

УДК: 633.31:631.527.(470.40/.43)

DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-86-95

### ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТОПОПУЛЯЦИЙ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA L.*) ДЛЯ УСПЕШНОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Володина Ирина Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории инновационных технологий в сфере селекции, семеноводства и семеноведения

**Марунова Людмила Константиновна**, старший научный сотрудник лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова.

446442, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, д. 76; 8(84663)46-2-43 E-mail: gnu\_pniiss@mail.ru

**Ключевые слова:** *Medicago varia L.*, исходный материал, гетерозис, ранневесеннее отрастание, общая комбинационная способность (ОКС), кормовая, семенная продуктивность

В статье изложены результаты научно-исследовательской работы по оценке общей комбинационной способности (ОКС) у 14 сортообразцов люцерны изменчивой (*Medicago varia L.*) различного эколого-географического происхождения с целью выявления лучших по показателям продуктивности для включения в селекционный процесс в условиях Средне-Волжского региона. Изучение исходных сортообразцов и их гибридных форм осуществляли в полевом опыте 2012 года посева при трехгодичном использовании травостоя (2013–2015 гг.). Приведена характеристика сортообразцов по основным морфо-биологическим признакам (интенсивность ранневесеннего отрастания, высота растений при наступлении укосной спелости) и хозяйственно значимым показателям (сбор зеленой фитомассы, облиственность, урожайность семян) в сравнении с пространственным районированным сортом Куйбышевская. По урожайности зелёной массы выделены КСИ 24, Популяция 8, КСИ Супер, КСИ 13, характеризующиеся средней величиной ОКС (104,2 - 101,9%); Популяция 4, Изумруда и КСИ Т/3, обеспечившие достоверно высокую продуктивность за 3 года пользования травостоем (14,0 – 16,0 кг/м<sup>2</sup>), с высоким эффектом ОКС (108,0-123,5%). По урожайности семян выделены наиболее продуктивные сорта с высокой ОКС: Популяция 2 (113,5%), Популяция 7 (111,8%), Гюзель СП 03 (110,8%), Популяция 4 (109,8%), КСИ Т/3 (107,3%), КСИ 24 (105,6%), Популяция КМ (105,1%). По результатам изучения для дальнейшей селекционной работы в качестве компонентов новых поликроссных популяций включены сортообразцы люцерны изменчивой: КСИ Т/3, КСИ 24, КСИ 13, Гюзель СП 03. В настоящее время данные популяции проходят селекционное формирование в питомниках биотипического отбора на полевом провокационном фоне.

#### Введение

Для засушливого Средневолжья крайне трудно подобрать идентичную люцерне высокобелковую, богатую витаминами, минеральными солями и микроэлементами кормовую культуру, способную многократно интенсивно нарастать после кошения или стравливания животным [1]. Поэтому хозяйства, занимающиеся животноводством, организуют кормопроизводство, дающее наибольший эффект при возделывании много-

летних трав [1, 2], как экономически наиболее выгодных [3], в частности люцерны, и использовании её для получения разных видов продукции: сена, силоса, сенажа, грубых и сочных кормов [1, 4, 5]. Проблема обеспечения животных кормовым растительным белком за счёт расширения площадей многолетних бобовых культур осознаётся не только в России, но и в других европейских странах [1,6]. По содержанию незаменимых аминокислот белок люцерны пре-

восходит другие культуры. Генетические особенности, условия выращивания, сроки и способы уборки зелёной массы люцерны оказывают существенное влияние на содержание элементов питания и их динамику. Кроме того, люцерна дает рациональные севообороты и повышение урожайности последующих культур как хороший предшественник [1, 7], а также сохранение, повышение и восстановление плодородия почв [8, 9], поскольку активизирует полифенолоксидазу – фермент, который участвует в синтезе гумуса [10]. Это важно, так как повсеместно отмечается деградация плодородия почвы [11]. Люцерна требует серьезного подхода к культивированию и является ценным объектом для селектирования. Это самонесовместимая перекрёстно опыляемая культура, урожайность которой трудно контролировать. Популяции этой культуры представляют смесь высокогетерозиготных генотипов. Этим обусловлена необходимость разработки новых и совершенствование уже используемых методов и приемов селекционной работы с люцерной. В некоторых случаях, например, при получении «сортов-синтетиков» оценка родительских форм по общей комбинационной способности (ОКС) составляет основное содержание селекционной работы, поэтому важно совершенствовать такой способ оценки. В этом отношении особый интерес представляет метод поликроссов индивидуально отобранных растений [1, 6, 10, 12] или метод множественных скрещиваний [10, 12]. Он основан на оценке родительских форм по их потомству, что позволяет селекционерам использовать простые средства сравнения потомства большого числа родительских индивидуумов [1, 6, 10], полученных от опыления единообразным составом пыльцы. Растения с высокой комбинационной способностью обеспечивают более продуктивное семенное потомство, чем формы с низкой комбинационной способностью, а поскольку это наследственный признак, то первые растения будут самыми ценными в генетическом отношении [10, 13]. Для данных культур характерна определенная популяционная гетерозисность: благодаря наличию открытого цветения, перекрестного опыления и избирательного оплодотворения у растений разных генотипических свойств и особенностей происходит массовое образование гибридных организмов с наиболее благоприятным генным взаимодействием, обеспечивающим повышение их жизнеспособности и продуктивности [1, 6, 10, 14, 15].

Цель исследования – оценка селекцион-

ного достоинства популяций люцерны посредством установления общей комбинационной способности (ОКС) для создания сортов люцерны, сочетающих высокий потенциал фито - урожайности и семян посредством выделения нового исходного материала.

