

УДК 633.239.631.03.036

**ПРОЯВЛЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ
ЧИНЫ МНОГОЛЕТНЕЙ (ЛЕСНОЙ) В ПОКОЛЕНИЯХ F₁**

А.С.Мееровский, доктор сельскохозяйственных наук
РУП «Институт мелиорации»

Е.М.Мишук, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В.Хлуд, научный сотрудник

РУП «Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства НАН Беларуси»
(пос. Полесский, Лунинецкий район, Брестская область)

Ключевые слова: многолетние травы, селекция, отбор, гибрид, гетерозис, продуктивность

Введение

Наиболее важной и актуальной в течение продолжительного времени в Беларуси является проблема белка. В ее решении, наряду с интенсификацией возделывания традиционных для республики бобовых и зернобобовых культур, существенное значение может иметь интродукция перспективных, ранее не культивируемых, многолетних бобовых трав. К ним можно отнести чину лесную.

Чина лесная – бобовое многолетнее травянистое растение, произрастающее в диком виде, в сельскохозяйственном производстве Беларуси не используется. По своим биологическим особенностям – это мощное, высотой до 3,5 м, хорошо облиственное растение с развитой глубоко проникающей корневой системой, растет на почвах в широком диапазоне по увлажнению и содержанию органического вещества.

По продуктивному долголетию, урожайности и питательным качествам зеленой массы она превосходит все травянистые бобовые культуры, возделываемые в России и Беларуси.

На РУП «ПОСМЗил» ведутся исследования по введению чины лесной в культуру на мелиорированных торфяных почвах. В результате отбора диких форм и последующей работы создан культурный сорт чины многолетней – Купава. Сорт обладает уникальными характеристиками – произрастает на одном месте по 15 лет без снижения продуктивности, урожай зеленой массы в фазу цветения достигает 650-1050 ц/га. Средний период вегетации 130-140 дней. Этот сорт имеет максимальное, среди бобовых, содержание в зеленой массе протеина – 26,9-28,6 %. Для сравнения: у клевера 15 %. Масса 1000 семян 46-53 г., урожайность семян 6-11,4 ц/га, боб длиной 5-10 см, число зерен в бобе 5-12 шт.

Сорт обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Весовая норма высева семян в зависимости от способов посева от 2 до 12 кг/га, глубина заделки 4-6 см, сроки посева любые, однако лучшая полевая всхожесть семян – при влажности почвы

60% от полной влагоемкости. В семенах и зелёной массе отсутствуют антипитательные вещества. К недостаткам сорта следует отнести медленное развитие наземной массы в первый год жизни растений.

Для получения новых более усовершенствованных сортов и расширения генофонда чины лесной необходимо привлекать различные генотипы и методы, позволяющие создать новый исходный материал.

Лабораторией луговодства РУП «ПОСМЗиЛ» проведена оценка инбредных линий чины многолетней (лесной) на проявление комбинационной способности в поколениях F₁. При оценке характера наследуемости и комбинационной способности испытываемых форм очень важно из общей фенотипической изменчивости количественных признаков определить причину этой изменчивости, которая может быть вызвана как генетическими, наследственными, так и паратипическими, обусловленными влиянием внешней среды, факторами.

Для получения необходимых данных о комбинационной способности селективируемого материала мы провели скрещивание двух инбредных линий чины многолетней и двух самоопыленных линий дикорастущих популяций того же вида в питомниках поликросса с последующим испытанием гибридного потомства.

Такой метод проверки комбинационной способности, как «поликросс», дает возможность с большей точностью оценить общую комбинационную способность у многолетних перекрестно опыляющихся культур, к которым относится кормовая трава – чина многолетняя. При этом данный метод отбора может служить и стадией периодического отбора, при котором могут быть получены высокопродуктивные синтетические сорта, гибриды и гибридные популяции.

Чтобы обеспечить оптимальные условия, способствующие свободному переопылению каждого образца пыльцой всех других растений, семена от каждой испытываемой линии высевались по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема расположения линий в питомниках поликросса

Повторность			
Блок 1	Блок 2	Блок 3	Блок 4
L ₁ x L ₂	L ₂ x L ₁	L ₃ x L ₁	L ₄ x L ₁
L ₁ x L ₃	L ₂ x L ₃	L ₃ x L ₂	L ₄ x L ₂
L ₁ x L ₄	L ₂ x L ₄	L ₃ x L ₄	L ₄ x L ₃

Каждого образца высеяно по два рядка, блоки в повторностях расположились по следующим схемам: I – 1, 2, 3, 4; II – 2, 3, 4, 1; III – 3, 4, 2, 1; IV – 4, 3, 2, 1; V – 2, 4, 1, 3; VI – 3, 1, 4, 2. Отобранные семена от различных сочетаний линий были высеяны в гибридных питомниках F₁. В анализ были включены только прямые гибриды F₁, т.е. 6 комбинаций, выращенных в пятикратной повторности. Среднее по делянкам определялось по анализу не менее чем с 10 растений. Математическая обработка данных проводи-

лась по методике, разработанной Л.В. Хотылевой, Л.А. Тарутиной и др.

