

УДК 633.367.3:631.559

## РОСТ, РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТОВ БЕЛОГО ЛЮПИНА (*LUPINUS ALBUS* L.) СЕЛЕКЦИИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Г.Г. ГАТАУЛИНА, Н.В. МЕДВЕДЕВА, А.Л. ШТЕЛЕ, А.С. ЦЫГУТКИН

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Сорта белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Старт, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1, Мановицкий) адаптированы к условиям Центрально-Черноземного региона, относящегося к зоне недостаточного увлажнения, выращиваются без внесения азотных удобрений. Изучение роста, развития и формирования урожая у сортов белого люпина проводилось на экспериментальной базе в учхозе имени М.П. Калинина в 2008-2012 гг. (Тамбовская область), там же, где были созданы эти сорта. Площадь опытной делянки 25 м<sup>2</sup>, в четырех повторениях. Почвы — выщелоченный чернозем средней мощности, РН<sub>сол</sub> —5,9.*

*Сорта различаются по степени ветвления, продолжительности вегетации, содержанию белка, элементам структуры урожая и потенциальным возможностям их реализации. В благоприятном по влагообеспеченности 2008 г. урожайность семян составила 4,0-4,5 т/га, белковая продуктивность 14-16 ц/га. В этом году продолжительность вегетации большинства сортов (Старт, Гамма, Дельта, Дега) была 114-115 дней. Сорт Мановицкий созрел на 5-6 дней позже, Детер 1 на 10 дней раньше. В засушливые годы все сорта развивались по типу скороспелых, вегетационный период сокращался.*

*Метеорологические условия оказывают большое влияние на формирование плодов и урожайность семян. Коэффициент вариации урожайности в разные годы составлял 23-24%, превышая сортовую вариабельность. Выявлена роль засушливых условий на отдельных этапах вегетации на формирование элементов продуктивности. В среднем за 5 лет, из которых три (2009, 2011, 2012) характеризовались недостатком влаги в отдельные периоды вегетации, а один год (2010) был острозасушливым, урожайность семян большинства сортов белого люпина была в пределах 3,0-3,2 т/га, сбор протеина с урожаем семян составил 11-13 ц/га.*

*В результате изучения роста, развития и продукционного процесса у люпина белого выделены четыре биологически обоснованных периода. Среднесуточные приросты биомассы, накопление азота в растениях, коэффициент использования ФАР в течение второго периода цветения и образования плодов в 3—4 раза больше, чем до цветения. Засуха в этот период оказывает сильное отрицательное воздействие на формирование площади листьев, фотосинтетический потенциал и элементы продуктивности растений.*

*По кормовым качествам цельное зерно белого люпина и особенно зерно без оболочки не уступают кормовым продуктам из сои.*

*Ключевые слова: сорта белого люпина (*Lupinus albus* L.), период вегетации, урожайность, содержание протеина, рост и развитие, формирование урожая.*

Потребность страны в растительном белке, ее продовольственная безопасность, условия рыночной экономики определяют необходимость расширения производства высокобелковых и урожайных культур, к которым относится люпин белый.

Белый люпин (*Lupinus albus* L.) известен в культуре с древнейших времен. Он содержит в своих семенах 35-40% высококачественного белка, 9-12% жира. Белый люпин эффективно фиксирует азот воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Корни люпина усваивают фосфор и другие элементы, фиксированные в почве [10]. Благодаря азотфиксации получение высокого урожая семян и белка возможно без внесения азотных удобрений [6, 8, 11]. По содержанию белка и аминокислотному составу эта культура очень близка к сое, но значительно превосходит ее по урожайности семян. В отличие от сои, семена белого люпина практически не содержат ингибиторов трипсина и их можно использовать в корм животным без тепловой обработки, в том числе и в рационах птицы [9].

Родина белого люпина — Средиземноморье. Наряду с весьма ценными качествами этот вид характеризуется продолжительным многорусным ветвлением и цветением, индетерминантным типом роста, длительным вегетационным периодом, требует теплой и сухой погоды во время налива семян и созревания. В странах с безморозной зимой белый люпин высевается под зиму, а созревает летом следующего года, когда стоит жаркая погода [10, 17, 20].

На территории России такие условия отсутствуют. Для устойчивого созревания в условиях северной части Центрально-Черноземного региона нужны сорта, которым для полного цикла развития необходима сумма активных температур не более 2100 °С и созревающие не позднее второй — третьей декады сентября в любые по метеорологическим условиям годы. Такие сорта и формы в начале нашей работы с белым люпином отсутствовали в мировой практике и в коллекции ВИР имени Н.И. Вавилова.

В результате изучения действия химических и физических мутагенов на белый люпин были получены мутанты с ограниченным (детерминантным) типом роста [3]. На их основе на экспериментальной базе учхоза имени М.И. Калинина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Тамбовская обл.) был создан оригинальный исходный материал для селекции скороспелых сортов белого люпина. Здесь выведены скороспелые сорта белого люпина: Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1 [16, 17]. Соавторами ряда сортов белого люпина (Гамма, Дельта, Дега) является ВНИИ люпина.

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. Сорт Старт — первый из скороспелых сортов люпина белого. С появлением этого сорта стало возможным возделывать эту высокобелковую культуру в Центрально-черноземном регионе. Следующие за Стартом сорта характеризуются более высокой урожайностью, разной степенью детерминантности и различными хозяйственно ценными признаками, что позволяет эффективно их использовать в конкретных условиях производства [8].

Климатические условия, а также изменчивость метеорологических факторов в процессе вегетации оказывают сильное влияние на продолжительность вегетации, формирование и стабильность урожая семян зернобобовых культур, в том числе люпина [6-8, 10, 11]. При расширении ареала возделывания белого люпина, продвижении его в новые районы возникает вопрос о требовании его сортов к теплу

и влаги на отдельных этапах развития растений и соответствии этих требований климатическим ресурсам региона. Изучение особенностей роста, развития различных биотипов и 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 продукционного процесса у белого люпина по отдельным периодам развития, а также уровень урожайности, белковой продуктивности и их вариабельность в зависимости от метеорологических факторов у разных сортов белого люпина в условиях Центрального Черноземья. Кроме того, важно было оценить качество кормов из зерна белого люпина в сравнении с соей.

