

УДК 633.31/.37

DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-16-28

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ  
У СОРТОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО (*LUPINUS ALBUS L.*)**

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

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Созданные в РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева сорта люпина белого (*Lupinus albus L.*) содержат в зерне 35–40% белка и адаптированы к засушливым условиям Центрально–Черноземного региона. Эти сорта (Детер 1, Гамма, Старт, Дега, Дельта, Мановицкий) детерминантного типа с ограничением образования боковых побегов разного уровня.*

*В полевых опытах 2010–2015 гг. (учхоз имени Калинина, Тамбовская область) определены продолжительность вегетации, урожайность сухой биомассы и семян и их изменчивость в зависимости от сорта и погодных условий. Засушливые условия угнетают рост и ветвление. В этом случае продолжительность вегетации сокращается, поздние сорта развиваются по типу скороспелых. В годы с обилием осадков усиливается вегетативный рост и образование бобов на боковых побегах, особенно у более поздних сортов.*

*Представлены и обсуждаются также элементы фотосинтетической деятельности растений в отдельные периоды формирования урожайности и их изменчивость. Величина фотосинтетического потенциала и скорость роста биомассы ценоза (среднесуточные приросты биомассы, кг/га) в критический период цветения, образования и роста плодов могут служить прогностическими показателями урожайности семян.*

*Вариабельность урожайности и ее стабильность в значительной степени зависят от влияния метеорологических факторов в течение вегетации.*

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

**Введение**

Белый люпин (*Lupinus albus L.*) содержит в своих семенах 35–40% протеина и 9–12% жира. Благодаря азотфиксации получение высокого урожая семян и белка возможно без внесения азотных удобрений. В настоящее время зерно белого люпина находит применение в комбикормовой промышленности как высокобелковый компонент кормов. Развивается рынок семян и товарного зерна этой культуры. В отличие от сои, семена белого люпина практически не содержат ингибиторов трипсина и их можно использовать в корм животным без тепловой

обработки, а также в пищу и в фармацевтике [8]. Отмечено, что качество семян белого люпина зависит от генотипа и влияния окружающей среды [6].

По своей природе и происхождению белый люпин – позднеспелый вид, его распространение в Центрально–Черноземном регионе России стало возможным благодаря селекционной работе. Были получены сорта с ограниченным (детерминантным) типом роста [2]. Здесь были выведены скороспелые сорта белого люпина: Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1.

Сорта белого люпина характеризуются высоким потенциалом урожайности. Однако у всех зернобобовых культур, включая сою и другие виды люпина, отмечается нестабильность урожайности [1, 9, 12]. Например, немецкие исследователи на XIV Международной конференции по люпину (Италия, 2015) доложили о результатах испытания 50 сортов и селекционных линий узколистного люпина в 3-х зональных условиях в течение 3-х лет. Влияние места выращивания было сильнее по сравнению с влиянием года и генотипа [10].

Нестабильность урожайности связана также с условиями азотфиксации. Как показали исследования в ряде европейских стран, биологическая фиксация азота в сильной степени различалась в зависимости от места и условий возделывания [7].

**Цель данной работы** – выявить, какое влияние оказывает изменение погодных условий в отдельные периоды онтогенеза у сортов люпина белого на рост, развитие, формирование урожая и его стабильность в разные по метеорологическим условиям годы.

### Материал и методика

Сорта *Детер 1*, *Старт*, *Гамма*, *Дельта*, *Дега* и *Мановицкий*, адаптированные к условиям региона и включенные в Государственный реестр селекционных достижений, являются разнотипными [3]. Они способны формировать побеги в соответствии с архитектоникой растений. Исследования показали, что эти признаки растений проявляются в полной мере *только в условиях хорошей влагообеспеченности в период вегетативного роста и ветвления растений*. *I тип: сорт Детер 1* не образует боковых побегов, плоды (бобы) формируются только на главном побеге. *II тип: для сортов Старт и Гамма* характерны укороченные побеги 1 порядка с бобами. *III тип: у сортов Дельта и Дега* образуются более длинные боковые побеги 1 и 2 порядка. *IV тип: сорт Мановицкий* при хорошей влагообеспеченности последовательно формирует побеги 1–3 и более высоких порядков.

