

УДК 633.367.3:631.531.01:631.524.84/85

УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН И ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ У РАЗНОТИПНЫХ СОРТОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО (*LUPINUS ALBUS* L.) В РАЗНЫЕ ПО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ГОДЫ

Г.Г. ГАТАУЛИНА, М.Е. БЕЛЫШКИНА, Н.В. МЕДВЕДЕВА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В полевых опытах 2012-2015 гг. в условиях Центрально-Черноземного региона определены параметры элементов продуктивности и урожайность у разнотипных по архитектонике растений сортов люпина белого. Селекционная работа по созданию скороспелых, с ограниченным ветвлением сортов белого люпина и изучение особенностей их развития проводились на экспериментальной базе учхоза имени Калинина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в Тамбовской области. Созданные сорта (Детер 1, Гамма, Дега, Мановицкий) детерминантного типа с ограничением образования боковых побегов разного уровня. Эти сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, характеризуются высокой урожайностью семян 3-4 т/га при содержании белка 35-40%. Сорта различаются по архитектонике растений и относятся к разным группам спелости.

Представлены и обсуждаются показатели элементов продуктивности. Эти элементы формируются на разных этапах (периодах) онтогенеза и определяют уровень урожайности: число бобов и семян на растении, масса семян, число семян в среднем на один боб, масса 1000 семян. Число бобов и семян, сформировавшихся на растениях в критический период цветения, образования и роста плодов, может служить прогностическим показателем потенциальной урожайности семян.

У сорта Детер 1 без боковых побегов число бобов на главном побеге больше, чем у ветвящихся сортов, однако число семян в одном бобе на 10-12% меньше.

Максимально возможная масса 1000 семян – сортовой признак. Его реализация зависит от числа сформировавшихся плодов и семян, их расположения на растении, а также от условий налива семян. Масса 1000 семян и число семян в одном бобе на боковых побегах всегда значительно ниже, чем на главном.

Вариабельность элементов продуктивности в значительной степени зависит от складывающихся метеорологических факторов в течение вегетации. Засушливые условия угнетают рост и ветвление. Обилие осадков усиливает вегетативный рост и образование бобов на боковых побегах.

Сорта с ограниченным ветвлением устойчиво созревают и более стабильны по урожайности семян.

Ключевые слова: сорта белого люпина (*Lupinus albus* L.), период вегетации, рост и развитие, урожайность, элементы продуктивности, метеорологические факторы.

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) известен в культуре уже много тысячелетий. Об этом говорят такие признаки, как крупные белые семена, использование семян в пищу, высокое прикрепление и нерастрескиваемость бобов при созревании. Семена содержат много протеина (35-40%) и 9-12% масла. Родина этого вида люпина – Средиземноморье. В древнем Египте семена белого люпина использовались в вареном виде в пищу. В процессе варки семена освобождались от содержащихся в них алкалоидов [1, 6, 7].

Наряду с весьма ценными качествами белый люпин по своей природе – позднеспелый вид. Для него характерны продолжительное многоярусное ветвление и цветение, индетерминантный тип роста, длительный вегетационный период. В периоды налива семян и созревания нужна теплая и сухая погода. В странах с безморозной зимой белый люпин высевается под зиму, а созревает летом следующего года, когда стоит жаркая погода [9].

На территории России такие условия отсутствуют. Для Центрально-Черноземного региона, особенно его северной части, нужны сорта с ограниченным ветвлением, детерминантным типом роста, устойчиво созревающие в любые по погодным условиям годы.

На экспериментальной базе учхоза имени Калинина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Тамбовская область) был создан оригинальный исходный материал для селекции сортов белого люпина. Здесь получены наиболее скороспелые для этого вида и адаптированные к условиям данного региона скороспелые сорта белого люпина [2, 3].