#### **Материалы и методы исследований**

Целедостижение осуществлялось в питомнике конкурсного сортоиспытания (2013–2015 гг.), заложенном на полях «Поволжского НИИСС», почвы участка представлены типичным черноземом среднегумусного тяжелосуглинистого состава. Схема опыта составлена с учетом биологических особенностей культуры:

1. Сплошной посев с междурядьями 15 см для оценки продуктивности зеленой массы с учетной площадью делянок 13,5 м<sup>2</sup> и нормой высева 15 кг/га.

2. Широкорядный посев с междурядьями 45 см для изучения семенного потенциала с учетной площадью делянок 10,0 м<sup>2</sup> и нормой высева 5 кг/га.

Оба варианта сеялись без покровной культуры в четырёхкратной повторности и с рендомизацией внутри блока, по 14 сортов и популяций люцерны изменчивой, созданных поликросс-методом с дальнейшим выделением лучших экземпляров по биотипическим признакам. За стандарт был взят наиболее известный в области районированный (1949 г) сорт Куйбышевская. Закладка опыта, наблюдения, учет показателей количества и качества урожая проводились в соответствии с методическими указаниями [16]. При оценке сортов и популяций изучали проявление гетерозиса по основным биологическим и хозяйственно ценным признакам: интенсивность ранневесеннего отрастания, высота растений при наступлении укосной спелости, облиственность, урожайность зелёной массы и семян. Общую комбинационную способность (ОКС) рассчитывали соотношением урожая (вегетативная масса, семена) полученного «поликросса» к среднему урожаю всех гибридов+стандарт [17]. Математическую обработку экспериментальных данных производили на ПК по стандартным методикам (STAT EXSEL).

Для оценки комбинационной способности использовалась шкала со следующей градацией:

1. Низкая – ниже 100%;
2. Средняя – равная 100–105,0 %
3. Высокая – больше 105,0 %

Различия метеорологических условий, представленных на климатограммах на рисун-

**Таблица 1**

**Показатели суммы активных температур и ГТК за период вегетации люцерны в конкурсном сортоиспытании (2012–2015 гг.)**

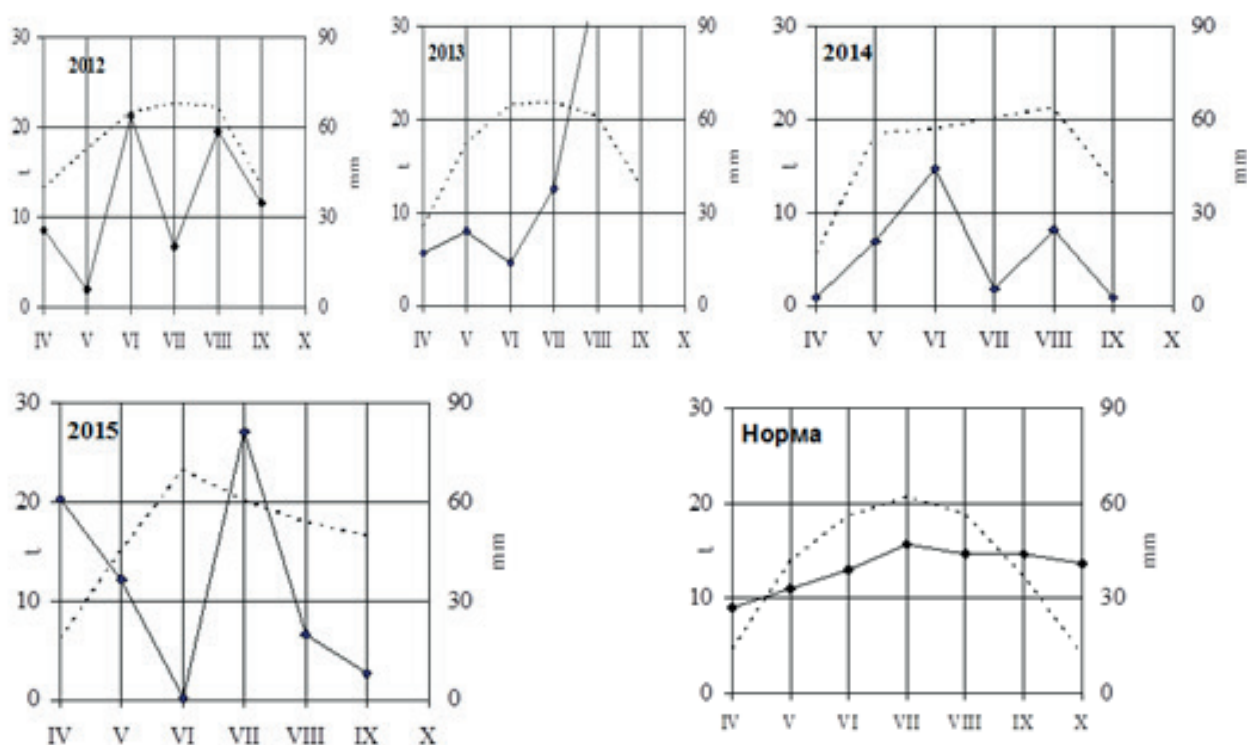
Год наблюдения	Месяц							Апрель–сентябрь
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Сумма эффективных температур, Т°С								
2012	362	521	650	702	686	310	3232	
2013	171	544	647	690	630	359	3042	
2014	85	575	406	623	663	365	2716	
2015	34	489	699	624	557	497	2901	
многолетняя	109	436	561	642	584	370	2702	
ГТК по Селянину								
2012	0,7	0,1	1,0	0,3	0,9	1,1	0,7	
2013	1,0	0,4	0,2	0,6	1,7	2,5	1,1	
2014	0,3	0,4	1,1	0,1	0,4	0,1	0,4	
2015	3,3	0,8	0,0	1,3	0,4	0,2	1,0	
многолетний	3,1	0,8	1,0	0,8	0,7	1,2	1,3	

ке 1 и в таблице 1 за весь период исследований (2013,2014,2015 гг.) относительно среднего года, предоставили возможность объективной оценки наработанного материала.

