

УДК 631.559:632.367.1

**ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО
В УСЛОВИЯХ ЦЕНОЗОВ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ**

Т.В. Яговенко, кандидат биологических наук
Л.В. Трошина, старший научный сотрудник
Н.В. Грибушенкова, младший научный сотрудник

*ВНИИ люпина – филиал ФНЦ «ВИК им. В.П. Вильямса»
241524, Россия, Брянская область, Брянский район, п. Мичуринский, ул. Березовая, 2
lupin_mail@mail.ru*

**ELEMENTS OF YELLOW LUPIN YIELD STRUCTURE
IN COENOSIS WITH DIFFERENT DENSITY**

T.V. Yagovenko, Candidate of Biological Sciences
L.V. Troshina, Senior Researcher
N.V. Gribushenkova, Researcher

*All-Russian Research Institute of Lupine – Branch of the Federal Williams Research Center
of Forage Production and Agroecology
241524, Russia, Bryansk region, p. Michurinskiy, Berezovaya str., 2
lupin_mail@mail.ru*

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2019-4-6-14

Показано влияние плотности ценозов люпина желтого на урожайность, элементы структуры урожая и их изменчивость. Сорты Престиж и Новозыбковский 100, относящиеся к ветвящимся формам, формировали максимальные урожаи в ценозе с плотностью 1,3 млн растений/га. Сорт Демидовский, имеющий колосовидный морфотип, — в ценозе с плотностью 1,6 млн растений/га. В первую очередь, плотность моноценоза оказывала влияние на количество бобов на главной кисти. С увеличением стеблестоя число бобов на главной кисти у изучаемых сортов снижалось на 7–17%. Отмечено, что степень влияния плотности ценоза зависела от сорта. Отмечена дифференциация сортов по массе 1000 семян. Каждый показатель структуры характеризовался определенным диапазоном изменчивости. Ее наименьшие значения были характерны для коэффициента хозяйственного использования – менее 20%. По другим представленным признакам коэффициенты вариации были на уровне 25–38%. У ветвящихся форм при увеличении плотности ценоза отмечена тенденция уменьшения вариации признаков «масса растения», «масса 1000 семян». Признаки «продуктивность», «количество бобов на главном побеге», «количество семян с главного побега», наоборот, обладали большей изменчивостью. Коэффициенты изменчивости хозяйственно ценных признаков свидетельствуют о том, что при загущении ценоза люпина желтого до 1,6 млн растений/га вариабельность признаков увеличивается. Это является важным моментом для отбора перспективных форм люпина желтого. У изучаемого набора сортов не отмечалось ярко выраженной дифференциации по уровню белковости семян. Ценотическое действие на содержание белка не проявлялось. Сорт Престиж отличался крайней нестабильностью признака «алкалоидность семян» и сильно реагировал на уплотнение ценоза.

Ключевые слова: люпин желтый, плотность, продуктивность, ценоз, элементы структуры урожая.

The article presents the impact of coenosis density of yellow lupin on yield, its structure elements and their variability. The non-determinant vars. Prestizh and Novozybkovski 100 produced the highest yield in coenosis with 1.3 mln. of plants per a hectare. The spike like var. Demidovski was more productive in coenosis with 1.6 mln. of plants per a hectare. First of all, coenosis density influenced pods' number of the main stem. If the plants' number increased pods' number of the main stem decreased by 7–17%. It was noticed that influence level of coenosis density depended on a variety. Varieties' differentiation for the weight of 1000 seeds was registered. Each structure index has a certain range of variability. The coefficient of economic use was the lowest one – less than 20%. Variability coefficients for other characters were about 25–38%. The variability of the characters as "plant weigh", "weight of 1000 seeds" of non-determinant lines demonstrated the tendency to decrease if coenosis density increased. The characters "productivity", "pods' number of the main stem", "seeds' number of the main stem" at the contrary have the higher variability. Variability coefficients of the economic valuable characters demonstrated that their variability increases if coenosis density of the yellow lupin is about 1.6 mln. plants per a hectare. It's important for selection of perspective yellow lupin lines. The tested varieties haven't clearly differentiation by the protein content in seeds. Coenosis didn't affect the protein content. The var. Prestizh has the extreme instability of the character "alkaloid content in seeds" and strongly reacted to the increased coenosis density.

Keywords: yellow lupin, density, productivity, coenosis, yield structure elements.