Все сорта устойчиво созревают в условиях Центрального Черноземья, относятся к числу кормовых, содержат алкалоиды в семенах на уровне 0,03-0,07%, что гораздо ниже 0,3% – предельно допустимой нормы для кормовых сортов. У созданных сортов ограничено образование боковых побегов. Эти сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, характеризуются высокой урожайностью семян 3-4 т/га при содержании белка 35-40%. Сорта различаются по архитектонике растений и относятся к разным группам спелости. Чем выше способность к образованию боковых побегов высших порядков, тем продолжительнее при благоприятных условиях период побегообразования, цветения и образования плодов и выше урожайность биомассы. В зависимости от ресурсов тепла и цели возделывания возможен соответствующий выбор сорта для конкретного региона [2].

Метеорологические факторы оказывают сильное влияние на продолжительность вегетации, формирование и стабильность урожая семян зернобобовых культур, в том числе люпина [4, 5, 8]. Изучение особенностей роста, развития, изменчивости элементов продуктивности и урожайности разнотипных сортов белого люпина в разные по метеорологическим условиям годы позволяет выявить и оценить влияние стрессовых условий на разных этапах развития растений на продукционный процесс, и в конечном итоге – на урожайность и белковую продуктивность.

Цель исследований – определить особенности формирования элементов продуктивности, а также уровень урожайности и их вариабельность в зависимости от метеорологических факторов у разнотипных сортов белого люпина в условиях Центрального Черноземья.

Материал и методика

Изучение роста, развития и формирования урожая у сортов белого люпина проводилось на экспериментальной базе учхоза имени М.И. Калинина в 2012-2015 гг. – там же, где были созданы эти сорта.

В схему опыта включены сорта *Детер 1*, *Гамма*, *Дега*, и *Мановицкий*, адаптированные к условиям региона и включенные в Государственный реестр селекционных достижений. Мы называем эти сорта разнотипными в соответствии с архитектурой растений: по степени ветвления, способности формировать побеги разных порядков, продолжительности вегетации. Эти признаки растений проявляются в полной мере *только в условиях хорошей влагообеспеченности в период вегетативного роста и ветвления растений*. Умеренная температура в период вегетативного роста не является препятствием для образования боковых побегов. *I тип: сорт Детер 1* – не образует боковых побегов, плоды (бобы) формируются только на главном побеге. *II тип: для сорта Гамма* характерны укороченные побеги 1 порядка с бобами. *III тип: у сорта Дега* образуются более длинные боковые побеги 1 и 2 порядков. *IV тип: сорт Мановицкий* при хорошей влагообеспеченности последовательно формирует побеги 1-3 и более высоких порядков.

Площадь опытной делянки составляет 28 м² в 4-х повторениях. Почвы – выщелоченный чернозем средней мощности, рН_{сол.} – 5,7-5,9. Содержание в почве Р₂О₅-94-98 мг, К₂О – 210-220 мг в 1 кг почвы.

Предшественником люпина были яровые зерновые культуры. Непосредственно под люпин удобрения, в том числе и азотные, не вносили. Срок посева оптимально ранний, обычно в конце апреля. Способ посева – широкорядный с междурядьями 45 см и нормой высева 500 тыс/га всхожих семян (50 семян/м²). Обычный рядовой способ посева с большей нормой высева может обеспечить более высокую урожайность семян, однако при этом существенно повышается норма высева и снижается коэффициент размножения семян. В случае принятых в опыте способа посева и соответствующей ему оптимальной нормы высева в большей степени проявляются особенности роста и развития растений у разных сортов белого люпина.

В период вегетации определяли густоту стояния растений, проводили фенологические наблюдения. По фазам развития определяли рост растений в высоту, а также число бобов на главном и боковых побегах. Перед уборкой определяли густоту стояния растений, а также отбирали с каждой делянки опыта снопы из 25 растений для определения элементов структуры урожая. Урожайность семян определяли методом сплошного учета с приведением к 14% влажности и к 100% чистоты.

Характеристика ресурсов тепла и влаги в зоне проведения опытов в связи с возможным действием стрессовых факторов (засухи) на развитие растений. Метеорологические условия в годы проведения опытов

Для ежегодного созревания семян белого люпина в этой зоне необходимы сорта, требующие за период от посева до созревания сумму активных температур 2000-2200°С.