**Результаты исследований**

Основой высокой жизнеспособности и продуктивности создаваемой популяции являются производные, обладающие хорошей общей комбинационной способностью и разнородной генетической структурой, в этом случае есть возможность получения высокоурожайной сложно-гибридной популяции люцерны [10,18]. С давних пор люцерна ценится человечеством за высокопитательную кормовую массу и не зря считается лучшим кормовым ресурсом для животных и задача селекционера – постоянное повышение продуктивности этой культуры. Вопрос решается созданием новейших сортов, а также усовершенствованием технологической карты выращивания для более рационального ведения кормопроизводства. Проведя научное рассмотрение урожая зеленой массы за вегетацию 2013 года, была выявлена высокая общая комбинационная способность (ОКС) у потомства популяций Изумруда, Популяция 4, КСИ 24, КСИ Т/3 и Популяция 8. Превышение ОКС над средней по опыту у них составляло 111,8–123,8%, остальные популяции показали низкую ОКС (табл. 2).

В 2014 году к этим номерам добавился образец - КСИ Супер с превышением ОКС 112,6 %. На третий год пользования высокую общую комбинационную способность сохранили Из-



**Рис. 1 - Климатограммы (по методике Н.Валтера)**

Таблица 2

**Комбинационная способность сортообразцов люцерны изменчивой по урожайности зелёной массы (посев 2012 г.)**

Сорт, популяция	Год пользования (сумма за 2 укоса)									В сумме за цикл		
	первый			второй			третий					
	кг/м <sup>2</sup>	ОКС		кг/м <sup>2</sup>	ОКС		кг/м <sup>2</sup>	ОКС		кг/м <sup>2</sup>	ОКС	
		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина
Куйбышевская	3,2	63,9	низкая	5,0	97,1	низкая	2,3	82,1	низкая	10,5	81,0	низкая
Изумруда	6,2	123,8	высокая	5,4	104,9	средняя	3,2	114,3	высокая	14,8	114,2	высокая
Популяция 4	5,8	115,8	высокая	5,4	104,9	средняя	2,8	100,0	средняя	14,0	108,0	высокая
ТП 99	4,6	91,8	низкая	4,3	83,5	низкая	2,8	100,0	средняя	11,7	90,3	низкая
Гюзель СП 03	5,0	99,8	низкая	4,8	93,2	низкая	2,7	96,4	низкая	12,5	96,5	низкая
Популяция КМ	4,4	87,8	низкая	5,0	97,1	низкая	2,5	89,3	низкая	11,9	91,8	низкая
КСИ 24	5,8	115,8	высокая	4,5	87,4	низкая	3,2	114,3	высокая	13,5	104,2	средняя
Популяция 7	4,9	97,8	низкая	5,0	97,1	низкая	2,9	103,6	средняя	12,8	98,8	низкая
Популяция 8	5,6	111,8	высокая	5,1	99,0	низкая	2,5	89,3	низкая	13,2	101,9	средняя
Популяция 2	4,4	87,8	низкая	4,7	91,3	низкая	2,7	96,4	низкая	11,8	91,0	низкая
КСИ Супер	5,0	99,8	низкая	5,8	112,6	высокая	2,5	89,3	низкая	13,3	102,6	средняя
КСИ Т/З	5,7	113,8	высокая	7,0	135,9	высокая	3,3	117,9	высокая	16,0	123,5	высокая
ТП 12	4,6	91,8	низкая	5,0	97,1	низкая	2,7	96,4	низкая	12,3	94,9	низкая
КСИ 13	5,0	99,8	низкая	5,1	99,0	низкая	3,1	110,7	высокая	13,2	101,9	средняя
Среднее по опыту	5,01			5,15			2,8			12,96		
НСР <sub>0,5</sub> I укос	0,43			0,18			0,25					
НСР <sub>0,5</sub> II укос	0,15			0,28			0,20					

Таблица 3

**Комбинационная способность сортообразцов люцерны изменчивой по интенсивности весеннего отрастания зелёной массы (посев 2012 г.)**

Сорт, популяция	Год пользования									Средняя за цикл		
	первый			второй			третий					
	см	ОКС		см	ОКС		см	ОКС		см	ОКС	
		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина
Куйбышевская	27,5	99,5	низкая	36,8	105,5	высокая	12,7	99,1	низкая	25,7	102,2	средняя
Изумруда	30,3	109,7	высокая	34,5	98,9	низкая	13,0	101,5	средняя	25,9	103,3	средняя
Популяция 4	26,9	97,4	низкая	34,1	97,7	низкая	11,7	91,3	низкая	24,2	96,5	низкая
ТП 99	25,1	90,8	низкая	33,1	94,9	низкая	11,5	89,8	низкая	23,2	92,5	низкая
Гюзель СП 03	27,2	98,4	низкая	34,7	99,5	низкая	13,1	102,3	средняя	25,0	99,6	низкая
Популяция КМ	27,9	101,0	средняя	34,6	99,2	низкая	12,3	96,0	низкая	24,9	99,3	низкая
КСИ 24	29,2	105,7	высокая	36,7	105,2	высокая	15,0	117,1	высокая	27,0	107,4	высокая
Популяция 7	26,3	95,2	низкая	36,6	104,9	средняя	12,9	100,7	средняя	25,3	100,6	средняя
Популяция 8	28,3	102,4	средняя	32,0	91,7	низкая	13,1	102,3	средняя	24,5	97,4	низкая
Популяция 2	30,0	108,6	высокая	33,9	97,2	низкая	14,9	116,3	высокая	26,3	104,6	средняя
КСИ Супер	27,5	99,5	низкая	35,9	102,9	средняя	12,8	100,0	средняя	25,4	101,2	средняя
КСИ Т/З	27,8	100,4	средняя	34,7	99,5	низкая	12,8	100,0	средняя	25,1	100,0	средняя
ТП 12	25,0	90,5	низкая	34,4	98,6	низкая	10,7	83,5	низкая	23,4	93,1	низкая
КСИ 13	27,9	100,8	средняя	36,5	104,6	средняя	12,9	100,7	средняя	25,8	102,5	средняя
Среднее по опыту	27,6			34,9			12,8			25,1		
НСР <sub>0,5</sub>	2,24			2,94			1,52					

Таблица 4

## Комбинационная способность сортообразцов люцерны изменчивой по высоте зелёной массы в фазе укосной спелости (посев 2012 г.)

