

**ЛЮПИН БЕЛЫЙ (*LUPINUS ALBUS L*): СОЗДАНИЕ  
АДАПТИРОВАННЫХ СОРТОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В  
БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Гатаулина Г.Г.**, доктор сельскохозяйственных наук,  
**Шитикова А.В.**, доктор сельскохозяйственных наук.  
**ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,**  
**e-mail: plant@rgau-msha.ru**

**Ключевые слова:** люпин белый (*Lupinus albus L.*), селекция, урожайность, белковая продуктивность, биологизация земледелия.

Уникальные биологические особенности белого люпина – азотфиксация в симбиозе с клубеньковыми бактериями, способность корневой системы и корневой микоризы усваивать фиксированный в почве фосфор и другие элементы определяют возможности использования этой культуры в биологизации земледелия.

**Введение.** Люпин белый (*Lupinus albus L.*) известен в культуре с древних времен. Семена содержат много протеина (35–40 %) и 9-12 % масла. Родина этого вида – Средиземноморье, где этот вид был окультурен тысячелетия назад. Семена белого люпина находят в гробницах фараонов, их использовали в древнем Египте в пищу. В процессе варки они освобождались от содержащихся в них алкалоидов. Корни люпина способны усваивать фосфор и другие элементы, фиксированные в почве. Благодаря азотфиксации получение высокого урожая семян и протеина возможно без внесения азотных удобрений [1]. По содержанию протеина и аминокислотному составу эта культура очень близка к сое.

Современные сорта белого люпина по урожайности семян превосходят сою и другие виды люпина. В отличие от сои семена этого вида практически не содержат ингибиторов трипсина. Их можно использовать в корм животным без тепловой обработки. У люпина высокое прикрепление бобов. Плоды люпина (бобы) не растрескиваются и не обламываются при созревании. В то же время белый люпин по своей природе очень позднеспелый вид. Для его природных форм характерен индетерминантный тип роста, длительный период цветения и формирования боковых побегов, позднего и растянутого по ярусам созревания семян. Следует указать на высокую требовательность к теплу этого вида, сформировавшегося в условиях субтропического климата. В периоды налива семян и созревания необходима теплая и сухая погода.

В результате изучения действия химических и физических мутагенов на белый люпин были получены мутанты с ограниченным (детерминантным) типом роста. На их основе в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (экспериментальная база в Мичуринском районе Тамбовской области) был создан оригинальный исходный материал для селекции скороспелых сортов люпина белого. Здесь в результате многолетней селекционной работы были получены сорта белого люпина: Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1, Тимирязевский, Гана [2,3,4]. Ряд сортов белого люпина (Дельта, Дега) созданы в содружестве с ВНИИ люпина. Сорта различаются по хозяйственно-биологическим признакам и относятся к разным по архитектонике растений типам. Сорта устойчиво созревают в условиях северной части Центрально-Черноземного региона. Они адаптированы к этим условиям, характеризуются устойчивостью к засухе [3].

Исследования показали, что только при хорошей влагообеспеченности в период вегетативного роста и ветвления

растений эти признаки растений проявляются в полной мере. I тип: сорт Детер 1 не образует боковых побегов, плоды (бобы) формируются только на главном побеге. II тип: для сортов Старт, Гамма, Гана характерны укороченные побеги I порядка с бобами. III тип: у сортов Дельта, Дега, Тимирязевский 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. Сорта, относящиеся к разным типам, существенно различаются по продолжительности вегетации. В зависимости от ресурсов тепла и цели возделывания возможен соответствующий выбор сорта для конкретного региона [3].

Потребность в растительном белке в Российской Федерации определяют необходимость расширения производства урожайных высокобелковых культур, к которым относится люпин белый. В то же время уникальные биологические особенности сортов – азотфиксация в симбиозе с клубеньковыми бактериями, способность корневой системы и корневой микоризы использовать фиксированный в почве фосфор и другие элементы определяют возможности использования люпина в биологизации земледелия. Включение этой культуры в севооборот прерывает нарастание болезнетворных организмов в почвенной среде, способствует экологизации и устойчивости земледелия [4].