В северной части Тамбовской области среднесуточная температура в мае составляет 13,6, июне – 17,8, июле – 20,0, августе – 17,5°С. В сентябре температура значительно ниже: в I декаде – 14,0, во II – 11,8, в III – 9,5°С. Такая температура может замедлять развитие растений на последних этапах онтогенеза. В III декаде сентября температура становится ниже биологического минимума для налива семян и их созревания.

Область относится к зоне недостаточного увлажнения. В начале вегетации почвы содержат в метровом слое 175-200 мм продуктивной влаги, что близко к наи-

меньшей полевой влагоемкости. В течение лета запасы влаги постепенно убывают, достигая минимума в июне, и составляют 50-90 мм.

Оценка агроклиматических ресурсов Тамбовской области свидетельствует о возможности выращивания здесь скороспелых сортов люпина белого. Однако недостаточная влагообеспеченность в отдельные годы может лимитировать получение высокого урожая семян.

Наши сорта адаптированы к условиям Центрально-Черноземного региона. Производители заинтересованы в получении высокого и стабильного урожая культуры. Данное исследование направлено на выявление особенностей формирования урожайности сортов белого люпина и их реакции на стрессовые для растений условия, связанные с засухой в отдельные годы или в отдельные периоды формирования урожая.

Результаты и обсуждение

Особенности роста и развития, продолжительность вегетации

Формирование урожая – динамический процесс. В предшествующих работах агроценоз (посев) белого люпина рассматривался нами как сложная, динамическая, фотосинтезирующая система, меняющая свои параметры во времени [4, 5]. Были выделены биологически обоснованные периоды в развитии растений и формировании урожая. О значении этих периодов в формировании урожая белого люпина необходимо напомнить в связи с интерпретацией результатов данного исследования.

В развитии посева как агроценоза выделяются 2 периода: начальный – от посева до всходов; конечный – после опадения листьев (созревание), когда фотосинтез отсутствует.

Время вегетации, когда осуществляется фотосинтез (от всходов до начала созревания), включает в себя следующие периоды развития посева и формирования урожая: *I* – от всходов до начала цветения (до раскрытия первого цветка на растении); *II* – цветение и образование плодов (от раскрытия первого цветка до полного окончания цветения); *III* – рост плодов (в конце периода плоды на боковых побегах или верхних ярусах растения достигают максимальных размеров, створки плодов максимальной массы, отмечается фаза выполненных или блестящих бобов); *IV* – налив семян (ассимиляты и питательные вещества из створок плодов и других органов оттекают в семена; в конце периода сухая масса семян максимальная, влажность семян высокая).

Отмечено, что период *II* – цветения и образования плодов – критический в формировании урожая. Именно в это время определяется максимальное за вегетацию число плодов на растении и на единице площади. В дальнейшем число плодов в случае действия неблагоприятных факторов может уменьшиться. В период роста плодов определяется возможное число семян на растениях, а в период налива – масса 1000 семян. Масса 1000 семян снижается, если условия этого периода неблагоприятны, например, при засухе [2, 4].

Метеорологические условия в годы проведения опытов отличались от среднелетних. В 2012 г. количество и распределение осадков были близки к норме. Повышенный температурный режим вегетационного периода ускорил развитие растений.

В 2013 г. в период вегетативного роста, а также во время цветения отмечалась сухая и жаркая погода. Засушливые условия вызвали угнетение ростовых процессов, отрицательно сказались на завязываемости плодов. Из-за обилия осадков во второй половине вегетации вегетативный рост продолжился, а вегетационный период удлинился.

В 2014 г. дефицит влаги и повышенный температурный режим отмечались до цветения, растения всех сортов были низкорослыми. Осадки во время цветения и ливневые дожди в июле усилили ветвление и ростовые процессы. В августе стояла сухая и жаркая погода без осадков. Масса 1000 семян была меньше, чем в другие годы, из-за засухи в период налива семян, созревание ускорилось.

2015 г. отличался обилием влаги. В июле осадков выпало в 3 раза больше нормы. В этом году метеорологические условия были благоприятными для проявления максимальной способности сорта к образованию боковых побегов и образованию на них плодов.