При интродукции белого люпина в новые районы важно учитывать тепловые ресурсы. В Тамбовской области, где проводились исследования, сумма температур выше 10°C – 2300–2400°C, причем обеспеченность 2300°C – 70% лет, 2200°C – 80%, 2100°C – 90%, 2000°C – 95% лет. Для ежегодного созревания семян белого люпина в этой зоне нужны скороспелые сорта с суммой активных температур за вегетацию 2000–2200°C.

Исследования проводились в условиях учхоза имени Калинина (Тамбовская область, Мичуринский район). В опытах площадь опытной делянки

28 м<sup>2</sup>, в 4-х повторениях. Почвы – выщелоченный чернозем средней мощности, рН<sub>кол.</sub> – 5,7–5,9. Содержание в почве Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 94–98 мг, К<sub>2</sub>О 210–220 мг в 1 кг почвы.

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/м<sup>2</sup>).

Методика проведения всех биометрических учетов роста, развития и формирования урожая у белого люпина представлена в ранее опубликованных работах [2, 5, 7, 8].

### **Агроклиматическая характеристика зоны проведения опытов. Метеорологические условия в годы проведения опытов**

В данной зоне необходимы сорта, требующие за период от посева до созревания сумму активных температур не менее 2000–2200°С. В северной части Тамбовской области 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 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 наименьшей 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.

В разные годы складываются различные сочетания погодных условий в процессе формирования урожая. Обычно каждый год отмечаются отклонения от среднемноголетних условий. Приводим характеристику метеорологических условий в годы проведения исследований.

В 2010 г. до начала цветения метеорологические условия были благоприятны для вегетативного роста растений. В дальнейшем жестокая 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 среднемноголетним. Растения завязали среднее число плодов и семян на растении. Жаркая и сухая погода отмечалась во время налива семян, что ускорило развитие растений.

В 2012 г. во время цветения, образования и роста плодов количество осадков было близким к норме или превышало ее, что определило хорошую завязываемость плодов. Во время налива и созревания (конец июля – август) стояла жаркая погода. Повышенный температурный режим ускорил развитие растений.

В 2013 г. до цветения стояла жаркая погода без осадков, температура повышалась до 30°C. Во время цветения отмечались умеренные осадки. Дождливые и холодные август и сентябрь затянули вегетацию.

В 2014 г. в течение месяца после всходов отмечалась жаркая погода без осадков. Высота растений с 35 см перед цветением достигла 80–100 см к завершению периода цветения–образования плодов, который длился месяц. Во время налива и созревания семян стояла жаркая сухая погода, что ускорило развитие растений.

В 2015 г. в период цветения и роста плодов из-за ливневых дождей отмечался усиленный вегетативный рост в высоту до 70–100 см. Обилие осадков в этот период определило усиленный вегетативный рост и высокую завязываемость семян, в том числе – на боковых побегах. Во время налива и созревания семян стояла жаркая и сухая погода, что ускорило развитие растений.

Итак, в отдельные периоды формирования урожая люпина белого отмечались засушливые условия, когда НВ почвы снижалась до 60–40%. Подобные условия отмечались к началу цветения в 2013–2014 гг., когда рост растений составлял всего 35–40 см. В критический период (во время цветения и образования плодов) засушливые условия были в течение двух лет (2010, 2013 гг.). Во второй половине вегетации, особенно во время налива и созревания семян, подобные условия были отмечены в течение 5 лет (2010, 2011, 2012, 2014, 2015). Сорта Старт, Гамма, Дельта и Дега в эти годы созревали одновременно, масса 1000 семян была снижена. В 2013 г. продолжительность этих периодов, напротив, увеличилась из-за дождливой холодной погоды.

