

НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПРИЗНАКОВ ГАБИТУСА У МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Т. Г. ТОВСТАНОВСКАЯ, В. А. ЛЯХ

Институт масличных культур НААН,
пос. Солнечный, Украина, 69093, e-mail: tovstanovskat@gmail.com

(Поступила в редакцию 07.04.2021)

Представлены результаты исследований по изучению наследуемости признаков габитуса растений у межвидовых гибридов льна масличного второго поколения, полученных от скрещивания трех образцов культурного льна (Л 5, Л 6, М 32/2) и двух диких видов (*L. angustifolium*, *L. hispanicum*). Установлено, что высота растения, количество стеблей и боковых побегов на растении являются в средней степени наследуемыми признаками ($H = 0,61, 0,59, 0,54$ соответственно). Выделены межвидовые гибридные комбинации с высокими коэффициентами наследуемости: по высоте растений – *L. angustifolium* / Л 6 (0,81), Л 6 / *L. angustifolium* (0,87), *L. angustifolium* / Л 5 (0,67-0,80), Л 5 / *L. angustifolium* (0,68-0,72); по количеству стеблей на растении – *L. hispanicum* / Л 6 (0,69-0,78), Л 6 / *L. hispanicum* (0,66-0,81), *L. hispanicum* / М 32/2 (0,78), М 32/2 / *L. hispanicum* (0,81), *L. hispanicum* / Л 5 (0,78), Л 5 / *L. hispanicum* (0,72); по количеству боковых побегов на растении – *L. angustifolium* / М 32/2 (0,66), М 32/2 / *L. angustifolium* (0,72), *L. hispanicum* / М 32/2 (0,68), М 32/2 / *L. hispanicum* (0,70-0,71), по которым можно прогнозировать высокую эффективность отбора в ранних поколениях.

Величина коэффициентов наследуемости зависела от многих факторов: условий окружающей среды, генетических особенностей экспериментального материала, исследуемого признака. По всем изучаемым признакам габитуса в менее благоприятных по температурному режиму и количеству осадков условиях 2019 г. наблюдалась тенденция снижения средних показателей коэффициентов наследуемости по сравнению с более благоприятным по гидротермическим условиям 2020 г.

Ключевые слова: лен масличный, межвидовой гибрид, поколение F₂, габитус, коэффициент наследуемости.

The results of studies on the heritability of plant habitus traits in interspecific hybrids of oil flax of the second generation obtained from the crossing of three samples of cultivated flax (L 5, L 6, M 32/2) and two wild species (*L. angustifolium*, *L. hispanicum*) are presented. It was found that the height of the plant, the number of stems and side shoots on the plant are moderately inherited traits ($H = 0.61, 0.59, 0.54$, respectively). Interspecific hybrid combinations have been identified with high heritability rates: by plant height – *L. angustifolium* / L 6 (0.81), L 6 / *L. angustifolium* (0.87), *L. angustifolium* / L 5 (0.67-0.80), L 5 / *L. angustifolium* (0.68-0.72); by the number of stems per plant – *L. hispanicum* / L 6 (0.69-0.78), L 6 / *L. hispanicum* (0.66-0.81), *L. hispanicum* / M 32/2 (0.78), M 32/2 / *L. hispanicum* (0.81), *L. hispanicum* / L 5 (0.78), L 5 / *L. hispanicum* (0.72); by the number of side shoots on the plant – *L. angustifolium* / M 32/2 (0.66), M 32/2 / *L. angustifolium* (0.72), *L. hispanicum* / M 32/2 (0.68), M 32/2 / *L. hispanicum* (0.70-0.71), which can predict high efficiency of selection in early generations.

The value of heritability coefficients depended on many factors: environmental conditions, genetic characteristics of the experimental material, the trait under study. According to all the studied habitus traits, under conditions of 2019, which were less favorable in terms of temperature and amount of precipitation, there was a tendency towards a decrease in the average indices of heritability coefficients in comparison with those more favorable in terms of hydrothermal conditions in 2020.

Key words: oil flax, interspecific hybrid, generation F₂, habitus, coefficient of heritability.