Сорт, популяция	Год пользования (средняя за 2 укоса)									Средняя за цикл		
	первый			второй			третий					
	см	ОКС		см	ОКС		см	ОКС		см	ОКС	
		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина
Куйбышевская	80,0	103,3	средняя	83,5	102,3	средняя	70,1	103,3	средняя	77,9	103,0	средняя
Изумруда	66,5	85,9	низкая	82,5	101,1	средняя	59,0	87,0	низкая	69,3	91,7	низкая
Популяция 4	75,0	96,9	низкая	84,5	103,5	средняя	61,8	91,1	низкая	73,8	97,5	низкая
ТП 99	68,5	88,5	низкая	75,5	92,5	низкая	69,8	102,9	средняя	71,3	94,2	низкая
Гюзель СП 03	77,0	99,4	низкая	87,0	106,6	высокая	66,5	98,0	низкая	76,8	101,6	средняя
Популяция КМ	79,0	102,0	средняя	82,0	100,5	средняя	72,6	107,0	высокая	77,9	103,0	средняя
КСИ 24	83,0	107,2	высокая	76,0	93,1	низкая	71,1	104,8	средняя	76,7	101,4	средняя
Популяция 7	78,5	101,4	средняя	82,5	101,1	средняя	63,1	93,0	низкая	74,7	98,8	низкая
Популяция 8	72,0	93,0	низкая	79,5	97,4	низкая	63,8	94,1	низкая	71,8	94,9	низкая
Популяция 2	82,0	105,9	высокая	82,0	100,5	средняя	66,7	98,3	низкая	76,9	101,7	средняя
КСИ Супер	77,0	99,4	низкая	83,5	102,3	средняя	63,7	93,9	низкая	74,7	98,8	низкая
КСИ Т/3	90,5	116,9	высокая	81,0	99,3	низкая	74,7	110,1	высокая	82,1	108,5	высокая
ТП 12	76,5	98,8	низкая	79,5	97,4	низкая	74,6	110,0	высокая	76,9	101,6	средняя
КСИ 13	78,5	101,4	средняя	83,5	102,3	средняя	72,1	106,3	высокая	78,0	103,2	средняя
Среднее по опыту	77,4			81,6			67,8			75,6		
НСР <sub>0,5</sub> I укос	6,38			4,57			5,95					
НСР <sub>0,5</sub> II укос	10,49			4,81			5,58					

умруда, КСИ 24 и КСИ Т/3, а также добавилась популяция КСИ 13: у трех номеров была средняя ОКС, что показывает сохранение выраженного явления гетерозиса в более возрастном агроценозе на 3 г. ж., а 5 образцов имели ОКС ниже нуля. За один цикл наблюдения 7 из 14 сортообразцов отличались достоверно высоким урожаем кормовой массы; для целей селекции из них выделены наиболее продуктивные: Популяция 4, КСИ 24, Популяция 8, КСИ Супер, КСИ 13 характеризующиеся средней величиной ОКС (108,2 - 101,9 %); Изумруда и КСИ Т/3 с высоким эффектом ОКС (114,2-123,5 %).

Увеличение линейных размеров растения является одним из характерных признаков, про-

явления соматического гетерозиса [14]. Весной отрастание люцерны начинается при температуре 7-10 °С, весеннее измерение отрастания образцов люцерны проводилось через 20 дней после устойчивого наступления среднесуточных температур. Условия во время отрастания были весьма различными по нарастанию среднесуточных температур и выпадению осадков и повлияли на отрастание растений люцерны. Изменение этого показателя представлено в таблице 3.

В первый г. п. рост начался в конце апреля при среднемесячной температуре воздуха 8,5 °С при сумме активных температур 171,4 °С и 16,9 мм осадков, которые способствовали интенсив-

ному отрастанию растений. Средняя высота отрастания по опыту составила 27,6 см, отмечены образцы с высокой (Изумруда - 109,7%; Популяция 2 - 108,6; КСИ 24 - 105,7%) и средней (Популяция 8 - 102,4%; Популяция КМ - 101,0; КСИ Т/3 - 100,8; КСИ Т/3 - 100,4%) ОКС. На второй г. п. условия отрастания были менее благоприятными и привели к вытягиванию растений на начальном этапе развития, при средней величине опыта 34,9 см 2 номера (Куйбышевская и КСИ 24) вошли в группу с высокой ОКС и 3- со средней. В условиях неравномерного распределения осадков и пониженных температур 2015 года наибольший гетерозисный эффект выявлен у сортообразцов КСИ 24 и Популяция 2. В среднем за цикл изучения данного показателя средняя по опыту составила 25,1 см, высокой ОКС обладал образец КСИ 24 (107,4%), который был основан на отборе 24 лучших номеров из селекционного питомника посева 2007 года.