### Материал и методика

Изучение роста, развития и формирования урожая у сортов белого люпина проводилось на экспериментальной базе учхоза имени М.И. Калинина в 2008-2012 гг., там же, где были созданы эти сорта. В схему опыта включены сорта Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега и Детер 1, адаптированные к условиям региона и включенные в Государственный реестр селекционных достижений. Площадь опытной делянки 25 м<sup>2</sup>, в четырех повторениях. Почвы — выщелоченный чернозем средней мощности, рН<sub>сол</sub> 5,7-5,9. Содержание в почве P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 94-98 мг, K<sub>2</sub>O — 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. всхожих семян/га (50 семян/м<sup>2</sup>). 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 разных сортов и форм белого люпина.

В период вегетации определяли густоту стояния растений, проводили фенологические наблюдения. Высоту растений, накопление сырой массы растений и отдельных органов, содержание сухого вещества определяли по микрофазам, являющимся границами биологически обоснованных выделенных периодов формирования урожая [7]. Площадь листьев определяли весовым методом путем взвешивания листьев и определения площади 1 г листьев на фотопланиметре, фотосинтетический потенциал (ФП) рассчитывали графическим методом, чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) находили путем деления прироста сухой биомассы за период на ФП этого периода.

Урожайность семян определяли методом сплошного учета с приведением к 14%-й влажности и 100%-й чистоте. Перед уборкой определяли густоту стояния растений, а также отбирали с каждой делянки опыта снопы из 25 растений для определения элементов структуры урожая. Обработка многолетних данных опыта проведена на основе трансформации повторения во времени в дополнительный фактор схемы опыта [12, 13]. Коэффициент вариации и другие статистические показатели определяли на программе Excel.

Расчет энергетической ценности зерна белого люпина проводили на основе данных по химическому составу и переваримости питательных веществ. При этом обменная энергия определяется как сумма энергии (калорийности) корма и/или входящих в комбикорм компонентов.

### Результаты и их обсуждение

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

Тепловые ресурсы необходимо учитывать при интродукции белого люпина в новые районы. В Тамбовской области, где осуществлялась селекционная работа и проводились исследования, сумма температур выше 10 °С — 2300-2400 °С, причем обеспеченность 2300 °С — 70% лет, 2200 °С — 80%, 2100 °С — 90%, 2000 °С — 95% лет. 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 данной зоне среднесуточная температура в мае — 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 температура становится ниже биологического минимума для налива семян и их созревания. Следовательно, вегетационный период сортов от посева до созревания при посеве в конце апреля не должен превышать 130-135 дней. Даже наиболее позднеспелые из сортов белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева вполне подходят для выращивания и устойчивого созревания в данном регионе.

Область относится к зоне недостаточного увлажнения. Средняя величина гидротермического коэффициента составляет 0,95-1,10. Влагообеспеченность в течение вегетационного периода может характеризоваться количеством выпавших осадков и их распределением. Условный показатель увлажнения — гидротермический коэффициент — ГТК (осадки x 10/сумма температур). Условия считаются избыточно влажными при ГТК 2,0 и более, засушливыми — при ГТК 1,0 и ниже, сухими — при 0,5 и ниже. В агроклиматическом районе, где проводились опыты, сумма осадков в среднем за период активной вегетации (май — сентябрь) составляет 230-250 мм, причем изменчивость ГТК по годам большая — от 0,5 в сухие годы до 2,0 во влажные.

В начале вегетации почвы содержат в метровом слое 175-200 мм продуктивной влаги, что близко к наименьшей полевой влагоемкости. В течение лета запасы влаги постепенно убывают, доходя до минимума под культурами в июне — 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.

Метеорологические условия в годы испытания были различными. 2007 г. был засушливым. В 2008 г. растения испытывали недостаток влаги перед цветением, в дальнейшем распределение осадков было близким к среднемуголетним и благоприятным для хорошего завязывания бобов. В 2009 г. после посева стояла сухая погода, что задержало появление всходов, в июне и июле осадки выпадали регулярно, что определило хорошую завязываемость плодов, а повышенная температура ускорила развитие растений. В 2010 г. до начала цветения метеорологические условия были благоприятны для вегетативного роста растений. В дальнейшем жесткая засуха и жара в сильной степени повлияли на формирование урожая семян и на месяц ускорили развитие растений. В 2011 г. до налива семян метеорологические условия были близки к среднемуголетним. Растения завязали среднее число плодов и семян на растении. Жаркая и сухая погода отмечалась во время налива семян. В 2012 г. в период посев-всходы стояла теплая погода. Влаго было достаточно. В июне среднесуточная температура превышала среднемуголетнюю, а осадков выпало меньше нормы. В июле осадки были близки к норме. В июле и начале августа стояла жаркая погода. Повышенный температурный режим вегетационного периода ускорил развитие растений.

*Особенности роста, развития и продукционного процесса  
сортов белого люпина*

Все сорта белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева устойчиво созревают в условиях Центрально-Черноземного региона. Сорта различаются по архитектонике растений — степени ветвления, способности формировать побеги разного порядка, продолжительности вегетации. Эти признаки растений проявляются в полной мере только в условиях хорошей влагообеспеченности, особенно в период вегетативного роста и ветвления растений. Поэтому в таблице 1 данные о росте

Т а б л и ц а 1

**Особенности роста и развития разнотипных сортов белого люпина**  
(среднее за 5 лет, урожайность — в пределах min-max)

Показатель	Тип архитектоники растений, сорт			
	1	2	3	4
	Детер 1	Старт, Гамма	Дельта, Дега	Мановицкий, Деснянский
Боковые побеги, порядок	0	1-2	2-3	2-4
Период вегетации (посев-созревание), дни	106	115	120	130
Высота растений, см	55	60	65	73
Высота прикрепления первого плода, см	42	43	45	50
Сырая масса, т/га	40-50	52-65	53-70	55-75
Сухая масса, т/га	5,3-7,9	6,5-8,8	6,8-10,8	7,8-11,2
Урожайность семян, т/га	3,0-3,7	3,3-4,0	3,5-4,2	3,7-4,5

и развитии разных по архитектонике сортов белого люпина представлены за годы с количеством осадков, близких к норме. По отмеченным признакам сорта разделены на четыре типа (табл. 1).