Введение. Важную роль в увеличении производства растительного белка, повышении эффективности кормопроизводства может иметь люпин желтый. Этот вид люпина лидирует по содержанию сырого протеина, накапливая его в семенах до 50%, а в зеленой массе до 22%. По аминокислотному составу белок люпина желтого практически идентичен белку сои [1; 2].

Эта кормовая культура в последние годы оставалась без должного внимания со стороны ученых. Увеличение ее продуктивности, стабильности при изменении абиотических и биотических факторов остается актуальной проблемой растениеводства. Анализ потенциальных способностей растений люпина этого вида говорит о том, что теоретически возможные урожаи во много раз выше фактических средних.

Сегодня внимание должно уделяться не только изучению генотипических

различий люпина желтого, влияющих на урожайность, но и созданию оптимальной структуры ценоза сорта, в котором он в полной мере может реализовать свой генетический потенциал продуктивности. Кроме того, изменение климатических условий, отмечающееся в последнее десятилетие, влечет необходимость пересмотра структуры ценоза многих сельскохозяйственных культур, в том числе и люпина. Исследования закономерностей формирования урожая в разных по плотности агроценозах, направленность продукционных процессов в них являются основой создания новых технологий выращивания сортов люпина [3; 4].

По мнению ряда исследователей [3; 5], варьирование плотности ценоза меняет соотношение конкуренции внутри растения и между растениями. Известно, что уплотнение посева вызывает снижение продуктивности отдельных расте-

ний, но ведет к повышению урожайности за счет увеличения числа растений до определенного предела, обусловленного генотипическими особенностями, агротехникой, метеорологическими факторами [6; 4].

Цель исследований — оценка влияния плотности моноценоза на элементы структуры урожайности семян перспективных сортов желтого люпина в условиях серых лесных почв Нечерноземной зоны.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2011, 2013, 2014 гг. на опытном поле ВНИИ люпина. Почва серая лесная, легкосуглинистая. Материалом исследований служили сорта люпина желтого ветвящегося морфотипа Престиж, Новозыбковский 100 и колосовидного Демидовский.

Посев проводился вручную на делянках площадью 10 м². Нормы высева: 1,0, 1,3, 1,6 млн всхожих семян на 1 га. Повторность опыта четырехкратная. Густота посевов формировалась по всходам. Урожай семян определялся методом сплошного учета и учетом с 1 м²; структура урожая — по методике НИИСХ ЦРНЗ [7]. Определение сырого протеина — по общепринятым методикам биохимического исследования [8]. Алкалоидность — колориметрическим методом [9]. Дисперсионный, корреляционный анализы полученных результатов выполнялись по общепринятым методикам статистической обработки данных [10].

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований отличались между собой и от средних многолетних. Гидротермические коэффициенты по годам составили: 1,96, 0,90, 0,64. Распределение осадков и темпера-

турных значений по межфазным периодам в годы исследований сильно различались.

В среднем за годы исследований длина вегетационного периода у сорта Престиж составила 103 дня, у сорта Новозыбковский 100 — 101, у сорта Демидовский — 85 дней. Уплотнение ценоза не повлияло на продолжительность периодов развития. Они в основном зависели от генотипических особенностей сорта и метеорологических условий в период вегетации.

Результаты исследований. Урожайность семян — конечный показатель функционирования ценоза [11]. Густота стояния растений формирует специфический микроклимат ценоза, при котором разные условия (температура, освещенность и другие факторы) во многом определяют степень его экологической устойчивости, поражение болезнями и вредителями, а следовательно, и уровень урожайности [2]. В наших исследованиях она определялась не только генотипическими особенностями, но и выживаемостью растений в ценозе, которая в свою очередь зависела от его плотности.

Так, в самом плотном ценозе (1,6 млн растений/га) выживаемость ветвящихся форм снижалась в среднем на 7,0–9,0% относительно менее плотного ценоза (1,0 млн растений/га), что не отмечено у колосовидной формы (табл. 1).

За годы исследований наиболее оптимальными для формирования урожая семян сортов Престиж и Новозыбковский 100 были ценозы с плотностью 1,0 и 1,3 млн растений/га. Максимальная урожайность колосовидного сорта Демидовский наблюдалась в ценозе с плотностью 1,6 млн растений/га — 258,0 г/м².

Этот показатель прямо связан с элементами структуры, значения которых варьировали в градиенте плотности ценозов.