Нестабильность (вариабельность) урожайности сои и других зернобобовых культур во всех странах в значительной мере связана с действием неблагоприятных погодных условий в течение вегетации [6].

Цель данной работы – представить характеристику новых сортов белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева при формировании урожая и его элементов в сложных погодных условиях 2019 года.

### **Условия и методика проведения исследований.**

Предшественником люпина были яровые зерновые культуры. Срок посева оптимально ранний, обычно в конце апреля. Способ посева – широкорядный (междурядья 45 см, норма высева 500 тыс./га всхожих 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. Почвы – выщелоченный чернозем средней мощности,  $pH_{\text{сол.}}$  – 5,7–5,9. Содержание в почве  $P_2O_5$  – 94–98 мг,  $K_2O$  – 210–220 мг в 1 кг почвы. Удобрения под люпин, в том числе и азотные, не вносили. В исследования 2019 года были включены номера конкурсного испытания (всего 20), включая стандарт – сорт Дега, а также новые сорта Тимирязевский, Гана и сорт без боковых побегов Детер 1. Размер опытной делянки 20 м<sup>2</sup>, в 4-х повторностях. В программу исследований входили фенологические наблюдения, определение густоты стояния растений по фазам развития, элементов структуры урожая, а также урожайности семян методом сплошного учета и сбора протеина с урожаем семян.

**Метеорологические условия вегетационного периода 2019 года.** Посев провели 24 - 25 апреля, всходы появились 8-9 мая. До начала цветения растения не испытывали дефицита влаги. В июне практически не было осадков, засуха, что совпало с критическим периодом формирования урожая белого люпина (цветение и образование плодов). В результате бобы на растениях сформировались в основном на главном побеге. Число бобов и семян на растениях было значительно меньше, чем в другие, более благоприятные по погодным условиям годы. Июль был дождливым и холодным, осадков выпало больше нормы, а температура была на 4 град. ниже. Обилие влаги уже не могло положительно повлиять на число бобов на растениях. Пониженная температура способствовала увеличению длительности

периода роста бобов и налива семян. В августе погода была близкой к норме. Для налива семян сложились благоприятные условия.

**Результаты и обсуждение.** Элементы структуры урожая, которые определяют уровень урожайности, всегда представляют особый интерес для селекционера. Их вариабельность 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. При широкорядном способе посева (45 см) мы стремились получить густоту всходов 50 раст./м<sup>2</sup>, чтобы с учетом возможного изреживания густота перед уборкой была не менее 40 раст./м<sup>2</sup>. Выживаемость растений к уборке была достаточно высокой, составив 92 – 95 %.

Урожайность сорта в значительной степени определяется числом бобов и семян, сформировавшихся на растении и на единице площади. Средняя величина и результаты статистической обработки данных (стандартное отклонение и коэффициент вариации) относятся к 20 перспективным образцам конкурсного испытания, включая новые сорта. В данной статье приведены данные новых сортов, зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений в сравнении со стандартом (сорт Дега)

**Таблица 1 - Число бобов на растениях сортов белого люпина**

Сорт	Бобов / растение			Бобов / м <sup>2</sup>		
	всего	главный побег	боковые побеги	всего	главный побег	боковые побеги
Дега St	8,5	6,6	1,9	340	264	76
Детер 1	10,2	10,2	-	408	408	-
Тимирязевский	8,1	6,5	1,6	324	260	64
Гана	9,0	6,8	2,2	360	272	88
Средняя	8,44	6,92	1,47	337	277	64
Сигма	0,81	0,86	0,59	32,3	34,6	19,6
Коэффициент вариации, V%	9,57	12,49	40,55	9,57	12,49	30,75

У сорта Детер 1 бобы формируются только на главном побеге, их больше, чем на главном побеге ветвящихся сортов и образцов. В условиях 2019 г. бобов на растении и на м<sup>2</sup> завязалось меньше, чем в другие годы. На главном побеге сформировалось 82 – 85 % бобов от общего количества на растении. Число семян на 1 растении отражено в таблице 3. Определение числа семян в расчете на 1 боб наглядно показывает значение этого признака для отбора на семенную продуктивность и возможную степень стабильности. У сорта Детер 1 оказалась низкая наполняемость бобов семенами - 2,65, в то время как на главном побеге средняя по сортам и линиям – 3, 50, т.е. у сорта Детер 1 на 25 % меньше. На боковых побегах число семян на 1 боб в среднем на 30 % меньше, чем на главном, а вариабельность этого показателя в 3,5 раза выше. Определение числа семян в расчете на 1 боб наглядно показывает значение этого признака для отбора на семенную продуктивность и возможную степень стабильности (табл. 2).