Чем более скороспелый сорт, тем меньше урожайность биомассы. Однако по урожайности семян сорта не различаются в такой степени. В то же время сорта, относящиеся к разным типам, существенно различаются по продолжительности вегетации и другим хозяйственно значимым признакам — содержанию протеина, устойчивости к фузариозу, засухе, полегаетости [6]. В зависимости от ресурсов тепла и цели возделывания возможен соответствующий выбор сорта для конкретного региона.

Различные метеорологические условия в годы проведения опытов оказывали большое влияние на рост растений и продолжительность вегетации, что отражено в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

**Влияние метеорологических условий вегетации на рост растений сортов белого люпина в высоту и продолжительность вегетации**

Сорт	Высота растений, см			Всходы — созревание, день		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Детер 1	35	59	93	90	105	97
Старт	36	69	93	94	114	102
Гамма	37	70	93	94	114	102
Дельта	35	71	93	94	115	105
Дега	37	70	92	94	114	102
Мановицкий	35	74	105	98	124	110

**Примечание.** 2007 г. — засуха и повышенная температура в период вегетативного роста; 2008 г. — близок к норме по осадкам и температуре; 2009 г. — влажный в период вегетативного роста; повышенная температура и недостаток влаги во время налива семян и созревания.

При недостатке влаги в период вегетативного роста (2007 г.) у всех сортов формируются низкорослые растения, различия между сортами по росту растений в высоту и продолжительности вегетации минимальны. В 2008 г., когда метеорологические условия были достаточно благоприятными для роста, развития растений и формирования урожая, вегетационный период и рост растений в высоту отражают различия между сортами и их состояние при погодных условиях, близких к норме. В 2009 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.

**Посев (агроценоз) — фотосинтезирующая система.** Формирование урожая — динамический процесс. В исследованиях посев белого люпина рассматривается нами как сложная, динамическая, фотосинтезирующая система. В качестве подсистем были выделены биологически обоснованные периоды, определены их границы. Конечные результаты развития посева в предшествующий период (выход-

ные показатели) одновременно являются начальными для последующего периода (входные показатели). Такое структурное построение системы дало возможность установить динамические функциональные связи, а затем выразить их численно посредством корреляционного анализа и системы уравнений регрессии, впервые установить закономерности и связи в формировании урожая этой культуры [7].

В развитии посева как агроценоза выделяются два периода — начальный (от посева до всходов) и конечный (созревание), когда фотосинтез отсутствует. Длительность периода посев — всходы обычно 8-12 дней. Выходной показатель этого периода — густота всходов. Во время созревания (10-12 дней) уменьшается влажность семян, в конце периода возможна однофазная уборка. Время вегетации, когда осуществляется фотосинтез (от всходов до начала созревания), включает следующие периоды развития посева и формирования урожая.

1. *Всходы — начало цветения* (30-35 дн.), когда происходит рост корней, побегов, листьев, начинается бутонизация на главном побеге.

2. *Цветение и образование плодов* (14-25 дн.) — в конце периода заканчивается рост растений в высоту, отмечаются максимальные за вегетацию площадь листьев, число плодов на растении и на единице площади.

3. *Рост плодов* (12-20 дн.) — в конце периода максимальные: размер плодов и масса их створок, величина зеленой массы.

4. *Налив семян* (12-25 дн.) — в конце периода (фаза желтых бобов) максимальные: урожай сухой биомассы, сухая масса семян, сбор протеина.

В таблице 3 представлена в виде показателей по периодам развития динамическая модель развития посева среднеспелого биотипа белого люпина на примере наиболее распространенного в данное время в производстве сорта Дега.

Т а б л и ц а 3

**Показатели развития растений в посевах сорта Дега по периодам (среднее за 7 лет)**

Показатель	Период				
	1	II	III	IV	I — IV
Продолжительность периода, дни	33	<b>21</b>	<b>17</b>	22	93
Индекс листовой поверхности в конце периода	2,1	<b>3,9</b>	<b>2,3</b>	0	0
Индекс листовой поверхности в среднем за период	1,1	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	1,1	2,0
Фотосинтетический потенциал, тыс. м <sup>2</sup> дней/га	350	<b>800</b>	<b>725</b>	320	2195
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> сут.	5,14	<b>4,32</b>	<b>3,91</b>	3,28	4,16
Прирост сухой биомассы за период, т/га	1,80	<b>3,45</b>	<b>2,83</b>	1,05	9,13
Прирост сухой биомассы в сутки, кг/га	55	<b>164</b>	<b>166</b>	48	98
Коэффициент использования ФАР, %	1,06	<b>2,93</b>	<b>2,80</b>	1,04	1,87

**2-й период — цветения и образования плодов — критический в формировании урожая.** Одновременно с интенсивным нарастанием вегетативной массы происходит цветение и образование плодов. К концу 2-го периода заканчивается формирование плодов на растении. Их число в расчете на единицу площади определя-

ет потенциальный урожай. Интенсивность нарастания биомассы в течение второго периода в 3-4 раза больше, чем до цветения.

Конкуренция между вегетативными и генеративными органами в период цветения и образования плодов во многом определяет направленность процесса фотосинтеза и урожайность растений. Доля пластических веществ, поступающих в плоды, зависит от сорта и метеорологических факторов. Условия, благоприятные для ростовых процессов, усиливают ветвление и образование плодов на боковых побегах и верхних ярусах, но развитие плодов и поступление в них пластических веществ в этом случае замедляются [7].

Посев люпина как фотосинтезирующая система наиболее эффективно функционирует в течение II и III периодов. За это время, составляющее 40% от общего за вегетацию, синтезировалось 73% сухой наземной биомассы. Коэффициент использования ФАР во II и III периоды в 2,8-2,9 раза больше, чем во время цветения и в период налива семян. Аналогичные особенности формирования урожая по периодам развития отмечены также и для других зернобобовых культур [4, 18].

Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах на разных этапах его развития связаны с формированием элементов структуры урожая и урожайностью семян. В качестве примера приведем уравнение регрессии, показывающее зависимость урожайности семян белого люпина ( $Y$ ) от фотосинтетического потенциала (ФП) периодов вегетации ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ):

$$Y = 0,0314x_1 + 0,045x_2 - 0,06x_3 + 0,11x_4;$$
$$D = 0,892, d_1 = 0,126, d_2 = 0,703, d_3 = -0,120, d_4 = 0,122;$$
$$R = 0,899, r_1 = 0,200, r_2 = 0,741, r_3 = -0,217, r_4 = 0,176;$$
$$F = 5,2, t_1 = 1,4, t_2 = 7,6, t_3 = -1,5, t_4 = 1,2.$$

На основании критерия Фишера ( $F$ ) можно судить о достоверности уравнения. В уравнении выявляется особая роль ФП во II периоде, на 70% определяющего дисперсию урожайности семян ( $d_2 = 0,703$ ), в то время как в других периодах коэффициенты регрессии при этих аргументах недостаточно достоверны, о чем свидетельствует величина критерия Стьюдента ( $t$ ).

При рассмотрении связей элементов структуры урожая (число плодов, семян и массы 1000 семян) с элементами фотосинтеза посева в различные периоды его развития установлено, что основное влияние на число плодов и семян оказывают изменения площади листьев, фотосинтетического потенциала (ФП) второго периода, когда происходит цветение и образование плодов. Важным показателем развития посева является максимальная площадь листьев — выходной показатель второго периода.

Подобные принципы анализа динамических характеристик продукционного процесса разработаны и используются многими исследователями формирования урожая применительно к сое, что отражено в обзорной статье James E. Board and Charanjit S. Kahlon [20].

#### *Урожайность зеленой и сухой массы*

Максимальная за вегетацию сырая биомасса растений белого люпина формируется в конце периода III — роста бобов, что совпадает с фазой выполненных (блестящих) бобов. В этот момент вегетации створки бобов достигают максимальной за вегетацию сырой и сухой массы и составляют в среднем 60% всей сырой биомассы растений.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о способности сортов белого люпина формировать высокую урожайность сырой биомассы, содержащей в эту фазу в среднем 3% протеина (в сухом веществе 16-18%).



Таблица 4

## Урожайность зеленой массы, т/га

Сорт	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее	V%
Старт	48,7	65,0	34,0	48,4	58,0	50,8	20,6
Гамма	47,5	63,2	36,4	50,0	55,0	50,4	17,5
Дельта	49,0	73,6	30,8	38,8	57,0	49,8	29,8
Дега	50,4	75,1	30,4	52,4	65,5	54,8	27,7
Детер 1	45,6	48,4	33,2	50,2	62,0	47,9	25,2
Мановицкий	50,4	75,1	34,8	50,3	60,7	54,3	24,5
Средняя	48,6	66,7	33,3	48,4	61,4	51,3	22,6
V%	7,60	14,2	6,4	9,2	9,4	НСР <sub>05</sub> =3,4	—

В среднем за 5 лет урожайность зеленой массы составила 50-54 т/га, причем среднепогодная урожайность варьирует по сортам в меньшей степени, чем в отдельные годы. В экстремально засушливом 2010 г. урожайность биомассы снизилась в 2 раза по сравнению с влажным 2009 г. Коэффициент вариации, отражающий влияние метеорологических условий года, в 2-2,5 раза выше, чем вариация по сортам.

Урожайность сухой массы у сортов в разные годы варьировала от 6 до 13 т/га в зависимости от сорта и метеорологических условий (табл. 5). Судя по величине коэффициента вариации, отражающего влияние метеорологических условий года, наиболее стабильным по урожайности сырой и сухой биомассы был сорт Гамма, больше других сортов варьировал сорт Дега.

Таблица 5

## Урожайность сухой массы, т/га

Сорт, линия	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее	V%
Старт	10,8	8,92	6,05	8,4	11,4	9,11	20,8
Гамма	9,5	8,6	6,48	8,75	11,29	8,92	17,4
Дельта	9,8	10	6,91	6,79	11,7	9,04	21,1
Дега	10,8	8,49	5,41	9,17	13,44	9,46	28,0
Детер 1	10,5	6,58	5,9	8,79	11,47	8,65	24,9
Мановицкий	10,1	9,21	6,19	8,8	12,46	9,35	21,7
Средняя	10,25	8,64	6,16	8,45	11,96	9,09	21,3
V%	7,61	12,10	7,58	9,17	6,40	НСР <sub>05</sub> =0,5	—

**Накопление азота, фосфора и калия в наземной биомассе.** Уровень накопления азота растениями — один из основных показателей функционирования посева, определяющий его состояние, количество и качество урожая. Было установлено, что до цветения накопление азота составляет всего 15-18% к максимальному. Во II и III периоды (цветение, образование и рост плодов), продолжительность которых такая же, как периода I, посев накапливает 65-70% азота к общему количеству, а интенсивность этого процесса в 3-3,5 раза выше (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

**Накопление азота, фосфора и калия в растениях белого люпина среднеспелого биотипа по периодам вегетации, кг/га (среднее за 10 лет)**

Элемент	I (всходы-цветение), 37 дней	II (цветение и образование плодов), 26 дней	III (рост плодов), 18 дней	IV (налив семян), 24 дня	I - IV (всходы-начало созревания), 105 дней
<i>За период</i>					
N	38 ± 1,8	84 ± 4,6	61 ± 4,8	39 ± 5,8	225 ± 11,3
p <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9 ± 0,40	13 ± 0,71	15 ± 0,97	7 ± 0,68	44 ± 2,10
K <sub>2</sub> O	22 ± 1,10	35 ± 1,84	23 ± 1,80	8 ± 1,20	88 ± 4,04
<i>В среднем за сутки</i>					
N	1,03	3,23	3,39	1,62	2,14
p <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,23	0,50	0,83	0,30	0,42
K <sub>2</sub> O	0,60	1,34	1,27	0,33	0,83

Отметим, что люпин выращивался без внесения азотных удобрений. В среднем за годы исследований поступление азота в растения белого люпина составило 225 кг/га, из них 80% в конце вегетации было сосредоточено в семенах.