Метеорологические условия оказывали большое влияние на рост растений и продолжительность вегетации. Обычно максимальная за вегетацию высота растений белого люпина отмечается в конце периода цветения и образования плодов, когда формирование боковых побегов разных порядков и цветение на верхних из них закончились (табл. 1).

Таблица 1

**Рост растений сортов белого люпина в высоту
в разные по метеорологическим условиям годы, см**

Сорт	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	1*	2	1	2	1	2	1	2
Детер 1	80	85	40	40/62	43	77	60	68
Гамма	65	79	37	49/62	41	86	69	78
Дега	58	69	39	49/63	42	81	60	85
Мановицкий	63	92	42	42/52	41	91	62	80

*1 – рост в начале цветения; 2 – максимальная высота растений в конце периода цветения и образования плодов; в 2013 г. (в знаменателе) максимальный рост отмечен в фазе выполненных бобов.

Рост растений в высоту в 2012 и 2015 гг. к началу цветения (раскрытие нижних цветков на главном побеге) при достаточном количестве влаги составлял 60–69 см в зависимости от сорта. В дальнейшем, благодаря хорошей влагообеспеченности, у растений активно отрастали боковые побеги в соответствии с сортовой архитектурой. В 2013 и 2014 гг. в период от всходов до цветения отмечалась сухая и жаркая погода. При недостатке влаги в период вегетативного роста у всех сортов формируются низкорослые растения, различия между сортами по росту растений в высоту и продолжительности вегетации минимальны. К началу цветения рост растений у всех сортов составил всего 40–42 см. В 2013 г. дефицит влаги был и во время цветения, растения всех сортов были низкорослыми, плодов на растениях сформировалось мало.

Метеорологические условия в годы исследований оказывали влияние на продолжительность вегетации (табл. 2).

**Продолжительность вегетации (посев-созревание) разнотипных сортов
белого люпина, дни**

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	В среднем
Детер 1	110	107	106	110	108
Гамма	116	113	112	121	115
Дега	116	114	112	124	117
Мановицкий	120	124	117	138	125

В 2015 г. при избытке осадков различия между сортами по продолжительности вегетации проявились достаточно четко. В 2012 г. в первую половину вегетации осадков выпало больше нормы, усилились ростовые процессы, в том числе рост растений в высоту. Повышенная температура и недостаток влаги во время налива семян и созревания ускорили развитие растений в 2014 г. Сорт без боковых побегов Детер 1 в среднем созревал на 10 дней раньше сорта Дега и на 17 дней раньше сорта Мановицкий.

Формирование элементов продуктивности и урожайность семян

Число бобов на растении, максимум которого отмечается в конце периода цветения и завязывания плодов, в значительной мере определяет будущий уровень урожайности. В последующий период определяется число семян в каждом плоде, т.е. число семян на растении [4, 5].

В годы исследований эти показатели при определении элементов структуры урожая в фазе созревания представлены в таблицах 3, 4.

При засухе в критический период цветения и формирования плодов и семян (2013 г.) число бобов на растении снизилось в среднем на 30% по сравнению с более благоприятными условиями 2012 и 2014 гг., при этом число семян уменьшилось на 70-90%. Метеорологические условия во время налива сформировавшихся семян, напротив, в 2013 г. были более благоприятными, чем в 2014 г., поэтому масса 1000 семян в 2013 г. была на 17-20% больше, чем в 2014 г.

Уникальные метеоусловия сложились в 2015 г. Осадков, особенно в критический период цветения и образования плодов, выпало почти в 3 раза больше нормы. Растения сортов, способных ветвиться, сформировали особенно много бобов и семян на боковых побегах. При равной густоте стояния растений перед уборкой (42-45 растений на 1 м²) бобов и семян на растении в 2015 г. было в 2 раза больше, чем в 2014 г., что и определило формирование очень высокого урожая семян. Высокая температура и сухая погода в периоды налива и созревания сократили продолжительность этих периодов. Все сорта созрели, масса 1000 семян была ниже уровня, характерного для каждого сорта (табл. 5). Следует отметить, что масса 1000 семян с боковых побегов всегда меньше, чем с главного, в среднем на 10-12%.