Рассматривались признаки: количество стеблей на растении, количество веток, количество листьев на стебле и ветках, средняя длина стеблей, средняя длина веток, количество соцветий, количество цветков в соцветии, образование стручков, количество семян в стручке, вес семян с одного растения, урожай семян ц/га, урожай зеленой массы в ц/га, вес 1000 семян в граммах.

Общий анализ популяций родительских линий и популяции гибридов F₁ позволил сравнить показатели гибридов F₁ со средней родителей, т.е. оценить гетерозис в первом поколении. Гетерозис дан как процент превышения средней F₁ над родительской средней, т.е. $[(F_1 - \text{среднее линий}) / \text{среднее линий}] \cdot 100 \%$.

Гетерозис рассчитан по всем показателям в среднем за два года учетов и наблюдений (2007-2008 гг.).

Превышение средней F₁ над родительской средней наблюдается по всем признакам. Наивысший процент гетерозиса отмечается у признаков, отвечающих за репродуктивную функцию растений. Так, среднее количество цветков в соцветии у гибридов в два раза выше, чем у растений родительских форм. Гетерозис по данному признаку составил 100 % (табл. 2).

Таблица 2. Среднее значение самоопыленных линий гибридов F₁ (2007-2008 гг.)

Признаки	Ед. измер.	Среднее линий	Гибриды F ₁	Гетерозис, %
Количество стеблей	шт./раст.	9,3	11,6	24,7
Количество ветвей	шт./стеб.	10,8	15,9	47,2
Количество листьев (стебель + ветки)	шт.	130,6	190,0	45,5
Средняя длина стеблей	см /раст.	138	207,9	50,6
Средняя длина ветвей	см /раст.	79,7	152,2	91,0
Среднее количество соцветий	шт./раст.	36,2	38,5	6,4
Среднее количество цветков в соцветии	шт. /соц.	2,8	5,6	100,0
Образование стручков	шт./ соц.	2,5	4,3	72,0
Количество семян в стручке	шт./струч.	8,0	9,2	14,0
Вес семян с одного растения	г./раст.	37,2	71,8	93,0
Урожай наземной биомассы	кг. /раст.	1,9	3,0	57,9
Урожай семян	ц/га	7,6	14,6	92,1
Урожай зелёной массы	ц/га	490,7	774,5	57,8
Выход сухого вещества	ц/га	98,3	154,3	56,9
Вес 1000 семян	г	38,8	51,7	33,2

Образование стручков в каждом соцветии у гибридов превышало среднее родительское в 1,7 раза. Соответственно и семенная продуктивность гибридов выше родителей почти в два раза, гетерозис выше на 93,0-92,1 %.

Гибридные формы чины многолетней превосходят среднее родителей по количественным признакам урожая зеленой массы и сухого вещества.

Так, длина веток у гибридов F₁ превышала среднюю длину веток у родительских

Таблица 3. Сравнительная характеристика (по ряду признаков) гибридов чины многолетней в питомниках F₁ (в среднем за два года)