Интенсивность поступления пластических веществ в плоды и семена неодинакова в разные периоды их развития. Самый сильный приток пластических веществ в плоды отмечается в период роста бобов — в 2-3 раза больше, чем в предшествующий период, и в 1,5-2 раза больше, чем в последующий. Во время налива семян интенсивность накопления веществ в плодах в целом снижается, но в семенах достигает максимума и бывает в 1,5-2 раза больше, чем в предшествующий период.

Созревание семян — завершающий период их развития. В этот период семена и створки плодов теряют влагу. Скорость созревания, характеризующаяся интенсивностью снижения влажности семян и створок плодов, зависит от погодных условий. При пониженной температуре и осадках созревание замедляется.

**Продолжительность вегетации** — один из важнейших признаков, по которому проводится селекция белого люпина (табл. 7). Созревание и уборка должны завершаться к середине сентября, так как пониженные температуры последующего периода неблагоприятны для созревания.

В 2008 г., наиболее благоприятном по погодным условиям для развития растений и формирования урожая, продолжительность вегетации большинства сортов

**Продолжительность вегетации от всходов до созревания сортов белого люпина  
в 2008-2012 гг., дни**

Сорт	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее по годам	V%
Старт	114	103	77	99	102	99	13.7
Гамма	114	102	77	98	102	99	13.7
Дельта	115	105	78	98	103	100	13.7
Дега	114	102	77	98	102	99	13.7
Детер 1	105	97	73	93	96	93	12.8
Мановицкий	120	108	81	105	106	104	13,6
Среднее по сортам	115	104	79	100	102	НСР <sub>05</sub> = 4	—
V%	4,2	3,4	4,0	3,6	2,91	—	—

(Старт, Гамма, Дельта, Дега) составила 114-115 дней. Сорт Мановицкий созрел на 5-6 дней позже. Наиболее скороспелый сорт без боковых побегов Детер 1 созрел на 10 дней раньше.

В 2009, 2011 и 2012 гг. отмечались засушливые условия и повышенная температура в отдельные периоды второй половины вегетации, после завершения цветения. Сорта Старт, Гамма, Дельта и Дега в эти годы созревали одновременно. Вегетационный период этих сортов был на 12-15 дней короче, чем в 2008 г.

Метеорологические условия 2010 г. резко отличались от среднеголетних. В мае выпало достаточное количество осадков. Влажность почвы и температура воздуха в этом месяце были благоприятными для растений, рост растений в высоту составил 60-65 см, на растениях сформировались бобы. В дальнейшем в июне, июле и августе осадки не выпадали, а температура в дневные часы поднималась до 40-45 °С. Жесточайшая засуха и аномальная жара привели к быстрому завершению вегетации. Вегетационный период был на 32-39 дней короче по сравнению с 2008 г.

В годы исследований сорт Детер 1 был наиболее скороспелым. В 2008 г он созрел раньше перечисленных четырех сортов на 9 дней, а в среднем за 5 лет — на 6 дней. Наиболее поздний сорт Мановицкий, напротив, созрел позже указанных сортов в среднем на 5 дней.

Таким образом, из пяти лет испытания три года оказались засушливыми с повышенной температурой в отдельные периоды вегетации, что характерно для Центрального Черноземья, а 2010 г. был острозасушливым. В этом случае существенно сокращался вегетационный период. Ростовые процессы были угнетены, и все сорта развивались по типу скороспелых. В связи с этим вариабельность между сортами по продолжительности вегетации была небольшой, о чем свидетельствует низкая величина коэффициента вариации (V%) — 3,6-4,2%. Коэффициент вариации этого показателя в зависимости от условий года составил около 14%.

*Урожайность семян, элементы структуры урожая  
и белковая продуктивность*

Засушливые условия в отдельные периоды вегетации часто наблюдаются в Центрально-Черноземном регионе. Поэтому важно с позиций производства белого люпина как высокобелковой культуры выявить, как эти условия влияют на формирование урожайности семян и белковую продуктивность растений.

Урожайность семян зависела как от сорта, так и от метеорологических условий в течение вегетации (табл. 8), и варьировала она от 2,0 т/га в 2010 г. до 4,25-4,5 т/га в 2008 и 2012 гг. В среднем за 5 лет урожайность была на уровне 3,34 т/га.

Т а б л и ц а 8

**Урожайность семян белого люпина в 2008-2012 гг., т/га**

Сорт, линия	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее	V%
Старт	4,12	3,03	2,00	3,58	4,06	3,36	23,4
Гамма	4,20	3,43	2,08	3,16	3,78	3,33	21,5
Дельта	4,50	4,18	2,16	3,07	3,53	3,49	23,8
Дега	4,25	3,78	1,56	3,53	3,78	3,38	27,8
Детер 1	4,05	3,19	1,84	3,39	3,75	3,24	23,5
Мановицкий	3,97	3,12	1,96	2,80	4,25	3,22	23,7
Среднее	4,18	3,46	1,93	3,26	3,86	3,34	23,1
НСР <sub>05</sub>	0,40	0,37	0,18	0,31	0,41	0,33	–
V%	7,61	11,79	10,04	8,41	6,04	–	–

Различия сортов по урожайности были наименьшими в засушливые годы, когда растения всех сортов слабо ветвились, были низкорослыми и практически не различались по высоте и архитектонике растений. Так, в 2010 г. растения всех сортов развивались ускоренно и существенных различий по урожайности между ними не отмечено, кроме сорта Дега, у которого урожайность была существенно ниже.

В отдельные годы при испытании в других регионах проявлялись преимущества сортов Дельта и Дега благодаря их большей устойчивости к фузариозу в полевых условиях, а также к полеганию при переувлажнении [6]. Новый сорт Детер 1 — наиболее скороспелый из сортов белого люпина. При относительно низкой густоте стояния (40 растений/м<sup>2</sup>) он уступал другим сортам по урожайности семян. Его рекомендуется выращивать при повышенной норме высева [5].

Действие условий вегетации на вариабельность урожайности было значительно больше межсортных различий. Коэффициент вариации составил 23-24%. Наименьшим (21,5%) он был у сорта Гамма.