Таблица 3

Число бобов на растениях сортов люпина белого, шт.

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	В среднем
<i>Всего в среднем на 1 растение, шт.</i>					
Детер 1	10,0	6,6	8,9	12,0	9,3
Гамма	9,3	6,6	10,6	19,6	11,5
Дега	10,1	6,7	9,8	16,6	10,8
Мановицкий	9,4	7,2	9,9	14,0	10,1
НСР	0,46	0,38	0,43	0,85	-
<i>Бобов на главном побеге, шт.</i>					
Детер 1	10,0	6,6	8,9	12,0	9,3
Гамма	7,1	5,7	6,3	8,3	6,9
Дега	6,8	5,7	6,5	8,4	6,9
Мановицкий	6,5	5,8	5,4	6,6	6,1
НСР	0,38	0,29	0,35	0,70	-
<i>Бобов на главном побеге, %</i>					
Детер 1	100	100	100	100	-
Гамма	76,3	86,4	59,4	42,3	-
Дега	67,3	85,0	66,3	50,6	-
Мановицкий	69,1	80,6	54,5	47,1	-

Таблица 4

Число семян на растениях сортов люпина белого, шт.

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	В среднем
<i>Всего в среднем на 1 растении, шт.</i>					
Детер 1	35	19	23	44	32
Гамма	35	20	34	66	39
Дега	38	20	34	66	40
Мановицкий	38	22	35	47	36
НСР	0,26	0,21	0,28	1,35	-
<i>Семян на главном побеге, шт.</i>					
Детер 1	35	19	23	44	32
Гамма	29	19	22	32	26
Дега	27	18	24	33	26
Мановицкий	28	20	21	25	24

Масса 1000 семян, г

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	В среднем
<i>В среднем на растении</i>					
Детер 1	342	332	287	273	309
Гамма	334	327	273	297	307
Дега	320	319	257	290	296
Мановицкий	350	316	271	295	308
<i>На главном побеге</i>					
Детер 1	342	332	287	273	308
Гамма	343	335	288	320	322
Дега	326	326	257	300	302
Мановицкий	355	322	287	308	318

Масса 1000 семян – сортовой признак, обычно варьирующий незначительно [2, 4]. Однако исследование показало, что метеоусловия в период налива семян могут сильно влиять как на скорость налива, так и на продолжительность этого периода. При интродукции сортов белого люпина в новые районы среднесуточная температура во время налива и созревания может оказаться ниже биологического минимума – 14°C. В этом случае семена формируются мелкими, с низким содержанием протеина, не созревая из-за недостатка тепла.

Отметим, что число бобов и семян на главном побеге в разные годы и в зависимости от образца варьирует в значительно меньшей степени, чем на боковых. Поэтому удельный вес главного побега в урожае семян имеет большое значение с позиции анализа таких характеристик сорта, как скороспелость, дружность созревания, выравненность семян и стабильность урожайности по годам. У более позднеспелых сортов доля бобов и семян, сформировавшихся на боковых побегах, выше.

Обычно бобы с боковых побегов содержат меньше семян по сравнению с бобами с главного побега, и семена в них мельче. Так, в 2014 г. у сорта Гамма на главном побеге сформировалось 59% бобов от общего их числа на растении, семян – 65%, а масса семян с главного побега составляла уже 67%; у сорта Дега – соответственно 66, 70 и 74%.

Число семян в расчете на 1 боб варьирует в зависимости от сорта, условий вегетации, а также от расположения бобов на растении. Бобы с боковых побегов всегда содержат меньше семян, чем бобы с главных побегов (табл. 6).

В годы исследований семян в расчете на 1 боб на главном побеге было на 10-11% больше, чем в среднем на растении. У сорта Детер 1 без боковых побегов число бобов на главном побеге больше, чем у ветвящихся сортов, однако число семян в одном бобе на 10-12% меньше.

