кондиционных семян весьма затруднено. Условия Тамбовской области благоприятны для возделывания люпина узколистного на семена. Но у существующих сортов наблюдается сильное растрескивание бобов при созревании и иногда израстание при определенных погодных условиях, что усложняет уборку. Скороспелые сорта сои созревают в Тамбовской области, однако из-за низкого расположения бобов на стебле значительны потери урожая при уборке, а урожайность данного сорта намного ниже, чем других зернобобовых культур. Люпин белый — наиболее позднеспелая культура, но сорт Старт устойчиво созревал в этой зоне даже в неблагоприятные по погодным условиям годы. К достоинствам этой культуры относятся высокая урожайность семян, нерастрескиваемость и прочное прикреплени бобов, что позволяет проводить однофазную уборку без потерь.

Особенности развития плодов и семян

Развитие плодов и семян у разнотипных сортов белого люпина изучалось ранее [1]. В данной работе на скороспелом сорте Старт были подтверждены уже известные основные закономерности развития плодов у белого люпина и выявлены особенности, связанные с влиянием метеорологических факторов. Исходя из этого нами было проведено изучение плодообразования у других зернобобовых культур в сравнении с соответствующими показателями люпина белого.

Рассмотрим развитие плодов и семян в контрастные по погодным условиям годы — очень влажном и холодном 1980 и жарком и засушливом в первой половине вегетации 1979 г. По метеорологическим условиям и особенностям развития плодов 1978 год был близок к 1980 г.

У белого люпина период цветения и образования плодов на главном побеге в годы исследований продолжался долго — 28 дней, сухая

Масса и влажность плодов и семян на главном побеге белого люпина (1980 г.)

День от цветения	Масса 100 плодов, г				Масса 1000 семян, г		Влажность, %		
	бобов	створок	бобов	створок	сырая	сухая	бобов	створок	семян
Цветение и образование плодов (В, II)									
12	14	—	2	—	—	—	90	—	—
21	153	136	14	12	27	4	90	91	87
28	364	344	30	26	87	10	92	92	89
Рост бобов (В, III)									
30	487	456	34	32	109	14	93	93	89
40	834	729	73	55	294	38	92	92	87
50	1061	830	97	62	525	82	91	93	83
Налив семян (В, IV)									
61	1108	788	115	52	659	173	89	93	75
71	958	616	138	44	689	210	87	93	70
77	796	486	160	51	663	233	80	89	66
81	537	360	148	46	687	264	74	87	64
85	537	270	152	46	662	264	72	83	60
87	425	215	155	41	650	269	68	72	60
Созревание (С)									
89	383	180	143	42	652	268	70	80	59
91	379	152	141	44	496	242	60	66	53
93	332	134	142	42	480	260	58	61	53
96	266	91	140	43	461	255	41	44	48
99	243	65	138	38	419	245	40	33	43

масса к концу периода составляла всего 18 % максимальной. Влажность плодов в это время высокая — 91—92 % (табл. 4, рис. 2).

В период В, III, когда осуществляется рост плодов, у белого люпина в основном нарастают створки бобов. К концу периода их сырая и сухая масса достигала максимума и была равна 73—76 % сырой массы бобов и 67—70 % сухой, т. е. масса семян в это время составляла всего 30—33 % максимальной. Эти показатели почти не изменялись по годам. Гораздо более значительное влияние метеорологические факторы оказывали на продолжительность периодов. Влажность створок удерживалась на высоком уровне, как и в предшествующий период, а влажность семян снижалась к концу периода роста бобов до 83 %.

Во время налива (В, IV) интенсивно нарастала сухая масса семян, достигая максимума за вегетацию к концу периода. Масса створок несколько уменьшалась за счет оттока питательных веществ в семена. В годы исследований окончание налива отмечалось при высокой влажности семян (54—60 %) и особенно створок (74—78 %), хотя в процессе налива влажность и тех и других снижалась.

Во время созревания (С) масса семян несколько уменьшалась. Влажность семян и створок плодов быстро падала и через некоторое время после окончания налива их значения уравнивались. Интенсивность отдачи воды зависела от погодных условий. В 1980 г., когда за этот период выпало 41 мм осадков при среднесуточной температуре 10,6°, за 10 дней созревания влажность створок снизилась с 80 до 44 %, семян — с 59 до 43 %, и еще через 5 дней последний показатель составлял около 35 %. В 1979 г. при 14 мм осадков и среднесуточной температуре 20,8° этот период завершился за 5 дней при влажности семян в конце периода 12 %. В другие годы уборка проводилась при влажности семян 26—35 %.