Наши данные согласуются с выводами других ученых о большом вкладе новых, адаптированных к конкретным условиям сортов люпина и других зернобобовых культур в получении высоких и устойчивых урожаев с повышенной белковой продуктивностью [19].

Вариабельность элементов структуры урожая в зависимости от сорта и условий года в конечном итоге связана с потенциальными возможностями и степенью адаптивности образца. Одним из важнейших элементов структуры урожая является густота стояния растений перед уборкой. В опытах она обычно, как и планировалось, составляла 40-42 растения/м<sup>2</sup>.

Число сформировавшихся плодов и семян в расчете на единицу площади в конечном итоге определяет уровень урожайности (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

**Влияние засушливых условий в период цветения и формирования плодов на элементы структуры урожая и урожайность семян, сорт Дега**

Урожайность семян и элементы структуры урожая	Среднее за 7 лет	Благоприятные условия (3 года)	Засушливые (2 года)	Коэффициент вариации, V%
Число плодов на 1 м <sup>2</sup>	310	410	210	27
Число семян на 1 м <sup>2</sup>	1120	1540	740	27
Масса 1000 семян, г	330	334	322	10
Урожайность семян, т/га	3,18	3,77	2,18	25
Сбор протеина, кг/га	1110	1300	770	24

При засухе в критический период цветения и формирования плодов и семян их число снизилось в 2 раза по сравнению с благоприятными условиями. Масса 1000 семян снизилась всего на 4%, так как во время налива семян влаги было достаточно. Оценить влияние погодных условий в течение 7 лет на урожайность и сбор протеина можно по величине коэффициента вариации, который составил соответственно 24 и 25% из-за сильной вариабельности числа завязавшихся плодов и семян (V% 27), в то время как изменение массы 1000 семян было небольшим.

Рассматривая элементы структуры урожая 2011 и 2012 гг. в сравнительном плане, можно сделать вывод, что по числу бобов и семян, сформировавшихся на растении, различия были небольшими. Однако в 2012 г. метеорологические условия во время налива семян были более благоприятными (в 2011 г. — засуха и повышенная температура). В результате урожайность в 2012 г. была выше, благодаря более высокой массе 1000 семян (табл. 10, 11).

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

В благоприятные по увлажнению годы у позднеспелых сортов (Мановицкий) обычно 35-40% урожая формируется на боковых побегах. У более скороспелых сортов (Дега, Гамма и др.) с побегами первого порядка 75-80% массы семян формируется на главном побеге и 20-25% — на побегах первого порядка. Наиболее скороспелый сорт Детер 1 не образует боковых побегов, бобы формируются только на главном побеге. В засушливые годы доля боковых побегов в урожае семян у всех ветвящихся сортов резко снижается.

Таблица 10

## Элементы структуры урожая, 2011 г.

Сорт	Число бобов, шт./раст.		Число семян, шт./раст.		Масса семян, г/раст.		Масса 1000 семян, г
	всего	главный побег	всего	главный побег	всего	главный побег	
Старт	10,6	8,2	38	30	12,8	10,9	331
Гамма	10,8	7,5	38	31	11,3	9,5	295
Дельта	8,9	6,9	27	23	9,6	8,6	358
Дега	10,9	7,4	40	32	12,6	10,3	318
Детер 1	9,6	9,6	32	32	10,6	10,6	326
Мановицкий	9,3	7,3	33	29	11,2	10,0	337
Среднее по сортам	10,0	7,8	35	30	11,4	10,0	<b>326</b>
НСР <sub>05</sub>	0,70	0,63	3,1	2,1	0,89	0,75	15

Таблица 11

## Элементы структуры урожая, 2012 г.

Сорт	Число бобов, шт./раст.		Число семян, шт./раст.		Масса семян, г/раст.		Масса 1000 семян, г
	всего	главный побег	всего	главный побег	всего	главный побег	
Старт	9,7	7,7	36	30	12,9	10,9	355
Гамма	9,3	7,6	35	29	12,0	9,6	334
Дельта	8,0	7,2	31	29	11,2	10,4	358
Дега	10,1	6,8	38	27	12,0	8,8	320
Детер 1	10,0	10,0	35	35	11,9	11,9	342
Мановицкий	9,4	6,5	38	28	13,5	10,1	350
Среднее по сортам	9,4	7,6	36	30	12,3	10,3	<b>343</b>
НСР <sub>05</sub>	0,65	0,60	3,0	2,0	0,86	0,68	11

Обычно бобы с боковых побегов содержат меньше семян по сравнению с бобами с главного побега, и семена в них мельче. Так, например, в 2011 г. у сорта Гамма на главном побеге сформировалось 69% бобов от общего их числа на растении, семян — 81%, а масса семян с главного побега составляла уже 84%.

**Содержание протеина** в семенах белого люпина различалось в зависимости от сорта. На этот показатель оказывали влияние также условия вегетации. В среднем за 4 года наиболее высокое содержание протеина было у сортов Дельта и Детер 1 — 38,1 и 38,7% соответственно. У других сортов содержание протеина в семенах составляло 36,3-37,0%.

В благоприятные по погодным условиям годы сорта белого люпина способны обеспечивать высокий сбор протеина с урожаем семян. Так, в 2008 г. он составил 14,2-16,6 ц/га в зависимости от сорта. В экстремально засушливом 2010 г. сбор протеина был в 2 раза меньше (табл. 12).

Таблица 12

**Сбор протеина с урожаем семян белого люпина в 2008-2012 гг., кг/га**

Сорт	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее за годы	V%
Старт	1520	1103	736	1343	1502	1240	23,6
Гамма	1530	1262	770	1185	1400	1230	21,0
Дельта	1665	1584	842	1182	1341	1320	22,3
Дега	1530	1338	569	1313	1400	1230	27,6
Детер 1	1520	1231	727	1322	1425	1245	22,2
Мановицкий	1420	1145	717	1036	1570	1180	25,4
Среднее по сортам	1530	1280	725	1235	1440	1240	23,3
V%	4,7	12,3	11,3	8,8	5,2		—

В среднем за 5 лет лучшие результаты по сбору протеина с гектара показал сорт Дельта — 13,2 ц/га благодаря более высокому содержанию протеина в семенах. Наиболее скороспелый сорт Детер 1 с высоким содержанием протеина не уступал другим сортам по сбору белка с гектара.