1. Урожайность и выживаемость люпина желтого в ценозах разной плотности

Сорт	Вариант, млн всхожих семян/га	Урожайность, г/м ²				Выживаемость растений, %			
		2011 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	2011 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Престиж	1,0	311,2	321,0	369,0	334,1	97,0	93,0	91,8	93,9
	1,3	353,6	267,9	391,0	337,5	83,8	86,2	90,8	90,2
	1,6	306,3	308,6	335,0	316,6	82,5	91,3	88,4	87,4
	НСР ₀₅	3,20	12,95	2,39	2,28				
Новозыбковский 100	1,0	237,2	294,0	360,0	297,1	94,0	86,2	96,9	92,3
	1,3	323,6	339,6	312,0	325,1	92,3	93,8	96,9	94,3
	1,6	227,7	313,8	276,0	272,5	77,5	88,0	87,3	84,3
	НСР ₀₅	8,40	8,35	0,85	6,10				
Демидовский	1,0	218,1	188,4	234,0	213,5	92,0	95,6	96,0	94,5
	1,3	222,7	252,6	236,0	237,1	94,1	95,8	98,4	96,1
	1,6	260,7	247,4	266,0	258,0	96,4	94,3	98,6	96,4
	НСР ₀₅	F _ф < F _т	8,58	2,32	5,62				

Анализ данных трех лет показал: масса семян с растения — наиболее изменчивый признак у люпина, который в значительной степени определяется условиями произрастания. С увеличением плотности моноценоза этот показатель уменьшался, особенно при переходе в наиболее плотный ценоз (1,6 млн растений/га) (табл. 2). У ветвящихся сортов Престиж, Новозыбковский 100 масса семян снижалась на 24,0 и 27,0% соответственно. У колосовидного сорта Демидовский — на 19,3%. По массе семян с растения выделился сорт Престиж. Его продуктивность варьировала от 3,8 до 5,1 г/растение. Несколько ниже у сорта Новозыбковский 100 — от 3,2 до 4,4 г на растение. Колосовидный сорт Демидовский формировал продуктивность от 2,5

до 3,1 г/растение.

Плотность моноценоза оказывала влияние на количество бобов на главной кисти. Степень этого влияния зависела от сорта. В среднем за годы исследований с увеличением стеблестоя число бобов на главной кисти снижалось на 7–17%. Исключение составил сорт Новозыбковский 100. У этого сорта в ценозе с 1,3 млн растений/га количество бобов по сравнению с первым вариантом увеличивалось.

У ветвящихся генотипов количество семян на главной кисти варьировало в пределах 33,4–50,6 штуки. У колосовидного — от 29,7 до 38,8 штуки. Наименьшее их количество сформировалось в загущенном ценозе — 1,6 млн растений на 1 га.

2. Элементы структуры урожая люпина желтого в ценозах разной плотности (2011–2014 гг.)

Сорт	Вариант, млн всхожих семян/га	Масса растения, г	Масса семян, г	Количество бобов на главной кисти	Количество семян, шт.	Масса 1000 семян, г	$K_{хоз}$, %	Степень аттракции
Престиж	1,0	15,4	5,0	14,2	49,1	100,7	32,3	0,51
	1,3	15,1	5,1	14,2	50,6	110,5	32,8	0,53
	1,6	12,1	3,8	11,7	39,1	99,1	31,1	0,51
Новозыбковский 100	1,0	13,7	4,4	11,3	40,6	93,3	31,5	0,52
	1,3	13,7	4,2	12,4	41,0	98,7	30,1	0,52
	1,6	10,0	3,2	10,0	33,4	96,9	32,8	0,53
Демидовский	1,0	9,7	3,1	12,1	38,8	80,1	31,6	0,52
	1,3	7,9	2,5	10,5	32,7	79,2	31,2	0,52
	1,6	7,4	2,5	10,1	29,7	79,6	29,9	0,49

Масса 1000 семян в среднем за годы исследований была максимальной у сорта Престиж в варианте 1,3 млн растений/га и составляла 110,5 г, с увеличением густоты стояния растений значение этого показателя снижалось до 99,1 г. Для Новозыбковского 100 лучшим вариантом для формирования максимальной величины этого показателя также был ценоз с плотностью 1,3 млн растений на 1 га — 98,7 г. Минимальными значениями массы 1000 семян отличался сорт Демидовский — 80,1 г, по мере уплотнения ценоза она незначительно уменьшалась, соответственно до 79,2 и 79,6 г.