К началу цветения изучаемые сортообразцы люцерны в 2013 году сформировали среднерослые и высокорослые травостои высотой 66,5-90,5 см. Выявлена положительная тенденция к увеличению этого показателя от свободного переопыления исходных экземпляров. Лучший показатель роста был отмечен у гибридных форм: Популяция 2, КСИ 24, КСИ Т/3, они проявили высокий эффект ОКС - 105,9 %; 107,2 %; 116,9 % соответственно, при высоте средней по опыту – 77,4 см. В группу со средней ОКС вошли 4 популяции, остальные в группу с низкой ОКС (Табл. 4). 2014 год был самыми засушливым по сравнению с остальными, ГТК - 0,4 за весь период вегетации и высота изучаемых образцов была более выровненной, а большинство номеров вошли в группу со средней величиной ОКС и только образец Гюзель СП 03 имел высокую ОКС (106,6 %). Он отличается повышенной симбиотической способностью, эффект которой проявляется в более увлажненных условиях. Данную популяцию можно рекомендовать для включения в селекционный процесс при создании сортов для увлажненных зон и регионов.

По высоте растений в 2015 году выделены популяции: КСИ Т/3, ТП 12, Популяции КМ и КСИ 13 (эффект составил 106,3–110,1%). Популяция КМ была создана методом скрещивания низкорослой популяции Мечта, выделяющейся повышенной облиственностью в предыдущих селекционных питомниках с сортом местной селекции Куйбышевская, которая всегда характеризовалась высоким стеблестоем. В среднем за 4 года жизни и 3 г. п. больше 50 % исследуемых

популяций превысили свои родительские формы и вошли в группу с высокой 108,5 % и средней 101,4 - 103,2 % ОКС.

«Облиственность зависит от многих факторов: вида растения, его возраста, фазы развития, метеорологических условий особенностей роста и развития растений. Формирование фотосинтетического аппарата растений – это процесс, в результате которого на одном и том же взрослом растении одновременно находятся листья разных возрастов: только что образовавшиеся и растущие, молодые и взрослые, деятельные листья, отмирающие и старые листья» [20]. «После отрастания растений идет усиленное формирование ассимиляционного аппарата, доля листьев увеличивается до фазы бутонизации, после этого происходит их усыхание и, соответственно, к концу вегетации облиственность снижается» [19, 20]. В опытах по изучению кормовой продуктивности люцерны облиственность определяется в фазе бутонизации, т. е. до начала их естественного усыхания. В первый год пользования наибольший эффект гетерозиса по этому признаку наблюдался у 5 сортопопуляций, которые вошли в группу с высокой ОКС - КСИ Супер (112,6%), КСИ 13 (108,3), Гюзель СП 03 (105,6), Изумруда (105,2), КСИ 24 (105,0%)(табл.5).

Во второй год пользования (2014 г) основная масса популяций обладала средней общей комбинационной способностью и ТП 99 – высокой. В 2015 году самая высокая облиственность была у номеров Популяция 4 и Популяция 8 по 48,2 и 48,0%, они же обладали высокой ОКС 105,8 и 105,4 % соответственно. За все годы изучения облиственность сортообразцов в среднем по опыту была на достаточно высоком уровне – 45%, облиственность имеет высокий показатель наследуемости, поэтому эффект гетерозиса проявился в меньшей степени и популяции, находившиеся на изучении, обладали средней и низкой ОКС.

Наиболее вероятное проявление гетерозиса, с селекционной точки зрения, дает свободное переопыление генетически разнокачественных сортопопуляций, т.к. урожайность семян - признак, контролируемый преимущественно естественным отбором, по мнению Арзамасовой Е. Г., 2020 [14], но в задачи современной селекции входит работа по повышению продуктивности и больше задействован искусственный отбор в контролируемых условиях. В результате учета семенной производительности была выявлена различная степень урожайности и ком-

Таблица 5

Комбинационная способность сортообразцов люцерны изменчивой по облиственности зелёной массы (посев 2012 г.)

Сорт, популяция	Год пользования (средняя за 2 укоса)									Средняя за цикл		
	первый			второй			третий					
	%	ОКС		%	ОКС		%	ОКС		%	ОКС	
		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина		эффект, %	величина
Куйбышевская	44,2	97,9	низкая	43,0	97,5	низкая	46,1	101,1	средняя	44,4	98,9	низкая
Изумруда	47,5	105,2	высокая	46,0	104,5	средняя	46,9	103,0	средняя	46,8	104,2	средняя
Популяция 4	44,9	99,4	низкая	43,5	98,7	средняя	48,2	105,8	высокая	45,5	101,4	средняя
ТП 99	42,7	94,6	низкая	47,5	107,7	высокая	46,4	101,9	средняя	45,5	101,4	средняя
Гюзель СП 03	47,7	105,6	высокая	46,0	104,5	средняя	45,8	100,5	средняя	46,5	103,6	средняя
Популяция КМ	43,2	95,7	низкая	41,7	94,7	низкая	45,9	100,7	средняя	43,6	97,1	низкая
КСИ 24	47,4	105,0	высокая	46,2	104,8	средняя	43,0	94,4	низкая	45,5	101,4	средняя
Популяция 7	42,5	94,1	низкая	42,6	96,6	низкая	44,9	98,6	низкая	43,3	96,5	низкая
Популяция 8	42,55	94,2	низкая	41,6	94,5	низкая	48,0	105,4	высокая	44,1	98,1	низкая
Популяция 2	42,9	95,0	низкая	42,8	97,1	низкая	44,3	97,3	низкая	43,3	96,5	низкая
КСИ Супер	50,85	112,6	высокая	42,6	96,7	низкая	44,2	96,9	низкая	45,9	102,2	средняя
КСИ Т/З	44,65	98,9	низкая	44,6	101,3	средняя	43,9	96,4	низкая	44,4	98,8	низкая
ТП 12	42,35	93,8	низкая	43,8	99,3	низкая	44,6	97,9	низкая	43,6	97,0	низкая
КСИ 13	48,9	108,3	высокая	45,0	102,2	средняя	45,7	100,3	средняя	46,5	103,6	средняя
Среднее по опыту	45,2			44,0			45,6			44,9		
НСР <sub>0,5</sub> I укос	0,80			4,12			2,99					
НСР <sub>0,5</sub> II укос	0,96			1,88			7,76					

Таблица 6

Комбинационная способность сортов и популяций люцерны изменчивой по урожайности семян (посев 2012 г.)