**Кормовая ценность белого люпина.** Исследования зернобобовых культур показали, что белый люпин имеет ряд преимуществ перед другими видами, в т.ч. соей: высокий потенциал урожайности, относительная засухоустойчивость, высокое прикреплению и неастрескиваемость бобов при созревании. Основное достоинство белого люпина — высокое содержание сырого протеина (35-42%), сбалансированного по аминокислотному составу.

В лаборатории белого люпина проведены исследования питательности, энергетической ценности зерна люпина при использовании его в кормлении высокопродуктивной птицы [1, 15].

Белый люпин является хорошим источником жира с высоким уровнем ненасыщенных жирных кислот, углеводов, минеральных веществ и витаминов. При сравнении питательности узколистного люпина с белым люпином показано преимущество последнего практически по всем показателям питательности [1].

По морфологическому составу люпин подразделяют на ядро и внешнюю оболочку, которую отделяют от наиболее ценной части зерна — ядра. Зерно с полностью или частично удаленными оболочками при обмолоте или других механических

воздействиях относится к обрушенному зерну (ГОСТ 27186-86). Это позволяет существенно снизить содержание клетчатки, облегчить доступ ферментов к питательным веществам корма. Обрушивание, отделение внешней оболочки, шелухи, пленок от зерна — один из способов подготовки кормов к скармливанию [14].

Наряду с цельным зерном были определены питательность и энергетическая ценность обрушенного зерна белого люпина (ядро) (табл. 13). После отделения оболочки получают высокобелковый корм, содержащий 46,2% протеина. Полученное очищенное ядро — это уникальный белковый продукт с содержанием клетчатки 2,4%.

Т а б л и ц а 13

**Химический состав зерна сортов белого люпина Гамма, Дега и Детер 1, сои и продуктов ее переработки (среднее за 3 года)**

Показатель	Белый люпин			Соя		Соевые		
	зерно цельное	зерно обрушенное	оболочка	полножирная	тестируванная	шрот	оболочка	
Обменная энергия:	ккал/100 г	251	284	107	365	330	245	131
	МДж	10,5	11,9	4,4	15,3	13,8	10,3	5,4
Сырой протеин, %	39,9	46,2	9,2	38,5	34,0	42,0	10,0	
Сырой жир, %	7,2	8,5	1,4	19,4	18,5	1,2	2,2	
Сырая клетчатка, %	11,5	2,4	49,3	5,5	7,0	7,7	40,0	
<i>Химические элементы, %</i>								
Кальций(Са)	0,31	0,19	0,72	0,20	0,22	0,36	0,50	
Фосфор (Р)	0,45	0,50	0,10	0,65	0,65	0,65	0,15	

Из таблицы 13 видно, что цельное зерно белого люпина имеет лучшие питательные свойства, чем соевый шрот. В белом люпине до 19% занимает низкопитательная оболочка. В ней содержится большая часть клетчатки. Люпиновая оболочка после растирания (измельчения) может использоваться в виде корма для животных и пищевых волокон в рационе питания человека.

### Выводы

1. Сорты белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Старт, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1, Мановицкий) адаптированы к условиям Центрально-черноземного региона, выращиваются без внесения азотных удобрений, устойчивы к засухе. Сорты различаются по степени ветвления, продолжительности вегетации, содержанию белка, элементам структуры урожая и потенциальным возможностям их реализации. В благоприятном по влагообеспеченности 2008 г. урожайность семян составила 4,0-4,5 т/га, белковая продуктивность 14-16 ц/га. В этом году продолжительность вегетации большинства сортов (Старт, Гамма, Дельта, Дега) —



114-115 дней. Сорт Мановицкий созрел на 5-6 дней позже, Детер 1 на 10 дней раньше. В засушливые годы все сорта развивались по типу скороспелых, вегетационный период сокращался на срок от 15 до 40 дней (2010 г.), причем в большей степени у более поздних сортов

2. Метеорологические условия оказывают большое влияние на формирование плодов и урожайность семян. Коэффициент вариации урожайности в разные годы составлял 23-24%, превышая сортовую вариабельность. Выявлена роль засушливых условий на отдельных этапах вегетации на формирование элементов продуктивности. В среднем за 5 лет, из которых три (2009, 2011, 2012) характеризовались недостатком влаги в отдельные периоды вегетации, а один год (2010) был острозасушливым, урожайность семян большинства сортов белого люпина была в пределах 3,0-3,2 т/га, сбор протеина с урожаем семян составил 11-13 ц/га. В острозасушливом 2010 г. урожайность семян была не менее 2,0 т/га, сбор протеина с гектара — 740-760 кг/га.

3. В результате изучения роста, развития и продукционного процесса у люпина белого выделены четыре биологически обоснованных периода. Для каждого периода определены параметры фотосинтетической деятельности и формирования урожая.

2-й период — цветения и образования плодов — критический в формировании урожая. В это время определяется число плодов в расчете на единицу площади. Среднесуточные приросты биомассы, накопление азота в растениях, коэффициент использования ФАР в течение второго периода в 3-4 раза больше, чем до цветения. Засуха в этот период оказывает сильное отрицательное воздействие на формирование площади листьев, фотосинтетический потенциал и элементы продуктивности растений.

4. По кормовым качествам цельное зерно белого люпина, и особенно зерно без оболочки, не уступает кормовым продуктам из сои. К достоинствам корма из зерна люпина относится отсутствие в нем ингибиторов трипсина, что позволяет скармливать его без тепловой обработки, в отличие от сои.

### Библиографический список

1. Афанасьев Г.Д., Штеле А.Л., Терехов В.А., Писарев Е.В. Использование зерна белого люпина при выращивании перепелов на мясо // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 43-45.

2. Белоухов С.Л., Цыгуткин А.С., Штеле А.Л. Применение термоанализа для изучения зерна белого люпина // Достижения науки и техники АПК. 2013. №4. С. 56-58.

3. Гатаулина Г.Г. Влияние радиации и химических мутагенов на белый люпин // Известия ТСХА. 1994. № 4. С. 3-17.