Обилие осадков в периоды цветения, образования и роста плодов в 2014–2015 гг. определили усиление вегетативного роста и высокую урожайность, в основном за счет плодов на боковых побегах.

### **Результаты и обсуждение**

Люпин белый – сравнительно новая культура в Центрально–Черноземном регионе. При интродукции его в другие регионы РФ очень важна продолжительность вегетации и соответствие агрометеорологических условий особенностям формирования урожая сортов люпина белого. В условиях северной части Центрально–Черноземного региона (Тамбовская область, Мичуринский район) продолжительность вегетации в 2010–2015 гг. представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Продолжительность вегетации (всходы–созревание), дни**

№ п/п	Сорт	Годы						Сред.	Сигма	V %
		2010	2011	2012	2013	2014	2015			
1	Детер 1	73	93	96	96	96	100	92	8,9	9,6
2	Гамма	77	98	102	102	102	111	99	10,5	10,6
3	Старт	77	99	102	102	102	112	99	10,6	10,8
4	Дега	77	98	102	103	102	114	99	11,1	11,2
5	Дельта	78	98	103	104	102	114	100	10,9	10,9
6	Мановицкий	81	105	106	113	107	128	107	13,9	13,0
средняя		77	99	102	103	102	113	99	10,9	11,0
сигма		2,34	3,50	2,97	5,02	3,18	8,17	4,15	–	–
V%		3,03	3,55	2,91	4,86	3,13	7,22	4,18	–	–

За годы исследований продолжительность вегетации (от всходов до созревания) у различных сортов белого люпина изменялась от 73 до 128 дней. Средняя продолжительность периода посев–всходы за эти годы составила 10 дней.

По годам продолжительность вегетации изменялась в значительно большей степени, чем в зависимости от сортовой реакции на эти изменения. Если судить по среднесовокупным данным, сорт без боковых побегов Детер 1 созрел через 92 дня после появления всходов, Мановицкий – через 107 дней. Остальные сорта занимали промежуточное положение. Метеорологические условия года оказывали большее влияние на изменчивость продолжительности вегетации (в среднем по сортам –  $V\% = 11$ ), чем влияние сортовых различий на этот показатель ( $V\% = 4,18$ ).

Метеорологические условия обычно оказывают сильное влияние на ростовые процессы, особенно в первой половине вегетации. Данные таблиц 2 и 3 демонстрируют изменение роста растений в высоту от всходов до начала цветения и в последующий период.

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 архитектоникой. 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, к началу цветения рост растений у всех сортов составил всего 40–42 см. Различия между сортами по росту растений в высоту и продолжительности вегетации были минимальны. В 2013 г. дефицит влаги был и во время цветения, растения всех

сортов были низкорослыми, плодов на растениях сформировалось меньше, чем в другие годы.

Таблица 2

**Рост растений в высоту в начале цветения, см**

№ п/п	Сорт	Годы						Сред.	Сигма	V %
		2010	2011	2012	2013	2014	2015			
1	Детер 1	55	54	75	40	43	60	55	10,65	19,5
2	Гамма	56	65	63	37	41	63	54	10,32	19,0
3	Старт	55	66	60	40	42	62	54	9,14	16,9
4	Дега	56	65	58	39	42	60	53	8,81	16,5
5	Дельта	53	65	62	41	42	63	54	9,10	16,7
6	Мановицкий	57	74	63	42	41	62	57	10,89	19,3
средняя		55	65	64	40	42	62	55	9,38	17,2
сигма		1,15	5,38	5,04	1,46	0,64	1,15	0,90	–	–
V%		2,09	8,30	7,93	3,65	1,52	1,87	1,64	–	–

Максимальная за вегетацию высота растений у сортов белого люпина обычно отмечается в конце периода цветения и образования плодов (табл. 3).