**Таблица 2 – Число семян белого люпина**

Сорт	семян / растение			семян на 1 боб		
	всего	главный побег	боковые побеги	всего	главный побег	боковые побеги
Дера St	27,2	23,2	4,4	3,20	3,52	2,32
Детер 1	27,0	27,0	-	2,65	2,65	-
Тимирязевский	27,5	23,0	4,5	3,40	3,54	2,81
Гана	30,7	25,2	5,6	3,41	3,71	2,55
Средняя	27,7	24,1	3,6	3,29	3,50	2,48
Сигма	2,29	1,66	2	0,207	0,243	0,629
Коэффициент вариации, V%	8,26	6,91	42,11	6,31	6,96	25,34

Важно отметить, что коэффициент вариации числа бобов и семян на боковых побегах в 3 -4 раза выше, чем на главном побеге. Более показательно для формирования урожая в агроценозе количество семян на м<sup>2</sup> (табл. 3).

**Таблица 3 - Количество семян на м<sup>2</sup>**

Сорт	Семян / м <sup>2</sup>		
	всего	главный побег	боковые побеги
Дера St	1088	928	176
Детер 1	1080	1080	-
Тимирязевский	1100	920	180
Гана	1228	1008	224
Средняя	1107	964	152
Сигма (станд.отклонение)	91	67	52
Коэффициент вариации, V%	8,26	6,91	34,42

На примере сорта Детер 1 можно проследить, как изменяются показатели формирования урожая в процессе вегетации. По числу бобов на главном побеге этот сорт превосходил среднюю величину этого показателя у других сортов на 31 %. Однако по числу семян, сформировавшихся в бобах на главном побеге, всего на 11 %.

Определение массы семян в расчете на 1 растение и на м<sup>2</sup> позволяет полнее оценить сорта и перспективные линии, учитывая динамику формирования элементов продуктивности в онтогенезе (табл. 4). При этом появляется возможность выявить реакцию испытуемых образцов на изменение погодных условий в период формирования рассматриваемого элемента продуктивности.

Данные таблицы указывают на достаточно высокие показатели семенной продуктивности в условиях 2019 г., несмотря на то, что на растениях из-за засухи в период цветения образовалось мало бобов, семян на растениях также было меньше, чем в другие годы. В тоже время условия тепло- и влагообеспеченности в третьей декаде июля и в августе были благоприятными для фотосинтетической деятельности и оттока ассимилятов в период налива семян, что определило высокую массу 1000 семян. Таких крупных семян белого

люпина у всех сортов и образцов мы не отмечали в течение многолетней работы с этой культурой в условиях

**Таблица 4 - Масса семян белого люпина, г**

Сорт	Семян/растение, г			Семян/м <sup>2</sup> , г			Масса 1000 семян, г		
	всего	главный побег	боковые побеги	всего	главный побег	боковые побеги	всего	главный побег	боковые побеги
Дега St	11,2	9,6	1,6	448	384	64	412	414	364
Детер 1	12,6	12,6	-	504	504	-	467	467	-
Тимирязевский	12,7	10,8	1,9	508	432	76	462	470	422
Гана	14,1	11,8	2,3	564	472	92	459	468	411
Средняя	13,1	11,5	1,7	525	459	69	471	477	416
Сигма	1,30	0,95	0,55	52	38	22	25	22	29
Коэффициент вариации, V%	9,92	8,31	32,00	9,92	8,31	32,00	5,35	4,64	7,04

Центрально-Черноземного региона. Обычно в среднем масса 1000 семян была в пределах 310-350 г. В 2019 г. масса 1000 семян на главном побеге колебалась в пределах 414-508 г в зависимости от образца. В среднем она была на 30 % выше, чем в другие годы.