Следует отметить, что загущение ценозов исследуемых сортов сопровождалось снижением массы створок бобов: у сорта Престиж с 5,78 до 5,05 г, у сорта Новозыбковский 100 с 5,72 до 4,30 г, у сорта Демидовский с 3,55 до 3,11 г.

Коэффициент хозяйственного использования отражает физиологическую способность растения к мобилизации и использованию своими органами всех веществ, аккумулируемых в процессе

роста и развития. За годы исследований у всех генотипов он не отличался высокими величинами и варьировал в пределах 29,9–32,8%. У сорта Демидовский наблюдалось снижение этого показателя в наиболее плотном ценозе. У ветвящихся сортов Престиж, Новозыбковский 100 четкой реакции на уплотнение ценоза не наблюдалось.

Исследования показали, что аттрагирующая способность изучаемых растений люпина желтого находилась в пределах от 0,49 до 0,53. По мере увеличения плотности ценоза направленность степени использования репродуктивными органами люпина пластических веществ из вегетативной массы была неоднозначной.

Данные, полученные при изучении элементов структуры урожая трех сортов люпина желтого, свидетельствуют о том, что каждый показатель характеризуется определенным диапазоном изменчивости. Ее наименьшие значения были характерны для коэффициента хозяйственного использования: менее 20%. У дру-

гих признаков, представленных в таблице 3, коэффициенты вариации были на уровне 25–38%. Коэффициенты варьирования признаков по годам исследований у изучаемых сортов различались незначительно. У ветвящихся форм при увеличении плотности ценоза отмечена устойчивая тенденция уменьшения вариабельности признаков «масса растения», «масса 1000 семян». Признаки «продуктивность», «количество бобов на главном побеге», «количество семян с

главного побега», наоборот, обладали большей изменчивостью.

Корреляционный анализ полученных данных позволил выявить высокие коэффициенты корреляции семенной продуктивности растений желтого люпина с массой всего растения: в градиенте плотности ценоза их диапазон составил $r = 0,90-0,92$, с массой бобов на главном стебле $r = 0,92-0,97$, с массой створок $r = 0,80-0,86$, с количеством семян на главном стебле $r = 0,81-0,89$.

3. Коэффициенты изменчивости основных хозяйственно ценных признаков сортов люпина желтого (V, %)

Признак	Вариант, млн всхожих семян/га	2011 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
Престиж					
Масса растения	1,0	28,0	26,8	36,0	30,3
	1,3	22,5	26,2	24,5	24,4
	1,6	17,9	23,4	22,5	21,3
Продуктивность	1,0	30,0	23,4	23,6	25,7
	1,3	30,0	17,9	22,9	23,6
	1,6	27,2	42,3	35,2	34,9
Количество бобов на главном стебле	1,0	22,1	26,3	19,5	22,6
	1,3	26,5	21,6	21,0	23,0
	1,6	30,7	34,2	29,9	31,6
Количество семян	1,0	30,8	29,4	29,3	29,8
	1,3	31,7	24,3	23,3	26,4
	1,6	29,9	42,6	38,0	36,8
Масса 1000 семян	1,0	27,2	26,4	36,9	30,2
	1,3	19,0	10,7	13,0	14,2
	1,6	13,8	13,3	11,3	12,8
Новозыбковский 100					
Масса растения	1,0	22,6	25,5	29,8	25,9
	1,3	8,9	10,4	24,2	14,5
	1,6	22,0	23,4	22,7	22,7
Продуктивность	1,0	27,5	28,5	29,5	28,5
	1,3	25,3	27,9	26,9	26,7
	1,6	21,7	17,5	22,8	20,7
Количество бобов на главном стебле	1,0	33,0	38,9	24,7	32,2
	1,3	25,1	31,3	23,5	26,6
	1,6	28,9	29,0	20,0	25,9

Количество семян	1,0	22,3	51,2	31,4	34,9
	1,3	22,4	37,3	28,1	29,3
	1,6	25,6	32,4	27,7	28,6
Масса 1000 семян	1,0	20,1	24,6	20,1	21,6
	1,3	19,8	21,6	18,7	20,0
	1,6	15,9	8,0	14,1	12,7
Демидовский					
Масса растения	1,0	19,1	24,0	21,3	21,5
	1,3	19,0	22,0	20,9	20,6
	1,6	37,3	20,2	20,8	26,1
Продуктивность	1,0	27,6	30,0	23,4	27,0
	1,3	21,1	29,3	23,8	22,7
	1,6	42,1	26,1	23,6	30,6
Кол-во бобов на главном стебле	1,0	21,7	24,8	22,3	22,9
	1,3	22,4	26,4	20,2	23,0
	1,6	34,9	27,9	23,1	28,6
Количество семян	1,0	28,2	31,2	27,5	28,9
	1,3	23,4	30,1	26,4	26,6
	1,6	37,3	29,2	26,7	31,1
Масса 1000 семян	1,0	29,3	17,6	9,6	18,8
	1,3	16,0	32,0	33,3	27,1
	1,6	12,1	32,6	27,0	23,9