Признаки	Номер гибридного образца												
	п ₁		п ₂		п ₃		п ₄		п ₅		п ₆		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
Стандарт													
Величина показателя													
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Количество стеблей (шт./растен.)	13,9	117,7	9,5	80,5	7,8	66,1	14,2	120,3	14,9	126,2	10,2	86,4	
Количество веток (шт./стебле)	16,0	121,2	13,6	103,0	15,7	118,9	20,0	151,5	18,1	137,1	13,8	104,5	
Количество листьев (стеб.+ветки)	180,8	227,8	125,9	150,6	137,4	75,9	242,3	134,0	258,7	143,0	143,3	79,2	
Средняя длина стеблей (см/растение)	209,5	119,6	170,8	81,5	147,4	70,3	252,6	120,5	280,7	133,9	166,5	79,4	
Средняя длина веток (см/стебель)	149,3	187,0	111,6	74,7	93,1	62,3	212,8	142,5	217,7	145,8	107,8	72,2	
Среднее количество соцветий (шт/растение)	25,9	138,6	97,1	37,4	35,0	135,1	37,6	145,1	40,6	156,7	34,8	134,3	
Среднее количество цветков (шт/соцветие)	5,0	6,2	124,0	4,5	2,7	54,0	8,1	162,0	8,4	168,0	3,9	78,0	
Образование стручков (шт/соцветие)	4,2	4,6	109,5	3,2	2,4	57,1	5,9	140,4	5,9	140,4	3,9	92,8	
Количество семян в стучке (шт/стручок)	8,7	8,6	98,8	8,7	9,5	109,2	9,0	103,4	9,0	103,4	10,0	114,9	
Вес семян с одного растения (г/растение)	45,4	72,2	159,0	52,3	39,7	87,4	98,2	216,3	112,5	247,8	53,7	118,3	
Урожай семян, ц/га	9,2	14,7	159,8	10,7	8,1	88,0	20,0	217,4	22,9	248,9	11,0	119,6	
Урожай наземной биомассы (кг/астение)	2,8	3,5	125,0	2,3	1,8	64,3	4,4	157,1	4,5	160,7	2,3	82,1	
Урожай зеленой массы, ц/га	729,9	891,5	122,1	563,5	470,7	64,5	1115,3	152,8	1152,5	157,9	556,9	76,3	
Выход сухого вещества, ц/га	147,5	177,5	120,3	113,5	96,5	65,4	213,6	144,8	230,8	156,5	111,6	75,7	

Примечание: I — величина показателя, II — в % к стандарту.

Таблица 4. Дисперсионный анализ комбинационной способности самоопыленных линий (питомник поликросса)

Причина дисперсии	К-во стеблей, шт/раст.	К-во веток, шт/стеб.	К-во листьев, шт/стеб., ветки	Средняя длина стеблей, см/раст.	Средняя длина веток, см/стеб.	Средние квадраты									
						К-во веток, шт/раст.	К-во веток, ветки								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Гибриды	29	19,7	29,8	9665,4	10039,7	16085,8	121,5	18,7	15,3	1,5	2971,9	1,9	121,5	316955,5	11940,6
Повторности	4	0,6	6,75	56,6	36,1	50,5	11,4	1,4	0,45	0,32	61,9	0,025	2,3	1770,7	102,8
F _φ Вар. повторен.	5	6,4 0,21	6,8 1,54	12,8 0,07	18,3 0,07	14,8 0,05	9,0 0,84	14,4 1,1	36,8 1,05	3,3 0,73	16,5 0,34	11,4 0,2	16,3 0,31	13,4 0,37	14,8 0,12
Случайные отклонения	20	3,1	4,4	758,0	549,0	1087,2	13,4	1,3	0,4	0,4	179,9	0,2	7,4	23600,2	804,4
Коэффициент наследуемости h ² ₀	по ср. кв.	0,52	0,54	0,70	0,78	0,73	0,62	0,79	0,88	0,35	0,76	0,63	0,76	0,71	0,73
HCP ₀₅		2,3	2,8	36,4	31,0	43,6	4,8	1,5	0,9	0,9	17,7	0,5	3,6	203,1	37,5

Таблица 5. Дисперсионный анализ комбинационной способности самоопыленных линий (питомник поликросса)

Причина дисперсии	Средние квадраты													
	К-во стеблей/шт/раст.	К-во веток/шт/стеб.	К-во листьев, шт/стеб., ветки	Средняя длина стеблей, см/раст.	Средняя длина веток, см/стеб.	К-во соцветий, шт/раст.	К-во цветков в соцветии, шт/соц.	Образование стручков, шт/соц.	К-во семян в стручке, шт/раст.	Вес семян одного растения, г/раст.	Урожай наземной биомассы кг/раст.	Урожай семян, ц/га	Урожай зеленой массы, ц/га	Выход сухого вещества, ц/га
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Гибриды	29	100,8	18288,8	27040,5	13811,4	105,1	34,1	11,4	2,9	6143,5	15,7	257,5	525681,3	18455,8
Повторности	4	3,5	440,5	470,3	385,1	18,3	0,67	0,78	0,73	1086,0	0,7	45,3	28044,6	699,0
F ₀ Вар./повторен.	5	15,4 0,62	17,4 0,42	99,4 1,73	16,2 0,45	10,1 1,76	15,7 0,31	15,7 1,1	4,5 1,1	6,9 1,2	26,5 1,2	6,9 1,2	12,0 0,37	14,1 0,53
Случайные отклонения	20	4,6	1050,2	271,9	851,5	10,4	2,2	0,7	0,6	888,5	0,6	37,5	43760,5	1313,5
Коэффициент наследуемости H ² ₀	по ср. кв.	0,77	0,80	0,95	0,79	0,65	0,79	0,76	0,48	0,58	0,84	0,58	0,73	0,76
HCP ₀₅		2,8	3,4	21,8	38,6	4,3	1,9	1,1	1,0	39,4	1,0	8,1	276,5	47,9