Введение

Современный рынок льна масличного в Украине предъявляет повышенные требования к уровню урожайности и качественным показателям культуры, требует пластичных, устойчивых к болезням и вредителям сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков. С целью расширения генетического разнообразия и повышения потенциальных возможностей культуры в нашей селекционной работе мы используем межвидовую гибридизацию. Дикое однолетнее гомостильное виды льна, такие как *L. angustifolium*, *L. hispanicum*, *L. bienne*, *L. crepitans*, имеют одинаковое с культурным льном количество хромосом ($n = 15$), поэтому легко скрещиваются с ним и являются ценными генетическими источниками для получения форм с ранним созреванием, большим количеством стеблей, боковых побегов, коробочек на растении, устойчивых против болезней [1, 2].

Большинство используемых в сельском хозяйстве Украины сортов льна масличного характеризуются небольшим ветвлением стебля. Однако количество стеблей и побегов существенно влияет на семенную продуктивность льна, поэтому эти признаки нуждаются в генетическом улучшении и требуют дальнейшей селекционной доработки. Улучшение габитуса увеличит вегетативную массу растений льна, что будет способствовать повышению его конкурентоспособности против сорняков и уменьшению испарения влаги с поверхности почвы [3].

Для научного обоснования селекционных программ работы с культурой, ускорения получения признаков с улучшенными показателями необходимо знание характера генетического взаимодействия в гибридных популяциях. Применение такого генетико-статистического параметра, как насле-

дуюемость является важным для целенаправленного подбора родительских пар в скрещиваниях, эффективного отбора ценных генотипов, отбраковки малоценного материала на первых этапах селекции, позволяет ориентировать селекционный процесс на максимальное использование генотипического потенциала культуры в практической селекции [4, 5].

Для эффективного отбора растений важна генотипическая изменчивость, которая определяется с помощью коэффициента наследуемости. Этот параметр отражает долю генотипической изменчивости в общем фенотипическом варьировании признака [6]. У гомозиготных самоопыляющихся растений, к которым относится лен масличный, сохраняются все генные сочетания родителей благодаря отсутствию рекомбинации в ряде поколений. Поэтому эффективность отбора по количественным признакам вполне можно оценивать с помощью коэффициента наследуемости в широком смысле [7].

Поскольку изменчивость и наследуемость признаков зависят от генотипа и условий внешней среды, представляет ценность информация, полученная в конкретной агроклиматической зоне, для которой создаются новые сорта [8, 9].

В связи с этим целью данного исследования предусматривалось определение потенциальных возможностей диких видов льна *L. angustifolium* и *L. hispanicum* в передаче ценных генов, ответственных за высоту растений, ветвление стеблей и боковых побегов потомству, а также выделение гибридных комбинаций с высокими показателями коэффициентов наследуемости для использования их в селекции.

Основная часть

Исследования проводили в Институте масличных культур НААН Украины. Для изучения наследуемости признаков габитуса в 2017–2018 гг. были проведены скрещивания по полной диаллельной схеме. Родительскими формами были два диких вида и три образца культурного льна. Дикие виды *L. angustifolium* и *L. hispanicum* характеризовались раннеспелостью, большим, чем у культурного льна, количеством стеблей, боковых побегов, коробочек, облиственностью растений. Образцы культурного льна: Л 6 (Индия), М 32/2 (ИМК НААН, Украина), Л 5 (Чехия), использованные нами в скрещиваниях, были контрастными по признакам габитуса.

Гибриды второго поколения, полученные в 2019 и 2020 гг., высевали в гибридном питомнике F_2 с разной площадью делянок в зависимости от наличия семян блоками по схеме: материнская форма – прямой и обратный гибриды F_2 – отцовская форма [10]. Структурный анализ признаков габитуса (высота растения, количество стеблей на растении, количество боковых побегов на растении) проводили на 150 гибридных растениях F_2 и 20 растениях родительских форм.

Агроклиматические условия периода вегетации льна масличного в 2019 и 2020 гг. были контрастными по основным гидротермическим показателям.

Коэффициент наследуемости (Н) определяли по формуле [11]:

$$H = \frac{F_2 - (P_1 + P_2 + F_1) : 3}{F_2}, \text{ где } P_1, P_2, F_1, F_2 - \text{ дисперсии признака.}$$

Дисперсии признаков вычисляли в программе «MSTAT-C», разработанной в Мичиганском университете (США).

Согласно градации А. Я. Ала [12], коэффициенты наследуемости разделяли на: высокие – 0,66–1,0; средние – 0,33–0,65; низкие – 0,00–0,32.