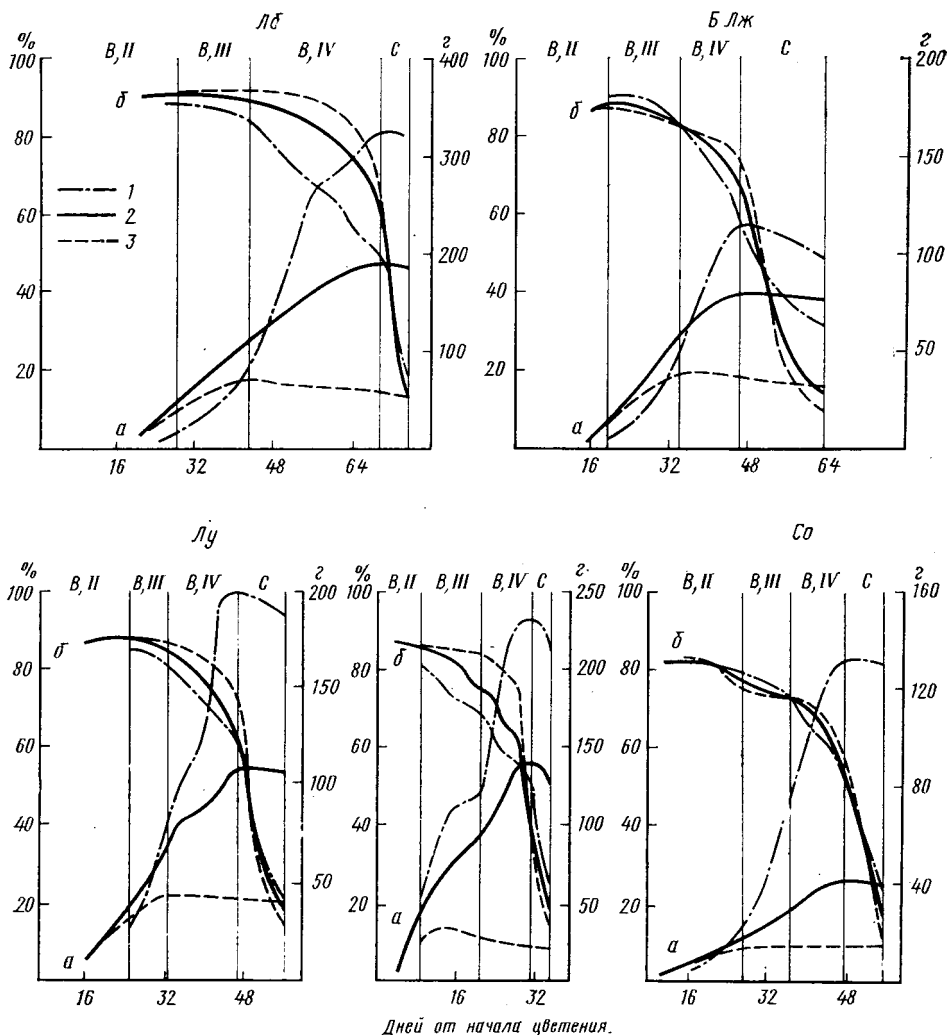


Рис. 2. Сухая масса и влажность бобов, створок и семян главного побега зерно-бобовых культур (1979 г.).

a — сухая масса, г (на 100 бобов и створок или на 1000 семян); *b* — влажность, %; 1 — семена; 2 — бобы; 3 — створки. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

У желтого люпина период цветения и завязывания плодов (В, II) наступал на 20 дней позже и продолжался на неделю меньше, чем у белого (табл. 5, рис. 2). К концу периода сухая масса плодов составляла 18 % максимальной при влажности 89 %. Во время роста плодов (В, III) масса створок увеличивалась намного интенсивнее, чем семян. Сырая и сухая масса створок к концу периода достигала наибольших размеров, а семян — 35—40 % максимума. Влажность плодов в 1980 г. равнялась 85, а в 1979 г. — 82 %.

Во время налива (В, IV) интенсивность нарастания массы семян в 1979 г. была выше, чем в 1980 г. В оба года налив закончился при высокой влажности семян (60 %) и створок (соответственно 70 и 75 %). После окончания налива влажность семян резко снижалась, особенно интенсивно у створок. Уже через 5 дней после окончания налива эти показатели были одинаковые — 45 %. В 1980 г. за 10 дней созревания влажность семян снизилась до 24 %, а в 1979 г., когда наблюдалось израстание желтого люпина, они медленнее теряли влагу, несмотря на сухую и жаркую погоду.