Таблица 3

**Максимальная высота растений, см**

№ п/п	Сорт	Годы						Сред.	Сигма	V %
		2010	2011	2012	2013	2014	2015			
1	Детер 1	64	66	85	62	77	75	72	7,57	10,6
2	Гамма	67	68	79	63	86	80	74	7,66	10,4
3	Старт	60	68	80	65	88	82	74	9,33	12,6
4	Дега	60	68	79	63	81	85	73	8,76	12,1
5	Дельта	56	68	82	63	86	82	73	10,3	14,2
6	Мановицкий	67	81	92	67	91	90	81	9,95	12,2
средняя		62	70	83	64	85	82	74	8,63	11,6
сигма		3,73	4,67	4,26	1,55	4,26	4,23	2,99	–	–
V%		6,0	6,7	5,1	2,4	5,0	5,1	4,0	–	–

В этот период одновременно с цветением и образованием плодов происходит интенсивный вегетативный рост. В среднем, для всех сортов прирост растений за этот период составил 20 см. Наибольшим этот прирост был у наиболее позднеспелого из данных сортов – Мановицкий. Коэффициент вариации в связи с действием метеорологических условий был меньше, чем в предшествующий период (табл. 2).

За годы исследований, средняя урожайность сухой биомассы по сортам изменялась в границах от 60 ц/га (2010, 2013 гг.) до 120 ц/га (2015 г.). Средний коэффициент вариации составил 25,3% (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность сухой биомассы, ц/га**

№ п/п	Сорт	Годы						Сред.	Сигма	V %
		2010	2011	2012	2013	2014	2015			
1	Детер 1	59,0	87,9	114,7	59,8	98,0	101,6	86,8	19,4	22,3
2	Гамма	64,8	87,5	112,9	60,0	102,6	128,0	92,6	22,8	24,6
3	Старт	60,5	84,0	114,0	59,8	109,4	93,6	86,9	19,7	22,7
4	Дега	54,1	91,7	134,4	55,8	109,9	128,0	95,7	29,5	30,8
5	Дельта	69,1	67,9	117,0	57,8	88,9	144,0	90,8	28,3	31,2
6	Мановицкий	61,9	88,0	124,6	62,0	98,8	129,0	94,1	24,7	26,3
средняя		61,6	84,5	119,6	59,2	101,3	120,7	91,1	23,1	25,3
сигма		4,32	7,18	7,08	1,80	6,68	16,11	3,11	–	–
V%		7,02	8,49	5,92	3,04	6,59	13,35	3,42	–	–

Наибольшая вариация отмечалась у сортов Дега и Дельта, наименьшая – у сорта Детер 1. Влияние сортовых различий на изменение урожайности биомассы было неодинаковым в годы исследований. Наибольший коэффициент вариации по сортам был отмечен в 2015 г., наиболее благоприятном для формирования высокого урожая.

Урожайность семян у сортов люпина белого с ограниченным ветвлением обычно тесно коррелирует с урожайностью биомассы [1]. В условиях Центрально–Черноземного региона наименьшая урожайность, которая была получена в опытах, составила в среднем 20 ц/га (2010, 2013 гг.) (табл. 5).

## Урожайность семян, ц/га

№ п/п	Сорт	Годы						Сред.	Сигма	V %
		2010	2011	2012	2013	2014	2015			
1	Детер 1	20,0	35,8	40,6	20,7	21,2	40,0	29,7	8,5	28,7
2	Гамма	20,8	31,6	37,8	23,1	30,9	55,4	33,3	10,5	31,7
3	Старт	20,0	35,8	40,6	23,1	32,4	30,0	30,3	6,5	21,5
4	Дега	15,6	35,3	37,8	21,7	33,5	58,9	33,8	12,7	37,5
5	Дельта	21,6	30,7	35,3	21,1	39,2	61,0	34,8	12,4	35,8
6	Мановицкий	19,6	28,0	42,5	23,5	37,1	38,4	31,5	7,7	24,5
средняя		19,6	32,9	39,1	22,2	32,4	47,3	32,2	8,7	27,1
сигма		1,76	2,75	2,20	1,00	5,31	10,82	1,72	–	–
V%		9,0	8,4	5,6	4,5	16,4	22,9	5,3	–	–

О степени стабильности урожайности в разные годы можно судить по коэффициенту вариации. Этот коэффициент в зависимости от метеорологических условий был наиболее высоким у сортов Дега и Дельта, составив соответственно 37,5 и 35,8%.