По высоким показателям коэффициентов наследуемости выделяли комбинации, перспективные для отбора в ранних поколениях растений с необходимым уровнем признака.

В результате анализа межвидовых гибридов F_2 по признаку «высота растения» установлен средний и высокий уровень наследуемости, который составил 0,42–0,80 в 2019 г. и 0,49–0,87 в 2020 г.

Среднее значение коэффициента наследуемости по комбинациям в 2019 г. составило 0,59, а в 2020 г. – 0,63. Таким образом установлено, что высота растений в средней степени контролировалась генотипом – на 59 % и 63 % соответственно.

В литературных источниках рядом ученых была установлена достаточно высокая наследуемость высоты растений, технической части стебля, количества стеблей на растении [1, 7, 13]. По данным Ф. М. Галкина [7], высота растений имела относительно высокие коэффициенты наследуемости по материнской линии, поэтому при селекции на этот признак необходимо уделять особое внимание подбору материнских форм в скрещиваниях. Наши данные согласуются с данными исследователей, указывающих на достаточно высокую наследуемость этого признака.

Считается, что минимальная величина коэффициента наследуемости, при которой можно вести успешный отбор в ранних поколениях, должна составлять 0,50 или 50 %. Если показатель ниже ми-

нимальной величины, то отбор из таких комбинаций рекомендуется начинать в более поздних поколениях, чтобы избежать потери ценных генотипов [8].

По высоким коэффициентам наследуемости ($H > 0,66$) были выделены четыре комбинации с диким видом *L. angustifolium*, такие как: *L. angustifolium* / Л 6 – 0,81, Л 6 / *L. angustifolium* – 0,87, *L. angustifolium* / Л 5 – 0,67–0,80, Л 5 / *L. angustifolium* – 0,68–0,72. Высокая степень генетической обусловленности по этому признаку свидетельствует о незначительном влиянии паратипических факторов и эффективности отбора растений с необходимой высотой в выделенных комбинациях, начиная с поколений F_2 и F_3 (табл. 1).

Таблица 1. Наследуемость признака «высота растения» у межвидовых гибридов F_2 льна масличного, 2019–2020 гг.

Комбинация скрещивания	2019 г.					2020 г.				
	Дисперсия признака				Н	Дисперсия признака				Н
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂		P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	
<i>L. angustifolium</i> / Л 6	–	–	–	–	–	9,81	10,15	0,50	36,81	0,81
Л 6 / <i>L. angustifolium</i>	–	–	–	–	–	10,15	9,81	11,20	82,72	0,87
<i>L. angustifolium</i> / М 32/2	8,31	61,07	24,33	74,22	0,58	22,45	44,36	6,23	53,44	0,54
М 32/2 / <i>L. angustifolium</i>	61,07	8,31	6,81	59,14	0,57	44,36	22,45	15,70	53,61	0,49
<i>L. angustifolium</i> / Л 5	3,48	17,96	2,00	39,13	0,80	17,21	24,22	9,47	50,74	0,67
Л 5 / <i>L. angustifolium</i>	17,96	3,48	17,72	46,14	0,72	24,22	17,21	2,94	46,00	0,68
<i>L. hispanicum</i> / Л 6	17,76	12,51	15,02	26,10	0,42	23,33	13,01	9,61	34,83	0,56
Л 6 / <i>L. hispanicum</i>	12,51	17,76	4,87	21,13	0,45	13,01	23,33	7,95	40,23	0,63
<i>L. hispanicum</i> / М 32/2	–	–	–	–	–	18,30	11,92	16,91	43,75	0,64
М 32/2 / <i>L. hispanicum</i>	43,39	11,50	19,57	60,30	0,59	11,92	18,30	19,60	42,05	0,61
<i>L. hispanicum</i> / Л 5	–	–	–	–	–	33,06	32,97	14,33	55,89	0,52
Л 5 / <i>L. hispanicum</i>	–	–	–	–	–	32,97	33,06	4,72	54,36	0,57
Среднее					0,59					0,63

Коэффициенты наследуемости по признаку «количество стеблей на растении» у межвидовых гибридов имели широкий диапазон варьирования в зависимости от комбинации скрещивания. Установлены низкие ($H = 0,24–0,32$), средние ($H = 0,46–0,65$) и высокие ($H = 0,66–0,81$) значения, поэтому эффективность отбора не по всем комбинациям будет одинаковой. В среднем за два года исследований показатели коэффициентов наследуемости имели средний уровень и составляли 0,53 в 2019 г. и 0,65 в 2020 г.