Сорт, популяция	Год пользования (средняя за 2 укоса)									Средняя за цикл		
	первый			второй			третий					
	г/м <sup>2</sup>	ОКС		г/м <sup>2</sup>	ОКС		г/м <sup>2</sup>	ОКС		г/м <sup>2</sup>	ОКС	
		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина		эф-фект, %	величина
Куйбышевская	348,9	82,4	низкая	31,4	73,0	низкая	17,2	88,8	низкая	132,5	81,8	низкая
Изумруда	364,1	86,0	низкая	49,2	114,4	высокая	20,8	107,3	высокая	144,7	89,4	низкая
Популяция 4	467,6	110,5	высокая	47,6	110,7	высокая	17,9	92,4	низкая	177,7	109,8	высокая
ТП 99	385,0	91,0	низкая	32,7	76,0	низкая	17,8	91,8	низкая	145,2	89,7	низкая
Гюзель СП 03	494,7	116,9	высокая	23,9	55,6	низкая	19,5	100,6	средняя	179,4	110,8	высокая
Популяция КМ	451,9	106,8	высокая	39,7	92,3	низкая	19,1	98,6	низкая	170,2	105,1	высокая
КСИ 24	442,4	104,5	средняя	47,4	110,2	высокая	23,0	118,7	высокая	170,9	105,6	высокая
Популяция 7	468,6	110,7	высокая	56,0	130,2	высокая	18,3	94,4	низкая	181,0	111,8	высокая
Популяция 8	451,8	106,8	высокая	22,9	53,3	низкая	18,3	94,4	низкая	164,3	101,5	средняя
Популяция 2	478,9	113,2	высокая	54,3	126,3	высокая	18,1	93,4	низкая	183,8	113,5	высокая
КСИ Супер	371,0	87,7	низкая	44,9	104,4	средняя	20,4	105,3	высокая	145,4	89,8	низкая
КСИ Т/З	450,6	106,5	высокая	49,7	115,6	высокая	20,9	107,8	высокая	173,7	107,3	высокая
ТП 12	337,5	79,7	низкая	46,7	108,6	высокая	17,9	92,4	низкая	134,0	82,8	низкая
КСИ 13	412,0	97,4	низкая	55,8	129,8	высокая	22,1	114,0	высокая	163,3	100,9	средняя
Среднее по опыту	423,2			43,0			19,4			161,9		
НСР <sub>0,5</sub>	60,43			2,89			2,96					

бинационной способности изучаемых объектов. В первый год использования (1 г. п.) травостоя на семена сложились самые благоприятные гидротермические условия вегетации за все годы изучения, и сортообразцы сформировали от 337,5 (ТП 12) до 494,7 г/м<sup>2</sup> (Гюзель СП 03) при продуктивности стандарта 348,9 г/м<sup>2</sup>. Большинство сортов характеризовались высокой ОКС от 106,5 до 116,9% (табл. 6).

Во второй год пользования высокий уровень комбинационной способности (108,6 - 130,2 %) показали восемь изучаемых сортообразцов люцерны, один со средним уровнем (104,4 %) и пять - с низким уровнем ОКС. При общем снижении урожайности семян на 3 г. п. наибольшая способность к репродуктивному гетерозису осталась у 5-ти гибридных форм: КСИ 24 – 118,7 %; КСИ 13 – 114,8 %; КСИ Т/3 – 107,8 %; Изумруда – 107,3 %; КСИ Супер – 105,3 %. В среднем за все годы проработки данного показателя наибольший эффект ОКС выявлен у следующих популяций: Популяция 4 (109,8 %), Гюзель СП 03 (110,8 %), Популяция КМ (105,1 %), КСИ 24 (105,6 %), Популяция 7 (111,8 %), Популяция 2 (113,5 %), КСИ Т/3 (107,3 %), что делает возможным выделение данных сортообразцов в качестве первоначального материала для селекции люцерны на семенную репродуктивность.

#### **Обсуждение**

Для более быстрого создания адаптированных сортов важно применение правильно подобранного селекционного материала. Наиболее результативный путь создания современных сортов - это доиспытание существующих, а также их гибридных форм с дальнейшим естественным отбором. По итогам определения ОКС 14-ти сортообразцов люцерны изменчивой разнобразного возникновения было определено, что ценные исходные составляющие для гетерозисной селекции в условиях Средневолжского региона в наибольшей степени содержатся в популяциях: по урожайности зеленой массы – КСИ 24, Популяция 8, КСИ Супер, КСИ 13 были отмечены средним параметром ОКС (104,2 - 101,9 %); Популяция 4, Изумруда и КСИ Т/3 с высоким эффектом ОКС (108,2; 114,2; 123,5%). По признаку ранневесеннего отрастания – КСИ Т/3, Популяция 7, КСИ Супер, Куйбышевская, КСИ 13, Изумруда, Популяция 2, отличающиеся средней ОКС (100,0; 104,6 %) и высокой КСИ 24 (107,4); по высоте в фазу укосной спелости - больше 50% исследуемых популяций превысили свои родительские формы и вошли в группу с высокой 108,5% (КСИ Т/3) и средней 101,4 - 103,2%

ОКС (КСИ 24, Гюзель СП 03, ТП 12, Популяция 2, Куйбышевская, Популяция КМ, КСИ 13); по репродуктивности семян – Популяция 2 (113,5%), Популяция 7 (111,8%), Гюзель СП 03 (110,8%), Популяция 4 (109,8%), КСИ Т/3 (107,3%), КСИ 24 (105,6%), Популяция КМ (105,1%). Также выделенные сортопопуляции обладали высокой облиственностью (45,5-46,8 %) в условиях Самарской области.