Для рассмотрения динамических показателей продукционного процесса у белого люпина был применен новый методический подход, благодаря которому возможно сравнение этих показателей у разных сортов и в разные годы выращивания [2, 11].

В течение вегетации от всходов до начала созревания, когда посев функционирует как фотосинтезирующая система, были выделены 4 периода: *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). Динамические показатели фотосинтетической деятельности растений рассмотрены на примере сорта Дега (табл. 6).

От всходов до начала цветения прирост сухой биомассы у белого люпина составил всего 18% от максимального за вегетацию. Интенсивность ростовых процессов резко возрастает в период цветения и образования плодов, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, среднесуточные приросты биомассы увеличиваются в 2–3 раза.



Во время роста плодов (III период) прирост биомассы осуществляется в основном за счет створок плодов. Максимальный за вегетацию урожай сырой биомассы отмечается в конце этого периода, в среднем составляет около 60%.

Вариабельность показателей из таблицы 6 представлена в таблице 7.

Таблица 6

**Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах люпина белого по периодам развития**

Показатели	Период				
	I	II	III	IV	I-IV
Продолжительность периода, дни	34	22	18	21	95
Индекс листовой поверхности (ИЛП) на конец периода	1,8	3,7	2,9	0	–
Фотосинтетический потенциал, (ФП), тыс. м <sup>2</sup> дней/га	310	780	780	245	2115
Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), г/ м <sup>2</sup> сутки	5,16	4,10	3,92	4,28	4,21
Сухая масса (СМ) на конец периода, т/га	1,60	4,80	7,85	8,90	8,90
Прирост сухой массы за период (ПСМ), т/га	1,60	3,20	3,05	1,05	8,90
Среднесуточный прирост (СРП), кг/га сутки	47	145	170	50	94

Таблица 7

**Коэффициент вариации показателей фотосинтетической деятельности, V %**

Показатели	Период				
	I	II	III	IV	I-IV
Продолжительность периода, дни	11	13	23	12	10
Фотосинтетический потенциал, (ФП), тыс. м <sup>2</sup> дней/га	37	31	53	45	38
Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), г/ м <sup>2</sup> сутки	11	15	22	–	9
Сухая масса (СМ) на конец периода, т/га	36	30	37	35	–
Прирост сухой массы за период (ПСМ), т/га	36	36	52	50	35

Урожайность сухой биомассы за любой период вегетации определяется по формуле:

$$Y = \Phi\Pi \times \text{ЧПФ},$$

где  $Y$  – прирост сухой биомассы,  $\Phi\Pi$  – фотосинтетический потенциал, ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза за период.

Как следует из таблицы 7, коэффициент вариации ЧПФ за отдельные периоды был в несколько раз ниже по сравнению с вариабельностью  $\Phi\Pi$ . Можно отметить, что коэффициент вариации  $\Phi\Pi$  за отдельные периоды вегетации был очень высоким (31–53%). На вариабельность величины сухой биомассы, а также урожайность семян наибольшее влияние оказывало изменение площади листьев и фотосинтетического потенциала. Высокая изменчивость этого показателя в разные периоды свидетельствует о сильном влиянии метеорологических факторов на формирование урожая белого люпина.

### Заключение

Вариабельность урожайности сортов белого люпина в зависимости от изменчивости погодных условий в разные по метеорологическим условиям годы составила в среднем по сортам 27,1%. Наибольший коэффициент вариации был у сортов Дега и Дельта, составив соответственно 37,5 и 35,8%. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности было сильнее адаптационных возможностей сортов к действию таких стрессовых факторов, как дефицит влаги.