форм в 1,91 раза (гетерозис – 91,0 %). Средняя длина стеблей у гибридных форм составила 207,9 см на одно растение, что в полтора раза выше, чем у родителей (138,0 см). Гетерозис по этому признаку составил 50,6 %. Гетерозис по урожаю зелёной массы составил 57,8, по выходу сухого вещества – 56,9 %.

Оценку гибридов F_1 проводили в сравнении с лучшей родительской формой. По урожайности кормовой массы в среднем за два года (2007-2008) стандарт превысили гибриды n_1 , n_4 , n_5 .

Урожайность зелёной массы этих гибридов в среднем за два года составил: 891,5 ц/га – n_1 ; 115,3 ц/га – n_4 и 1152,5 ц/га – n_5 (табл. 3). По урожайности сухой массы данные номера превышали стандарт на 20,3-56,5 %. По семенной продуктивности почти все гибриды, кроме n_3 , превышали стандарт на 16,3-148,9%. Таким образом, лучшие гибридные комбинации (n_1 , n_4 , n_5) превышали стандарт по урожайности кормовой массы и семян.

Генетическая изменчивость количественных признаков в популяции растений имеет большое значение для селекционной работы. Именно доля генетической изменчивости селекционного материала прогнозирует целесообразность его дальнейшего изучения или непосредственного использования для практической цели.

Задача наших исследований – оценка комбинационной способности путем определения коэффициента наследуемости, т.е. вычисление той доли в общей изменчивости популяций, которая зависит от существующих между особями генетических различий.

Статистический анализ испытания гибридов показал высокий уровень значимости различий между гибридами при 1%-ном уровне вероятности по всем признакам. В первый год пользования травостоя исключение составлял только признак «количество семян в стручке», у которого наблюдаемое значение $F_{тер.}$ больше значения $F_{ф}$ лишь для 5%-ного уровня вероятности. Значение $F_{ф}$ лишь для повторений (блоков) не превышает 1%-ный уровень вероятности и таким образом указывает на то, что дисперсия этого источника незначительна для общей дисперсии (табл. 4, 5).

Оценка наследуемости в широком смысле определялась как отношение генетической вариации к фенотипической. Общую фенотипическую вариацию методом дисперсионного анализа раскладывали на генотипическую вариацию (между гибридами) и вариацию, обусловленную случайными причинами. Коэффициент наследуемости вычислялся по средним квадратам. Не учитывался средний квадрат по повторениям из-за незначительной величины, так как на средней величине гибридной комбинации он не отражается. Значимость средних квадратов, обусловленная общей комбинационной способностью была доказана по всем признакам ($P > 0,01$), кроме признака «количество семян в стручке» ($P > 0,05$). Следовательно, нулевая гипотеза отвергается: $\sigma^2_G \neq 0$.

Особенно высокий коэффициент наследуемости и «средняя длина стеблей (0,78-0,95) наблюдались у признака «образование стручков» (0,76-0,88). Самый низкий показа-

тель ($h_0^2 = 0,35$) наследуемости у признака «количество семян в стручке» в первый год использования. Данный признак в большей степени зависел от климатических условий, так как чина многолетняя типичный энтомофил. В 2007 г. в период цветения был слабый вылет насекомых в связи с пасмурной погодой.

Выводы

Популяции чины многолетней являются важным источником разнообразных форм растений, сочетающих в себе ценные биологические и хозяйственные признаки.

Аддитивный (суммирующий) эффект испытываемых линий по отдельным признакам очень высок, коэффициент наследуемости составляет 0,35-0,88, что указывает на ценность отобранных родительских форм, дающих возможность дальнейшего усовершенствования селекционируемого потомства.

Summary

A.S. Meerovsky, E.M. Mishuk, V.V. Khlud. **Display of Combining Ability of Everlasting Pea (Narrow-Leaved) Line in Generations Fi**

Populations of everlasting pea blend together important biological and economical features. Additive (summing) effect of tested lines by separate features is very high, investigation factor is close to one (0.35-0.88), so indicating to value of selected parent forms, that make it possible to perform further improvement of selectable generation.

Поступила 7 июля 2009 г.