#### **Заключение**

Таким образом, в почвенно-климатических условиях Среднего Поволжья составной частью селекционной программы стали новые поликроссные популяции люцерны изменчивой: КСИ Т/3, КСИ 24, КСИ 13, Гюзель СП 03. В данное время на основе этих популяций организовано избирательное комплектование питомников, поликросса, в которых проводится систематическое усовершенствование популяций путем биотипического отбора.

#### **Библиографический список**

1. Игнатьев, С. А. Результаты селекции люцерны на продуктивность / С. А. Игнатьев, Т. В. Грязева // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. - № 4(58). – С. 62–66.
2. Благовещенский, Г. В. 18-й Международный симпозиум Европейской федерации луговодов / Г. В. Благовещенский // *Кормопроизводство*. - 2016. - № 6. - С. 9–13.
3. Ершов, С. Ю. Пути решения проблем в кормопроизводстве Самарской области / С. Ю. Ершов, В. Г. Васин, А. В. Васин // *Кормопроизводство*. - 2017. - № 9. – С. 3-6.
4. Соложенцева, Л. Ф. Сравнительная характеристика образцов люцерны в питомнике конкурсного сортоиспытания / Л. Ф. Соложенцева, Ю. М. Писковацкий // *Кормопроизводство*. - 2020. - № 3. - С. 25-28.
5. Евстратова, Л. П. Питательная ценность кормовой массы в зависимости от режима скашивания многолетних травостоев / Л. П. Евстратова, Г. В. Евсеева // *Кормопроизводство*. – 2020. - № 9. - С. 7-11.
6. Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки / С. А. Игнатьев, А. А. Регидин, Т. В. Грязева, К. Н. Горюнов // *Зерновое хозяйство России*. - 2019. - № 2(62). - С. 42-46.
7. Тойгильдин, А. Л. Модели смешанных посевов многолетних трав для условий лесостепи Поволжья / А. Л. Тойгильдин, О. В. Солнцева, И. А. Тойгильдина // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*.



– 2015. - № 4 (32). - С.52-57.

8. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета / С. А. Игнатъев, Т. В. Грязева, Н. Г. Игнатьева [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. - 2018. - № 5(59). - С. 10–14.

9. Сельское хозяйство и природа / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов*. - 2017. – Т. № 16(64). - С. 5-9.

10. Дюкова, Н. Н. Создание исходного материала для селекции люцерны изменчивой (*Medicago varia* L.) в Северном Зауралье / Н. Н. Дюкова, А. С. Харалгин, О. С. Харалгина // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2019. - № 2 (76). - С. 82 -84.

11. Морозов, В. И. Биологизация севооборотов и продуктивность звеньев с озимой пшеницей в условиях лесостепной зоны Поволжья / В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. - № 3(43). – С. 84-90.

12. Епифанова, И. В. Новый перспективный сорт люцерны изменчивой Есения / И. В. Епифанова, О. А. Тимошкин // *Кормопроизводство*. – 2020. - № 9. - С. 34-38.

13. Сюков, В. В. Экологическая селекция растений: типы и практика / В. В. Сюков, В. Г. Захаров, А. И. Менибаев // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. - 21(5). - С. 534-536.

14. Арзамасова, Е. Г. Изучение комбинационной способности сортообразцов клевера лугового для целей селекции в условиях Волго-Вятского региона / Е. Г. Арзамасова, Е. В. Попова, М. Н. Грипась // *Аграрная наука Евро-Северо-*

*Востока*. – 2020. - № 21(4). - С. 397-407.

15. Ломов, М. В. Перспективные гибриды люцерны в селекционных питомниках // М. В. Ломов, Ю. М. Писковацкий // *Кормопроизводство*. – 2020. - № 3. - С. 33-36.

16. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – Москва : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1997. – 134 с.

17. Кныш, А. И. Новый способ вычисления специфической комбинационной способности у сортов и линий озимой пшеницы / А. И. Кныш, И. М. Норик // *Селекция и семеноводство*. – 1973. - № 4. – С. 23-28.

18. Казарин, В. Ф. Исходный материал для селекции люцерны на повышение семенной продуктивности / В. Ф. Казарин, И. А. Володина // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2014. - № 6 (50). - С. 41–43.

19. Володина, И. А. Некоторые особенности биологии изучаемых образцов люцерны изменчивой (*Medicago varia* L.) в условиях Среднего Поволжья / И. А. Володина, И. С. Абраменко // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2019. - Т. 21, № 6. - С. 20-28.

20. Анатолян, А. А. Технологии создания двухвидовых агрофитоценозов с участием новых многолетних кормовых культур и костреча безостого в условиях Предбайкалья : спец. 06.01.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Анатолян Аргине Артуровна ; Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова. – Иркутск, 2017. – 137 с.

#### STUDY OF THE COMBINATION ABILITY OF VARIETY POPULATIONS OF VARIEGATED ALFALFA (*MEDICAGO VARIA* L.) FOR SUCCESSFUL SELECTION IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA

*Volodina I.A., Marunova L.K.*

*Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Volga Research Institute of Selection and Seed Production named after P.N. Konstantinov.*

*446442, Samara region, Kinel t., Ust-Kinelsky v., Shosseinaya st., 76; 8 (84663) 46-2-43 E-mail: gnu\_pniiss@mail.ru*

*Key words: Medicago varia L., initial material, heterosis, early spring growth, total combining ability, feed, seed productivity*