Использование люпина в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы требует постоянного контроля содержания белка и алкалоидов в семенах. У изучаемого набора сортов в среднем за

три года исследований не отмечалось ярко выраженной дифференциации по уровню белковости семян (табл. 4). Абсолютные значения признака варьировали в пределах 43,0–45,4%.

4. Содержание сырого белка и алкалоидов (% на абсолютно сухое вещество) в семенах люпина желтого, 2011, 2013, 2014 гг.

Сорт	Вариант, млн всхожих семян/га	Сырой белок				Алкалоиды			
		2011 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	2011 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Престиж	1,0	43,8	41,5	43,9	43,1	0,121	0,065	0,104	0,096
	1,3	43,3	41,4	44,3	43,0	0,152	0,097	0,119	0,123
	1,6	44,0	41,2	44,8	43,3	0,159	0,128	0,118	0,135
Новозыбковский 100	1,0	44,2	43,4	45,1	44,2	0,073	0,059	0,081	0,071
	1,3	42,1	43,4	44,3	43,3	0,073	0,062	0,085	0,073
	1,6	42,6	43,0	45,3	43,6	0,074	0,059	0,078	0,070
Демидовский	1,0	43,8	44,1	46,4	44,8	0,056	0,079	0,075	0,070
	1,3	44,3	45,3	46,4	45,2	0,060	0,075	0,072	0,069
	1,6	44,9	44,7	46,5	45,4	0,066	0,069	0,070	0,068

Следует выделить сорт Демидовский: содержание белка в семенах у этого сорта в условиях 2014 г. достигало 46,5%. Ценотическое действие на содержание сырого белка в семенах практически не проявлялось.

Самый высокий уровень алкалоидности семян наблюдался у сорта Престиж. Этот сорт отличался крайней нестабильностью данного признака и сильно реагировал на уплотнение ценоза. В среднем за годы исследований алкалоидность семян в ценозе 1,0 млн растений/га составила 0,096%, по мере уплотнения до 1,3 и 1,6 млн растений/га этот признак увеличивался до 0,123 и 0,135% соответственно. Сорта Новозыбковский 100 и Демидовский обладают более сильным генетическим контролем алкалоидности семян. Она практически не изменялась по годам выращивания. Диапазон изменения признака у сортов составлял 0,06–0,08%.

Заключение. Увеличение плотности популяции в большинстве случаев способствует увеличению вариабельности признаков, что является важным моментом для отбора перспективных форм [2]. Эти аспекты мало изучены на люпине желтом, поэтому изучение реакции генотипов этого вида на изменение плотности ценоза, полиморфизма по этой реакции, особенностей продукционного процесса в посевах разной плотности имеет большие перспективы для создания высокопродуктивных генотипов и интенсивных технологий для этой культуры.

Очевидно, что для селекционных целей широкая вариабельность хозяйственных признаков будет являться расширенной базой для селекционного поиска. С другой стороны, сужение размаха вариабельности приводит к стабилизации продуктивности растений и, как следствие, к стабилизации урожайности культуры.

Литература

1. Новик Н.В. Люпин желтый: перспективы использования и задачи селекции // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2017. – С. 66–75.
2. Яговенко Т.В., Зайцева Н.М., Трошина Л.В. Формирование семенной продуктивности люпина желтого в условиях ценозов разной плотности // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2017. – С. 154–166.
3. Коновалов Ю.Б., Коновалова И.М. Прогноз результатов отбора из густых и разреженных посевов яровой пшеницы на основании изучения модельных популяций // Известия ТСХА. – 1981. – Вып. 3. – С. 43–52.
4. Яговенко Т.В., Пимохова Л.И., Денисенко Л.М. Влияние загущения люпина узколистного на продуктивность растений // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 19–22.
5. Баранов В.Ф. Теоретические основы современных технологий возделывания сои // Повышение продуктивности сои : сб. статей. – Краснодар : ГНУ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, 2000. – С. 43–50.
6. Агаркова С.Н., Головина Е.В., Беляева Р.В. Формирование продуктивности сортами люпина узколистного в контрастных метеорологических условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1 (29). – С. 31–37.
7. Новиков М.Н. Результаты оценки исходного материала по урожайности и элементы структуры урожая // Научные труды НИИСХ ЦРНЗ. – 1972. – Вып. 27. – С. 27–30.

8. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
9. Артюхов А.И., Яговенко Т.В., Афонина Е.И., Трошина Л.В. Определение алкалоидов в люпине : методические рекомендации. – Брянск, 2012. – 16 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1979. – 415 с.
11. Гатаулина Г.Г., Соколова С.С. Формирование урожая и динамические характеристики продукционного процесса у зернобобовых культур. – М., 2012. – 272 с.

References

1. Novik N.V. Lyupin zheltyy: perspektivy ispolzovaniya i zadachi selekcii [Yellow lupin outlook for use and task breeding]. *Novye sorta lyupina, tekhnologiya ikh vyrashchivaniya i pererabotki, adaptaciya v sistemy zemledeliya i zhivotnovodstvo* [New lupin varieties, their cultivation and processing technologies, adaptation to farming systems and animal husbandry : Proc. Int. scientific-practical Conf.]. Bryansk, 2017, pp. 66–75.
2. Yagovenko T.V., Zaytseva N.M., Troshina L.V. Formirovanie semennoy produktivnosti lyupina zheltogo v usloviyakh tsenozov raznoy plotnosti [Development of seed productivity of yellow lupin in coenosis with different density]. *Novye sorta lyupina, tekhnologiya ikh vyrashchivaniya i pererabotki, adaptaciya v sistemy zemledeliya i zhivotnovodstvo* [New lupin varieties, their cultivation and processing technologies, adaptation to farming systems and animal husbandry : Proc. Int. scientific-practical Conf.]. Bryansk, 2017, pp. 154–166.
3. Konovalov Yu.B., Konovalova I.M. Prognoz rezultatov otbora iz gustykh i razrezhennykh posevov yarovoy pshenitsy na osnovanii izucheniya modelnykh populyatsiy [Forecast for selection results in dense and thin spring wheat crops based on model population researches]. *Izvestiya TSKHA* [TSKHA News], 1981, no. 3, pp. 43–52.
4. Yagovenko T.V., Pimokhova L.I., Denisenko L.M. Vliyanie zagushcheniya lyupina uzkolistnogo na produktivnost rasteniy [Effect of dense narrow-leaved lupin crops on plants productivity]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2005, no. 6, pp. 19–22.
5. Baranov V.F. Teoreticheskie osnovy sovremennykh tekhnologiy vozdeleyvaniya soi [Theoretical bases of modern technics for soybean cultivation]. *Povyshenie produktivnosti soi* [Soybean production increasing : Collected articles]. Krasnodar, 2000, pp. 43–50.
6. Agarkova S.N., Golovina E.V., Belyaeva R.V. Formirovanie produktivnosti sortami lyupina uzkolistnogo v kontrastnykh meteorologicheskikh usloviyakh [Productivity development of narrow-leaved lupin varieties under contrast meteorological conditions]. *Zernobobovye i krupyanye kultury* [Legumes and groat crops], 2019, № 1 (29), pp. 31–37.
7. Novikov M.N. Rezultaty otsenki iskhodnogo materiala po urozhaynosti i elementy struktury urozhaya [Results of estimation of initial material for yield and elements of yield structure]. *Nauchnye trudy NIISKH CRNZ* [Scientific works Agricultural research Institute of Central regions non-Chernozem zone]. Moscow, 1972, v. 27, pp. 27–30.
8. Ermakov A.I. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy [Methods for biochemical plants tests]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987, 460 p.
9. Artyukhov A.I., Yagovenko T.V., Afonina E.I., Troshina L.V. Opredelenie alkaloidov v lyupine [Determination of alkaloids in lupin : Methodic guides]. Bryansk, 2012, 16 p.
10. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods for field experiment]. Moscow, Kolos Publ., 415 p.
11. Gataulina G.G., Sokolova S.S. Formirovanie urozhaya i dinamicheskie harakteristiki produktsionnogo protsessa u zernobobovykh kultur [Development of yield and dynamic characteristics of production process of grain legumes crops]. Moscow, 2012, 272 p.