Число семян на 1 боб

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	В среднем
<i>В среднем на растениях</i>					
Детер 1	3,50	2,92	3,44	3,67	3,38
Гамма	3,76	3,06	3,36	3,36	3,38
Дега	3,76	3,01	3,23	3,80	3,45
Мановицкий	4,04	3,08	3,43	3,36	3,47
<i>На главном побеге</i>					
Детер 1	3,50	2,92	3,44	3,67	3,38
Гамма	4,08	3,30	3,71	3,86	3,68
Дега	3,97	3,15	3,92	3,93	3,74
Мановицкий	4,66	3,48	3,83	3,79	3,94

Сорт Детер 1 занимает особое место в сравнительном списке сортов, урожай семян этого сорта формируется только за счет семян главного побега. В этой особенности сорта заключены его основные достоинства, а также определенные ограничения. К достоинствам относятся скороспелость, дружное созревание, бобов образуется больше, чем на главном побеге ветвящихся сортов. Сорт имеет белую окраску цветков, широкие листовые пластинки (листочки). Растения хорошо отличаются от других сортов по морфологическим, апробационным признакам. Средняя урожайность при широкорядном посеве с нормой высева 500 тыс. на га всхожих семян у сорта ниже, чем у ветвящихся сортов. При большем загущении растений урожайность повышается [3].

К нежелательным признакам сорта относится возможное усиление роста главного побега (85 см в 2012 г.), ограничение уровня урожайности из-за отсутствия боковых побегов (меньше площадь листьев, отсутствует компенсаторная возможность повышать урожайность за счет бобов и семян с боковых побегов). Это свойство четко проявилось в 2015 г., когда урожайность сортов Гамма и Дега составила 55,4 и 58,9 ц/га, причем 50% составили семена с боковых побегов (табл. 6).

Урожайность сорта Детер 1 в 2015 г. была достаточно высокой для этого сорта – 40 ц/га, однако у сортов Гамма и Дега она была выше соответственно на 38 и 47% (табл. 7).

В 2015 г. урожайность семян всех сортов и образцов белого люпина была намного выше, чем в другие годы исследований. Был сформирован практически рекордный для белого люпина урожай. Это свидетельствует о потенциальной возможности данной высокобелковой культуры. Сбор белка с урожаем семян в среднем по всем испытываемым сортам и образцам составил 17 ц/га, а у лучших образцов – 19-21 ц/га.

Как было показано выше, формирование конечного урожая у сортов белого люпина в сильной степени зависит от метеорологических условий, в которых происходит поэтапное формирование элементов продуктивности.

Урожайность семян сортов, ц/га

Сорт	Годы				
	2012	2013	2014	2015	Средн.
Урожайность семян, ц/га					
Детер 1	37,5	20,5	21,2	40,0	29,8
Гамма	37,8	21,1	30,9	55,4	36,3
Дега	37,8	20,7	33,5	58,9	37,7
Мановицкий	42,5	23,5	37,1	38,4	35,4
НСР 05	4,12	2,05	3,35	4,25	-
Семян с главного побега, %					
Детер 1	100	100	100	100	-
Гамма	80,0	96,1	87,2	50,5	-
Дега	73,3	92,6	74,2	53,8	-
Мановицкий	74,8	86,5	61,1	56,2	-

Заключение

Созданные сорта в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева сорта белого люпина детерминантного типа с ограничением образования боковых побегов разного уровня адаптированы к условиям Центрально-Черноземного региона и включены в Государственный реестр селекционных достижений.

Сорта Детер 1, Гамма, Дега и Мановицкий представляют разные сортоотипы, различающиеся по архитектонике растений и относящиеся к разным группам спелости. *I тип: сорт Детер 1*, не образующий боковых побегов, плоды (бобы) формируются только на главном побеге. *II тип: для сорта Гамма* характерны укороченные побеги 1 порядка с бобами. *III тип: у сорта Дега* образуются более длинные боковые побеги 1 и 2 порядков. *IV тип: сорт Мановицкий* при хорошей влагообеспеченности последовательно формирует побеги 1-3 и более высоких порядков. Способность формировать побеги разных порядков проявляется в полной мере *только в условиях хорошей влагообеспеченности*. Сорта характеризуются высокой урожайностью семян: 3-4 т/га при содержании белка 35-40%.