Т а б л и ц а 5

Масса и влажность плодов и семян на главном побеге желтого люпина (1980 г.)

День от цветения	Масса 100 плодов, г				Масса 1000 семян, г		Влажность, %		
	бобов	створок	бобов	ство-рок	сырая	сухая	бобов	ство-рок	семян
	сырая		сухая						
Цветение и образование плодов (В, II)									
14	23	—	3	—	—	—	86	—	—
18	95	86	10	8	17	2	90	91	90
23	146	125	16	14	60	6	89	88	90
Рост бобов (В, III)									
23	238	187	30	24	117	13	88	87	88
33	307	220	41	30	196	25	87	86	87
38	357	246	50	36	227	35	86	87	85
Налив семян (В, IV)									
44	361	231	64	35	274	63	82	85	77
49	351	211	69	35	290	76	82	86	74
53	338	209	76	36	280	85	77	83	69
57	344	214	74	35	302	97	78	84	68
61	301	176	70	29	272	110	78	84	62
Созревание (С)									
63	287	173	73	31	278	98	73	82	65
65	200	100	79	36	240	108	60	64	55
67	143	62	73	34	208	104	49	46	50
69	154	68	75	34	192	104	51	49	46
71	127	63	82	33	158	106	36	46	33
73	103	47	77	34	137	103	25	27	24

Т а б л и ц а 6

Масса и влажность плодов и семян на главном побеге узколистного люпина (1980 г.)

День от цветения	Масса 100 плодов, г				Масса 1000 семян, г		Влажность, %		
	бобов	створок	бобов	ство-рок	сырая	сухая	бобов	ство-рок	семян
	сырая		сухая						
Цветение и образование плодов (В, II)									
17	212	191	16	14	51	—	92	92	90
21	277	236	27	21	101	12	90	91	88
24	315	252	36	26	153	20	89	89	86
Рост бобов (В, III)									
26	313	242	34	25	184	23	89	90	87
28	375	277	44	30	249	34	88	89	86
30	454	326	55	36	312	48	88	89	85
Налив семян (В, IV)									
35	442	296	65	37	361	69	85	88	81
40	443	268	79	37	409	101	82	86	75
44	385	213	90	35	477	151	77	84	68
48	397	196	100	36	483	162	75	82	67
52	351	145	101	33	453	173	71	77	62
Созревание (С)									
54	309	148	90	29	407	155	71	80	62
58	248	104	90	30	378	152	59	56	60
63	188	46	96	29	369	167	49	38	55
67	144	36	82	25	271	152	37	30	43
71	170	44	100	28	307	174	41	36	43
79	123	32	—	—	249	—	—	—	40

По узколистному люпину получены такие же закономерности, как и по белому, но продолжительность периодов его была короче (табл. 6, рис. 2). В конце периода В, III, когда бобы отличались наибольшими размерами, также у створок плодов отмечалось самое высокое накопление сухой массы, а семян — всего 30 % от максимальной сухой массы. Влажность створок в это время была равной 90 %, а семян — на 5—7 % меньше. Налив заканчивался при влажности семян 60—65 и створок 75—80 %. Продолжительность созревания и интенсивность потери влаги семенами и створками также зависели от метеорологических условий.

Что касается гороха, плоды и семена у него развивались значительно быстрее, чем у других зернобобовых культур (табл. 7, рис. 2).

Т а б л и ц а 7

Масса и влажность плодов и семян растений гороха (1980 г.)

День от цветения	Масса 100 плодов, г				Масса 1000 семян, г		Влажность, %		
	бобов	створок	бобов	створок	сырая	сухая	бобов	створок	семян
Цветение и образование плодов (В, II)									
14	140	—	32	—	—	—	77	—	—
Рост бобов (В, III)									
17	138	122	21	19	41	5	84	84	86
19	160	157	18	17	75	10	89	89	87
23	142	119	27	18	73	12	81	80	77
28	208	154	30	19	124	27	81	85	80
32	225	154	29	20	147	25	83	86	79
Налив семян (В, IV)									
35	303	183	46	20	293	64	85	89	78
39	294	170	52	20	320	82	82	88	74
42	283	151	56	16	354	108	80	89	70
44	216	103	51	13	365	125	76	88	66
46	151	65	66	20	310	152	55	66	50
48	204	69	70	14	326	164	60	75	50
Созревание (С)									
50	159	54	68	15	302	152	58	72	50
52	103	34	59	12	234	162	24	50	18

Вследствие этого, а также сильной разнокачественности плодов на растении и раннего полегания не всегда удавалось четко разграничить периоды в развитии плодов. Однако полученные данные позволяют сделать заключение о том, что у гороха изучаемые процессы протекают практически так же, как у люпина. Отметим, что влажность семян в конце налива в 1980 г. была 58, а створок — 72 %. Несмотря на влажную погоду, содержание влаги в них при созревании снижалось быстро. В засушливом 1979 г. границу окончания налива и начала созревания установить было труднее, так как влажность семян и створок в это время снижалась очень быстро — на 10—15 % за сутки.