Критический период в формировании урожайности у сортов белого люпина – цветение и образование плодов, который длится от 15 до 30 дней в зависимости от сорта и метеорологических условий. В этот период формируется максимальное за вегетацию число плодов в расчете на единицу площади и одновременно в 2–3 раза увеличивается интенсивность ростовых процессов (площадь листьев, фотосинтетический потенциал, среднесуточные приросты биомассы) по сравнению с периодом от всходов до начала цветения.

Наибольшие различия между сортами по способности формировать боковые побеги проявляются только в годы с хорошей влагообеспеченностью (2014, 2015). У сортов Детер 1 (без боковых побегов) и Мановицкий, способного формировать боковые побеги 3–го порядка различия по продолжительности вегетации и особенностям формирования урожая проявлялись во все годы проведения опытов. В среднем за годы исследований продолжительность вегетации у сорта Детер 1 составила 92 дня, а у сорта Мановицкий – 107 дней.

Таким образом, сорта белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, адаптированы к засушливым условиям Центрально-Черноземного региона. Урожайность семян в среднем за 6 лет составила 33,4 ц/га. Наиболее высокая урожайность в среднем по сортам была в 2015 г. и составила 47,3 ц/га. В острозасушливые годы (2010, 2013) урожайность была в среднем на уровне 20 ц/га, при этом сбор протеина с урожаем семян составил 740 кг/га.

## Библиографический список

1. Гатаулина Г.Г., Бельшикина М.Е., Медведева Н.В. Вариабельность урожайности и стрессовые факторы у зернобобовых культур // Известия ТСХА. 2016. № 4. С. 96–109.
2. 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.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание) // М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 504 с.
4. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник / Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010, 638 с.
5. Annicchiarico P., Harzic N., Carroni A.M. Adaptation, diversity, and exploitation of global white lupin (*Lupinus albus* L.) landrace genetic resources // Field Crops Research. 119. 2010. P. 114–124.
6. Annicchiarico P., Boschini 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.
7. Baddeley J.A., Jones S., Topp C.F.E., et al. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Europe. Legume Futures Report 1.5. 2013: [Электронный ресурс] // URL. www.legumefutures.de. (дата обращения 11.01.2017)
8. Cesare Sirtori I. The evolving story of dietary proteins – from structural and functional nutrients to biopharmaceuticals: is lupin the superstar? // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015.
9. Christine\_Watson\_Bonn\_2014.pdf. [Электронный ресурс] // URL. http://www.legumefutures.de/images. (дата обращения: 10.04.2017).
10. Dieterich R. et al. Effects of genotype and environment on grain yield and crude protein content in narrow-leafed lupin // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015. P. 127.
11. Gataulina G., Sokolova S. Lupin species (*Lupinus albus* L., *L. angustifolius* L.) and soya bean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth dynamic parameters affecting yield formation // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015. P. 49–52.
12. Schläfke N., Zander P., Reckling M., et al. Evaluation of legume-supported agriculture and policies at farm level. Legume Futures Report 4.3. 2014^ [Электронный ресурс] // URL. www.legumefutures.de. (дата обращения 5.03.2017)

## EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON YIELD STABILITY OF WHITE LUPINE CULTIVARS (*LUPINUS ALBUS* L.)

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

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

*Seeds of white lupine varieties (*Lupinus albus* L.) developed in Russian Timiryazev State Agrarian University contain 35–40% protein and are adapted to the arid conditions of the*

Central–Chernozem (Black–Soil) Region of Russia. These cultivars (Deter 1, Gamma, Start, Degas, Delta, Manovitsky) are of determinant type with a restriction of the branches of different levels.

The duration of a vegetation period, the yield of dry biomass and seeds and their variability were determined depending on the cultivar and weather conditions in the field trials of 2010–2015 (the Tambov Region). Arid conditions inhibit vegetative growth and branching. In this case, the duration of vegetation is reduced, late cultivars develop in a pattern similar to that of early maturing ones. Vegetative growth and the formation of pods on lateral branches, especially in later cultivars, are intensified in the periods (years) with abundant precipitation.