Элементы продуктивности: число бобов и семян на растении, масса семян, число семян в среднем на один боб, масса 1000 семян – формируются на разных этапах (периодах) онтогенеза и определяют уровень урожайности.

Вариабельность элементов продуктивности в значительной степени зависит от складывающихся метеорологических факторов в течение вегетации. Засушливые условия угнетают рост и ветвление. Обилие осадков усиливает вегетативный рост и образование бобов на боковых побегах.

Число бобов и семян, сформировавшихся на растениях в критический период цветения, образования и роста плодов, может служить прогностическим показателем потенциальной урожайности семян.

У сорта Детер 1 без боковых побегов число бобов на главном побеге больше, чем у ветвящихся сортов, однако число семян в одном бобе на 9-12% меньше.

Максимально возможная масса 1000 семян – сортовой признак. Его реализация зависит от числа сформировавшихся плодов и семян, их расположения на растении, а также от условий налива семян. Масса 1000 семян и число семян в одном бобе на боковых побегах всегда значительно ниже (на 10-12%), чем на главном.

Сорта с ограниченным ветвлением устойчиво созревают и более стабильны по урожайности семян.

Библиографический список

1. Анохина В.С., Дебелый Г.А., Конорев П.М. Люпин: селекция, генетика, эволюция. Минск: БГУ, 2012. 271 с.
2. Гатаулина Г.Г., Бельшикина М.Е., Медведева Н.В. Вариабельность урожайности и стрессовые факторы у зернобобовых культур // Известия ТСХА. 2016. Вып. 4. С. 96-112.
3. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Особенности роста и развития растений, технологии возделывания нового сорта белого люпина Детер 1 // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 26-28.
4. Гатаулина Г.Г., Никитина С.С. Зернобобовые культуры: системный подход к анализу роста, развития и формирования урожая: Монография. Сер.: Научная мысль. М.: Инфра-М, 2016. 242 с.
5. Гатаулина Г.Г., Соколова С.С., Бельшикина М.Е. Системный подход к анализу динамических характеристик продукционного процесса у зерновых бобовых культур // Известия ТСХА. 2014. Вып. 2. С. 69-95.
6. Майсурия Н.А., Атабекова Л.И. Люпин. М.: Колос, 1974. 463 с.
7. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. Брянск: Придесенье, 1996. 372 с.
8. Annicchiarico P., Boschin G., Manunza P., Arnoldi A. Quality of *Lupinus albus* L. (white lupin) seed: extent of genotypic and environmental effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62. 2014. P. 6539-6545.
9. Michael C. Profitable and sustainable lupin production: A WA grower's perspective / Proceedings of the 12-th Intern. Lupin Conf. 2008. Edit. Jairo A Palta and Jens D. Berger. Wembley, Western Australia. P. 2-6.

CROP YIELD AND PRODUCTIVITY ELEMENTS OF MULTI-TYPE SORTS OF WHITE LUPIN (*LUPINUS ALBUS* L.) DEPENDING ON METEOROLOGICAL CONDITIONS OF DIFFERENT YEARS

G.G. GATAULINA, M.E. BELYSHKINA, N.V. MEDVEDEVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev)

The field experiments of 2012-2015 were conducted under conditions of the Central Chernozem zone (Tambov region). They allowed estimating yield components and yielding capacity of white lupine sorts that differed in plant architecture. Breeding program and feature study of their development have been conducted on experimental base of work-study unit named after Kalinin

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in Tambov region. The main objective was to obtain early maturing sorts with reduced branching.

The obtained sorts (*Deter 1*, *Gamma*, *Dega*, *Manovitskiy*) are determinate ones with limited growth of lateral branches. These sorts have different plant architecture and are registered in Russia. The sorts differ in ripening rate. They are characterized by high seed yields – 3-4 t/ha with protein content of 35-40%.

The values of yield components are presented and discussed in the article. Such components are formed at various ontogenesis stages (periods) and determine the further yield level, they are: the number of pods and seeds per plant, seed weight, the average number of seeds in a pod, weight of 1000 seeds. The number of pods and seeds appeared on a plant during the crucial period of flowering and pod formation can serve as a predictive index of potential seed yield.