В отличие от рассмотренных культур влажность плодов и семян у сои в первые периоды развития была ниже и составляла около 80 % в конце периода В, II и 75 % у семян и 80 % у створок в конце периода В, III (табл. 8, рис. 2). При наливе влажность семян продолжала снижаться и в конце его влажность семян составляла 50 %, а створок — несколько выше. Во время созревания семена теряли влагу в 1980 г. значительно медленнее, чем в 1979 г.

Масса и влажность плодов и семян на главном побеге сои (1980 г.)

День от цветения	Масса 100 плодов, г				Масса 1000 семян, г		Влажность, %		
	бобов	створок	бобов	створок	сырая	сухая	бобов	створок	семян
	сырая		сухая						
Цветение и образование плодов (В, II)									
18	36	—	9	—	—	—	76	—	—
23	72	53	13	10	84	15	81	80	82
Рост бобов (В, III)									
28	83	53	15	11	134	24	82	80	82
34	81	48	18	10	195	46	78	79	76
39	123	66	24	14	299	79	77	80	74
Налив семян (В, IV)									
44	118	57	21	14	300	84	76	78	72
49	114	60	31	14	340	112	72	76	67
55	108	51	40	16	321	137	63	69	57
57	105	44	42	15	303	138	59	65	54
59	92	38	43	16	295	152	53	58	48
Созревание (С)									
61	87	32	39	13	260	141	54	54	44
63	83	35	42	15	227	136	49	56	39
65	67	25	44	17	212	150	34	41	29
67	77	30	46	16	246	147	40	47	36
69	59	22	40	14	212	144	32	36	32
71	69	25	42	16	215	150	34	34	30

Заключение

Продолжительность вегетации изучаемых зернобобовых культур различна и сильно зависит от погодных условий. Во влажном и прохладном 1980 г. она составила у гороха 105, узколистного люпина 127, сои 128, желтого люпина 135 и белого 154 дня. В засушливом 1979 г. время вегетации сократилось у всех культур почти на месяц.

У зернобобовых культур четко выделялись определенные периоды развития. По длине периода посев — всходы (А) бобовые мало отличались друг от друга. В значительно большей мере данный показатель зависел от метеорологических условий. В это время зернобобовым требовалось 100—130° тепла за 9—11 дней.

Как фотосинтезирующая система посевы зернобобовых культур функционируют с момента появления всходов до начала созревания (период В).

В связи с особенностями фотосинтетической деятельности посевов и образования плодов и семян этот период разделяется еще на четыре периода: всходы — начало цветения (В, I), когда идет развитие вегетативных органов; цветение и образование плодов (В, II); роста бобов (В, III); налива семян (В, IV). Во время созревания (С) листья обычно желтеют и опадают, фотосинтез отсутствует. Установлены продолжительность периодов у различных зернобобовых культур и суммы температур, необходимые для их прохождения.

Испытуемые сорта зернобобовых культур вызревают на семена в условиях северной части Центральных черноземных областей. Горох — наиболее скороспелая культура с быстрым развитием плодов и семян. Но раннее полегание и плотное соприкосновение с поверхностью почвы приводят к загниванию бобов в случае дождливой погоды и их растрескиванию, в результате чего возникают большие потери и трудности

при уборке урожая. Недостатками узколистного люпина являются высокая влажность побегов, сильная растрескиваемость бобов при созревании. Люпин желтый склонен к израстанию, что уменьшает урожай семян и затрудняет уборку, так как в этом случае на растении наряду со зрелыми бобами есть и зеленые побеги с листьями. Скороспелый сорт сои Северная 5, вызревающий в данных условиях, формирует невысокий урожай семян с низким прикреплением бобов. Белый люпин — относительно позднеспелая культура, но сорт Старт устойчиво созревает в данной зоне даже при неблагоприятных погодных условиях и дает высокий урожай семян. Бобы при созревании не растрескиваются. В семенах белого люпина содержится в 1,5—2,0 раза больше белка, чем в семенах гороха, и, кроме того, 12—14 % жира.