The paper presents and discusses photosynthetic activity of plants and its variability during certain periods of yield formation.

The values of photosynthetic capacity and the rate of cenosis biomass growth (average daily biomass increments, kg / ha) during the critical period of flowering, fruit formation and growth can serve as prognostic indicators of the seed yield.

The variability of yield and its stability largely depend on the meteorological factors during the growing season.

**Key words:** cultivars of white lupine (*Lupinus albus* L.), vegetation period, growth and development, yield variability, meteorological factors.

## References

1. Gataulina G.G., Belyshkina M.Ye., Medvedeva N.V. Variabel'nost' urozhaynosti i stressovyye faktory u zernobobovykh kul'tur [Variability of yield and stress factors in leguminous crops] // Izvestiya TSKhA. 2016. No. 4. P. 96–109.

2. Gataulina G.G., Nikitina S.S. Zernobobovyie kul'tury: sistemyi podkhod k analizu rosta, razvitiya i formirovaniya urozhaya [Leguminous crops: a systematic approach to the analysis of crop growth, development and formation] // Monograph. Series 'Nauchnaya mysl'. M.: Infra–M, 2016. 242 p.

3. Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. «Sorta rasteniy» (ofitsial'noye izdaniye) [State register of crop breeding achievements allowed for use. Vol. 1. "Varieties of plants" (official publication)] // M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2017. 504 p.

4. Koshkin Ye.I. Fiziologiya ustoychivosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: uchebnyk [Physiology of the Stability of Farm Crops: Study Manual / Ye.I. Koshkin. – M.: Drofa, 2010, 638 p.

5. Annicchiarico P., Harzic N., Carroni A.M. Adaptation, diversity, and exploitation of global white lupin (*Lupinus albus* L.) landrace genetic resources // Field Crops Research. 119. 2010. P. 114–124.

6. Annicchiarico P., Boschini 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.

7. Baddeley J.A., Jones S., Topp C.F.E., et al. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Europe. Legume Futures Report 1.5. 2013: [Electronic resource] // URL. [www.legumefutures.de](http://www.legumefutures.de). (Date of access: 11.01.2017)

8. Cesare Sirtori I. The evolving story of dietary proteins – from structural and functional nutrients to biopharmaceuticals: is lupin the superstar? // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015.

9. Christine\_Watson\_Bonn\_2014.pdf. [Electronic resource] // URL. <http://www.legumefutures.de/images>. (Date of access 10.04.2017).

10. Dieterich R. et. al. Effects of genotype and environment on grain yield and crude protein content in narrow-leaved lupin // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015. P. 127

11. Gataulina G., Sokolova S. Lupin species (*Lupinus albus* L., *L. angustifolius* L.) and soya bean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth dynamic parameters affecting yield formation // Proceedings of the XIV International Lupin Conference. Milan, Italy 21–26 June 2015. P. 49–52.

12. Schläfke N., Zander P., Reckling M., et. al. Evaluation of legume-supported agriculture and policies at farm level. Legume Futures Report 4.3.2014 [Electronic resource] // URL. [www.legumefutures.de](http://www.legumefutures.de). (Date of access 5. 03.2017).

**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](mailto: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) 976–07–48; e-mail: [bely-mari@yandex.ru](mailto: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).

**Galina G. Gataulina** – DSc (Ag), Professor of the Department of Crop Production and Grassland Ecosystems, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (499) 976–18–18; e-mail: [gataulina35@mail.ru](mailto:gataulina35@mail.ru)).

**Marina Ye. Belyshkina** – PhD (Ag), Associate Professor of the Department of Crop Production and Grassland Ecosystems, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (499) 976–07–48; e-mail: [bely-mari@yandex.ru](mailto:bely-mari@yandex.ru)).

**Nataliya V. Medvedeva** – PhD (Ag), Key Researcher of the Laboratory of White Lupine, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (499) 976–18–18).