Урожайность семян - результативный показатель динамического производственного процесса. Результаты изучения новых сортов (Тимирязевский, Гана) по данным конкурсного испытания 2019 года в сравнении со стандартом (сорт Дега) представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Урожайность семян и сбор протеина**

Сорт	Урожайность		Белковая продуктивность	
	т /га	% к St	кг/га	% к St
Дега St	3,14	100	1160	100
Гана	3,95	126	1460	126
Тимирязевский	3,95	126	1460	126
Детер 1	3,53	112	1305	112
НСР <sub>05</sub>	0,28		105	

Несмотря на засушливые условия в критический период цветения и образования плодов, урожайность семян в 2019 году составила 3-4 т / га, что обеспечило белковую продуктивность на уровне 12-15 ц / га. Новые сорта и перспективные линии превысили стандарт по урожайности семян и белковой продуктивности на 25 – 30 %.

**Заключение.** Сорта белого люпина селекции РГАУ-МСХА имени К.А. характеризуются высоким потенциалом урожайности семян (3-5 т/га) и белковой продуктивности (12-15 ц /га). Сорта адаптированы к условиям Центрально-Черноземного региона с недостаточной влагообеспеченностью и засушливыми условиями в отдельные периоды вегетации. В статье представлены данные о формировании урожайности и элементах структуры урожая новых сортов белого люпина в сложных погодных условиях 2019 года. Уникальные биологические особенности белого люпина – азотфиксация в симбиозе с клубеньковыми бактериями, способность корневой системы и корневой микоризы усваивать фиксированный в почве фосфор и другие элементы определяют возможности использования этой культуры в биологизации земледелия.

Исследования были проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации программы создания и развития Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего» (Соглашение о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития (внутренний номер 00600/2020/80682) № 075-15-2020-905 от «16» ноября 2020 г.).

### Библиографический список

1. Lucas MM, Stoddard FL, Annicchiarico P ,et al, (2015) The future of lupin as a protein crop in Europe. *Front. Plant Sci.* 6:705. doi: 10.3389/fpls.2015.00705
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. – МСХ РФ, 2020. - 506 с.
3. 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.
4. Гатаулина, Г. Г. Люпин белый (*Lupinus albus* L.) - альтернатива сое: новый сорт Тимирязевский / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева, А. В. Шитикова // Кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 36-40.
5. Гатаулина, Г. Г. Урожайность и белковая продуктивность сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева // Доклады ТСХА : Сборник статей, Москва, 06–08 декабря 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 593-598.
6. Uhde-Stone C. (2017) White Lupin: A Model System for Understanding Plant Adaptation to Low Phosphorus Availability. In: Sulieman S., Tran LS. (eds) *Legume Nitrogen Fixation in Soils with Low Phosphorus Availability*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-55729-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55729-8_13)

## **WHITE LUPIN (*LUPINUS ALBUS L.*): BREEDING OF ADAPTED VARIETIES AND USE IN ECOLOGICAL FARMING**

**Gataulina G.G. , Shitikova A.V**

**Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy**

**e-mail: [plant@rgau-msha.ru](mailto:plant@rgau-msha.ru)**

**Keywords:** *white lupine (*Lupinus albus L.*), selection, yield, protein productivity, ecological farming.*

*White lupin varieties of the breeding of the Timiryazev Russian State Agricultural University - Moscow Agricultural Academy are characterized by a high potential for seed yield (3-5 t / ha) and protein productivity (1200-1500 kg / ha). The varieties are adapted to the conditions of the Central-Chernozem Region with insufficient moisture supply and arid conditions during some periods of the growing season.*

*The article presents data on the formation of yield and yield elements of new white lupin varieties in difficult weather conditions 2019.*

*The unique biological features of white lupin - nitrogen fixation in symbiosis with nodule bacteria, the ability of the root system to assimilate phosphorus and other elements fixed in the soil - determine the possibilities of using this crop in the ecological farming.*