Sort *Deter 1* without lateral branches has more pods on the main stem compared to the branching sorts; however, the number of seeds in a pod is 10-12% less.

The maximum weight of 1000 seeds is a variable feature. It depends on the number of formed pods and seeds, their arrangement on a plant as well as on the weather conditions of seed filling period. The weight of 1000 seeds and the number of seeds in one pod on lateral branches are always lower than on the main stem.

Variability of yield components significantly depends on meteorological conditions during the growing period. Dry weather conditions deteriorate the growth and branching. Large amount of precipitation favors the vegetative growth and pods formation on lateral branches.

Sorts with limited branching are characterized by stable ripening and more stable yield capacity.

Key words: white lupin (*Lupinus albus* L.) sorts, vegetation period, growth and development, yield capacity, elements of productivity, meteorological factors.

References

1. Anokhina V.S., Debeliy G.A., Konorev P.M. Lupin: selektsiya, genetika, evolutsiya [Lupine: selection, genetics, evolution]. Minsk: BSU, 2012. 271 p.
2. Gataulina G.G., Belyshkina M.E., Medvedeva N.V. Variabel'nost urozhaynosti i stressovye factory u zernobovovykh kultur [Crop yield variability and stress factors among pulse crops] // Izvestiya RSAU-MAA. 2016. Issue 4. Pp. 96-112.
3. Gataulina G.G., Medvedeva N.V., Tsygutkin A.S. Osobennosti rosta i razvitiya rasteniy, tekhnologii vozdeleyvaniya novogo sorta belogo lupina Deter 1 [Growth and development peculiarities of plants, cultivation technologies of new sort of white lupine Deter 1] // AIC Science and Technics Achievements. 2011. Issue 9. Pp. 26-28.
4. Gataulina G.G., Nikitina S.S. Zernobobovye kultury: sistemniy podhod k analizu rosta, razvitiya i formirovaniya urozhaya: Monografiya [Pulse crops: system approach to the analysis of harvest growth, development and forming: Monograph]. Ser.: Scientific Idea. M.: Infra-M, 2016. 242 p.
5. Gataulina G.G., Sokolova S.S., Belyshkina M.E. Sistemniy podhod k analizu dinamicheskikh kharakteristik produktsionnogo protsessa u zernovykh bobovykh kultur [System approach to dynamic features analysis of productional process among pulse crops] // Izvestiya RSAU-MAA. 2014. Issue 2. Pp. 69-95.
6. Maisuryan N.A., Atabekova L.I. Lupin [Lupine]. M.: Kolos, 1974. 463 p.
7. Takunov I.P. Lupin v zemledelii Rossii [Lupine in Russian agriculture]. Bryansk: Pride-senye, 1996. 372 p.
8. Annicchiarico P., Boschin G., Manunza P., Arnoldi A. Quality of *Lupinus albus* L. (white lupin) seed: extent of genotypic and environmental effects. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62. 2014. Pp. 6539-6545.
9. Michael C. Profitable and sustainable lupin production: A WA grower's perspective / Proceedings in the 12-th Intern. Lupin Conf. 2008. Edit. Jairo A Palta and Jens D. Berger. Wembley, Western Australia. Pp. 2-6.

Гатаулина Галина Глебовна – д.с.-х.н., проф. кафедры растениеводства и луговых экосистем, гл. науч. сотр. лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-18-18; e-mail: gataulina35@mail.ru).

Бельшкينا Марина Евгеньевна – к.с.-х.н., доц. кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-18-18; e-mail: bely-mari@yandex.ru).

Медведева Наталья Викторовна – к.с.-х.н., вед. науч. сотр. лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-18-18).

Gataulina Galina Glebovna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Crop Production and Grassland Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-18-18; e-mail: gataulina35@mail.ru).

Belyshkina Marina Evgenievna – Ph.D. in Agriculture, Associate Professor of the Department of Crop Production and Grassland Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-18-18; e-mail: bely-mari@yandex.ru).

Medvedeva Natal'ya Viktorovna – Ph.D. in Agriculture, leading researcher of the Laboratory of White Lupine, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-18-18).