*The article presents results of the research work on assessment of the total combining ability of 14 varieties of variegated alfalfa (*Medicago varia* L.) of various ecological and geographical origin for identifying the best ones in terms of productivity in order to include them in the breeding process in the Middle Volga region. The study of the original varieties and their hybrid forms was carried out in a field experiment of 2012 sowing year with a three-year usage of the herbage (2013–2015). The characteristics of the varieties are given according to the main morpho-biological characteristics (the intensity of early spring growth, the height of plants at cutting ripeness stage) and economically significant parameters (content of green phytomass, leafiness, seed yield) in comparison with the traditional zoned variety *Kuibyshevskaya*. According to the green mass yield, the following were identified: KSI 24, Population 8, KSI Super, KSI 13, characterized by an average value of total combining ability (104.2 - 101.9%); Population 4, *Izumruda* and KSI T / Z provided reliably high productivity for 3 years of grass stand usage (14.0 - 16.0 kg / m<sup>2</sup>), with a high total combining ability effect (108.0-123.5%). According to the seed yield, the most productive varieties with a high total combining ability were identified: Population 2 (113.5%), Population 7 (111.8%), *Gyuzel SP 03* (110.8%), Population 4 (109.8%), KSI T / Z (107.3%), KSI 24 (105.6%), *KM* population (105.1%). According to the results of the study, such varieties of variegated alfalfa as KSI T / Z, KSI 24, KSI 13, *Gyuzel SP 03* were included as components of new polycross populations for further breeding work. Currently, these populations are undergoing selection formation in plots of biotypic selection on a field provocative background.*

**Bibliography:**

1. Ignatiev, S. A. Results of alfalfa breeding for productivity / S. A. Ignatiev, T. V. Gryazeva // *Grain economy of Russia*. - 2018. - № 4 (58). - P. 62–66.
2. Blagoveshchenskiy, G.V. The 18th International Symposium of the European Federation of meadow growers / G.V. Blagoveshchenskiy // *Feed production*. - 2016. - № 6. - P. 9–13.
3. Ershov, S. Yu. Ways of solving problems in feed production in Samara region / S. Yu. Ershov, V.G. Vasin, A.V. Vasin // *Feed production*. - 2017. - № 9. - P. 3-6.
4. Solozhentseva, L.F. Comparative characteristics of alfalfa samples in the plot of competitive variety testing / L.F. Solozhentseva, Yu. M. Piskovatskiy // *Feed production*. - 2020. - № 3. - P. 25-28.
5. Evstratova, L.P. Nutritional value of feed mass depending on the mowing regime of perennial herbage / L.P. Evstratova, G.V. Evseeva // *Feed production*. - 2020. - № 9. - P. 7-11.
6. Results of studying the morpha-biological characteristics of alfalfa samples from North America / S.A. Ignatiev, A.A. Regidin, T.V. Gryazeva, K.N. Goryunov // *Grain economy of Russia*. - 2019. - № 2 (62). - P. 42-46.
7. Toygildin, A.L. Models of mixed crops of perennial grasses for the conditions of the Volga forest-steppe / A.L. Toygildin, O.V. Solntseva, I.A. Toygildina // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2015. - № 4 (32). - P.52-57.
8. Study of dynamics of feed productivity and quality of different varieties of alfalfa and sainfoin / S.A. Ignatiev, T.V. Gryazeva, N.G. Ignatieva [et al.] // *Grain economy of Russia*. - 2018. - № 5 (59). - P. 10-14.
9. Agriculture and nature / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E. P. Yakovleva // *Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific works*. - 2017. - V. № 16 (64). - P. 5-9.
10. Dyukova, N.N. Creation of source material for variegated alfalfa breeding (*Medicago varia* L.) in the Northern Trans-Urals / N.N. Dyukova, A.S. Kharalgin, O.S. Kharalgina // *Izvestiya of Orenburg State Agrarian University*. - 2019. - № 2 (76). - P. 82-84.
11. Morozov, V.I. Biologization of crop rotations and productivity of links with winter wheat in the forest-steppe zone of the Volga region / V.I. Morozov, A.L. Toygildin, M.I. Podsevalov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2018. - № 3 (43). - P. 84-90.
12. Epifanova, I.V. New promising variety of variable alfalfa Yesenia / I.V. Epifanova, O.A. Timoshkin // *Feed production*. - 2020. - № 9. - P. 34-38.
13. Syukov, V. V. Ecological plant breeding: types and practice / V. V. Syukov, V. G. Zakharov, A. I. Menibaev // *Vavilov journal of genetics and breeding*. - 2017. - 21 (5). - P. 534-536.
14. Arzamasova, E.G. Study of the combining ability of varieties of meadow clover for breeding purposes in the Volga-Vyatka region / E.G. Arzamasova, E.V. Popova, M.N. Gripas // *Agrarian science of the Euro-North-East*. - 2020. - № 21 (4). - P. 397-407.
15. Lomov, M.V. Prospective alfalfa hybrids in breeding plots // M.V. Lomov, Yu. M. Piskovatskiy // *Feed production*. - 2020. - № 3. - P. 33-36.
16. Methodical instructions for conducting field experiments with feed crops. - Moscow: All-Russian Research Institute of Feed named after V.R. Williams, 1997.-- 134 p.
17. Knysh, A.I. A new method for calculating the specific combining ability of winter wheat varieties and lines / A.I. Knysh, I.M. Norik // *Selection and seed production*. - 1973. - № 4. - P. 23-28.
18. Kazarin, V.F. Source material for alfalfa breeding to increase seed productivity / V.F. Kazarin, I.A. Volodina // *Izvestia of Orenburg State Agrarian University*. - 2014. - № 6 (50). - P. 41–43.
19. Volodina, I. A. Some biology features of the studied samples of variegated alfalfa (*Medicago varia* L.) in the conditions of the Middle Volga region / I.A. Volodina, I.S. Abramenko // *Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. - 2019. - V. 21, № 6. - P. 20-28.
20. Anatolyan, A. A. Technologies for creating two-species agrophytocenoses with participation of new perennial feed crops and awnless brome in the conditions of the Cisbaikal region: spec. 06.01.01: dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / Anatolyan Argine Arturovna; Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov. - Irkutsk, 2017.- 137p.