4. Гатаулина Г.Г., Бельшикина М.Е. Урожайность и элементы структуры урожая ультраскороспелого сорта сои Касатка при разных способах посева и густоте стояния растений // Известия ТСХА. 2010. Вып. 6. С. 51-54.

5. 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.

6. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Сорта белого люпина селекции ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: методические рекомендации. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. 24 с.

7. Гатаулина Г.Г., Соколова С. С. Формирование урожая и динамические характеристики продукционного процесса у зернобобовых культур. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 272 с.

8. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С., Навальнев В.В. Технология возделывания белого люпина. Белгород: Белгородский НИИСХ, 2009. 27 с.

9. Егоров П.А., Андрианова Е.Н., Цыгуткин А.С., Штеле А.Л. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 9. С. 36-38.

10. Майсуриян Н.А., Атабекова Л.П. Люпин. М.: Колос, 1974. 463 с.

11. Тактов П.П. Люпин в земледелии России. Брянск: Придесенье, 1996. 372 с.

12. Цыгуткин А. С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. М.: Россельхозакадемия, 2002. 27 с.

13. Цыгуткин А. С. О возможности трансформации повторения во времени в дополнительный фактор схемы опыта // Агрехимия. 2002. № 2. С. 77-85.

14. Штеле А.Л. Белый люпин — новый белковый корм для высокопродуктивной птицы // Птицеводство. 2013. № 10. С. 27-33.

15. Штеле А.Л., Терехов В.А., Кузнецов А. С. Белый люпин с ферментными препаратами в комбикормах для бройлеров // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 48-50.

16. Gataulina G., lukashevich M., Mech'edeva N., Artiuhov A., Tsigutkin A. 2008. Breeding of *Lupinus albus* cultivars in Russia: results, perspectives, problems. Proceed, of 12 Intern. Lupin Conf. W. Australia. Fremantle, 2. P. 83-285.

17. Gataulina G.G., Mech'edeva N. V. Breeding program results and development pattern of different types of *lupinus albus* cultivars // Izvestia of Timiryazev Academy. Special Issue. December. Moscow, 2010. P. 100-104.

18. Gataulina G.G., Sokolova S.S. Photosynthetic activity and productivity of different type cultivars of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) and soybean (*Glycine max* L.) in the conditions of the Central area of Non-chemozem zone of Russia // Jm. Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy (Izvestia TSKliA), special issue. 2013. Publishing house of RSAU-MTAA. Moscow. P. 86-93.

19. Gladstones J.S., Atkins C.A. and Hamblin J. (eds.) (1998) *Lupins As Crop Plants: Biology, Production and Utilization*. CAB International Wallingford, UK. 465 p.

20. James E. Board and Charanjit S. Kahlon (2011). *Soybean Yield Fonnation: What Controls It and How It Can Be Improved*, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof. Hany El-Shemy.

21. Michael C. Profitable and sustainable lupin production: A WA grower's perspective / Proceedings of the 12-th Intern. Lupin Conf. 2008. Edit. Jairo APalta and Jens D. Berger. Wembley, Western Australia. P. 2-6.

## GROWTH, DEVELOPMENT, YIELD FORMATION AND FEED QUALITY OF LUPINUS ALBUS CULTIVARS SELECTED IN MOSCOW AGRICULTURAL ACADEMY NAMED AFTER K. A. TIMIRYAZEV

G.G. GATAULINA, N.V. MEDVEDEVA, A.L. SHTELE, A.S. TSYGUTKIN

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

*White lupin (*lupinus albus* L.) cultivation in Russia is important due to its high potential seed and protein yield. Besides it does not require mineral nitrogen application. We succeeded to obtain early maturing cultivars with different plant architecture registered in Russia: Start, Gamma, Delta, Deter 1 and Manovitskiv.*

*Comparative study of cultivars has been conducted at Experimental Fields of Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in Tambov region, located at the Central-Chernozem zone of Russia in 2008-2012. Some parameters have been determined also in previous years. Plot size was 25 nr. Field experiment was carried out in 4 replications. The sowing was*

performed in the end of April. Plant density before harvesting was 40-45 plants/m<sup>2</sup>. The soil was represented by leached chernozem type (pH 5, 9). The climate of the region is moderate. The sum of temperature during vegetation period (>5 °C) is 2000-2200 °C. Precipitation during vegetative period (April — September) is 250-280 mm. Periods with low water supply occur often.

Genotypes differed in growth, period of vegetation, wet and dry matter accumulation and seed yield. At favorable weather conditions (2008) vegetation period of cvs. Start, Gamma, Delta, Dega was 114-115 days. Deter 1 without lateral branches matured 10 days earlier, Manovitskiv — 6 days later. This year seed yield was 4,0-4,5 t ha<sup>-1</sup>, protein yield was 1,4-1,6 t ha<sup>-1</sup>.

The weather conditions strongly affect growth and development of *Lupinus albus* cultivars. The coefficient of variation of productivity in different years is 23—24%, exceeding cvs' variability. Even on strong drought conditions (2010) the seed yield was not less than 2 t ha<sup>-1</sup> and more than 4 t ha<sup>-1</sup> when the weather is about normal in this region.

It is shown that period of flowering and pod formation (20-25 days) are critical for yield formation. By the end of the period plant height, leaf area index and number of pods per plant and per unit of land area are at their respective maximum. The drought during this period reduces these parameters and seed yield twice or more.

Forage quality of white lupin grain and especially uncoated grain is not inferior feed products made from soybean.

*Key words:* cultivars of white lupin (*Lupinus albus* L.), vegetation period, photosynthetic parameters, leaf area index, seed and protein yield, forage qualities.

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, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-18-27; e-mail: gataulin35@mail.ru).

Медведева Наталья Викторовна — к. с.-х. н., вед. науч. сотр. лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-23-31).

Штеле Альберт Львович — к. с.-х. н., проф., вед. науч. сотр. лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-23-31).

Цыгуткин Александр Семенович — к. б. н., доц., зав. лабораторией белого люпина РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел./факс: (499) 977-23-31; e-mail: : ASZ.RU@mail.ru).