У зернобобовых культур развитие плодов идет не так, как у зерновых, что, очевидно, связано с иным типом плода. Период цветения и образования плодов, а также их роста у зернобобовых культур намного продолжительнее, причем в это время в основном увеличивается масса створок плодов, которая достигает к концу периода наибольшего уровня. Масса семян в этот момент составляет около 30 % от максимума. Налив у бобовых заканчивается при высокой влажности семян и особенно створок плодов (60—70 %).

Различия в развитии плодов и семян зернобобовых культур выражаются в основном в продолжительности периодов. У видов люпина и сои время цветения и образования бобов 23—28 дней, в то время как у гороха — 9—14 дней. У культур с более тонкими створками плодов (горох, люпин узколистный, соя) период роста бобов продолжается 8—12 дней, а у люпина белого и желтого — 14—22 дня в зависимости от метеорологических условий. Налив семян наиболее продолжителен у белого люпина — 29—37 дней, у других культур он длится 10—12 дней при жаркой погоде и 19—20 дней при влажной и прохладной. Период созревания изменяется от 7 до 17—25 дней в зависимости от метеорологических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г., Козлов В. В. Особенности формирования, налива и созревания плодов и семян белого люпина. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 3, с. 42—60. — 2. Гриб С. Ф. Биология развития плода и обоснование сроков уборки гороха на семена в условиях Полесья УССР. — Автореф. канд. дис. Харьков, 1967. — 3. Дюбин В. Н. Люпин. — В кн.: Биоклиматология бобовых и злаковых трав. Гл. IV. Л.: Гидрометеиздат, 1981, с. 59—77. — 4. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. М.: Изд. с.-х. литературы, журн. и плакатов, 1963. — 5. Саввичев К. И. Вегетационный период люпина и возделывание его на семена. — Селекция и семеноводство, 1961, № 5. — 6. Соя. Пер. с англ. / Ред. В. Б. Енкена. М.: Колос, 1970. — 7. Шпорт Е. В. Продуктивность семенообразования гороха. — Науч. тр. Харьк. с.-х. ин-та, 1966, т. 51, с. 86—101. — 8. Шпорт Е. В. Изучение биологии цветения и семенообразования гороха в целях обоснования сроков и приемов уборки при различных способах посева. — Автореф. канд. дис. Харьков, 1967. — 9. Шутов Г. К. Дефолиация и десикация семенных посевов люпина. — Автореф. канд. дис. М., 1962. — 10. Яблоков Ю. Н. Динамика питательных веществ в бобах гороха и связь ее с фазами формирования бобов. — Тр. Вологодского молочного ин-та, 1971, вып. 62, с. 29—38. — 11. Garside A. L. — Austr. J. exper. agr. and anim. Husbandry. 1979, vol. 19, N 96, p. 64—71. — 12. Gorral M. — Biul. Inst. Hodowli i Aklimatyzacji roslin, 1967, N 5, с. 9—22. — 13. Michalek H. Gaat- und Pflanzenqut, 1979, Bd 20, H. 12, S. 160—162. — 14. Peggy M. W., Poole M. L. — Austr. J. Agr. Research, 1975, vol. 26, N 1, p. 89—91. — 15. Ruhman M., Gladstones I. — Austr. J. exper. agr. and anim. Husbandry. 1974, vol. 14, N 67, p. 205—219. — 16. Beeves T., Boundry K. A., Brooke H. D. — Austr. J. exper. agr. and anim. Husbandry, 1977, vol. 17, N 87, p. 637—644. — 17. Stelzner Ch. — Gaat- und Pflanzenqut, 1977, 18(3), S. 37—38.

Статья поступила 1 марта 1982 г.

SUMMARY

The development of peas, soybeans white, yellow and blue lupines was studied on experimental farm after Kalinin of the Timirjazev Academy, Michurinsky region, Tambovskaja district on leached chernozem ordinary medium in humus ($pH_{\text{salty}} 5.8-6.1$) in 1978-1980.

There were two periods of their development—sowing-seedlings and ripening—when photosynthesis was absent. There were 4 more periods between them according to the specific photosynthesis activity of crops and fruit formation: 1 — emergence — the beginning of flowering; 2 — flowering and pod formation; 3 — pod growth; 4 — seed filling. The seed filling of these crops terminate with high seed moisture (45—60 %) and especially the glumes of pods (60—70 %). The duration of periods of different crops and the sums of temperature necessary for them were established. The speed of maturity characterized by intensity of separation water from the seeds to a great extent depends on weather conditions.