Высокими коэффициентами наследуемости выделились шесть комбинаций с диким видом *L. hispanicum*, а именно: *L. hispanicum* / Л 6 – 0,69–0,78, Л 6 / *L. hispanicum* – 0,66–0,81, *L. hispanicum* / М 32/2 – 0,78, М 32/2 / *L. hispanicum* – 0,81, *L. hispanicum* / Л 5 – 0,78, Л 5 / *L. hispanicum* – 0,72. Высокий уровень наследуемости данного признака в этих комбинациях свидетельствует о возможности достаточно эффективного индивидуального отбора растений, начиная с F_2 и F_3 , и селекционного улучшения признака в сторону увеличения количества стеблей на растении (табл. 2).

Таблица 2. Наследуемость признака «количество стеблей на растении» у межвидовых гибридов F_2 льна масличного, 2019–2020 гг.

Комбинация скрещивания	2019 г.					2020 г.				
	Дисперсия признака				Н	Дисперсия признака				Н
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂		P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	
<i>L. angustifolium</i> / Л 6	–	–	–	–	–	3,23	2,36	0,51	3,91	0,48
Л 6 / <i>L. angustifolium</i>	–	–	–	–	–	2,36	3,23	0,61	4,48	0,54
<i>L. angustifolium</i> / М 32/2	0,81	0,99	0,33	1,90	0,63	2,51	3,51	0,32	5,01	0,58
М 32/2 / <i>L. angustifolium</i>	0,99	0,81	0,20	1,57	0,57	3,51	2,51	0,30	5,97	0,65
<i>L. angustifolium</i> / Л 5	1,58	0,62	0,50	1,18	0,24	4,85	1,46	0,47	4,70	0,52
Л 5 / <i>L. angustifolium</i>	0,62	1,58	0,19	1,16	0,32	1,46	4,85	0,17	4,00	0,46
<i>L. hispanicum</i> / Л 6	0,43	0,62	0,06	1,73	0,78	3,28	0,76	0,47	4,79	0,69
Л 6 / <i>L. hispanicum</i>	0,62	0,43	0,15	1,19	0,66	0,76	3,28	0,17	7,30	0,81
<i>L. hispanicum</i> / М 32/2	–	–	–	–	–	0,92	2,61	1,66	8,04	0,78
М 32/2 / <i>L. hispanicum</i>	0,78	0,88	1,14	1,71	0,46	2,61	0,92	1,14	8,09	0,81
<i>L. hispanicum</i> / Л 5	–	–	–	–	–	1,33	1,08	0,33	3,90	0,78
Л 5 / <i>L. hispanicum</i>	–	–	–	–	–	1,08	1,33	0,66	3,61	0,72
Среднее					0,53					0,65

По признаку «количество боковых побегов на растении» выявлены низкие (0,23–0,32), средние (0,39–0,65) и высокие (0,66–0,72) показатели коэффициентов наследуемости, что свидетельствует о различной степени их генетической обусловленности. В среднем за два года исследований показатели коэффициентов наследуемости имели средний уровень и составляли 0,49 в 2019 г. и 0,59 в 2020 г.,

что несколько ниже средних показателей Н по высоте растений и количеству стеблей на растении. Это свидетельствует о большем влиянии на данный признак факторов внешней среды и более низкой доле генотипической изменчивости в общем фенотипическом варьировании признака.

Выделены четыре комбинации с высокими показателями Н: *L. angustifolium* / М 32/2 – 0,66, М 32/2 / *L. angustifolium* – 0,72, *L. hispanicum* / М 32/2 – 0,68, М 32/2 / *L. hispanicum* – 0,70–0,71. Высокая способность к наследуемости у выделенных комбинаций свидетельствует о большой степени генетической обусловленности признака и возможности создания форм с повышенным ветвлением в процессе последующих отборов (табл. 3).

Таблица 3. Наследуемость признака «количество боковых побегов на растении» у межвидовых гибридов F₂ льна масличного, 2019–2020 гг.

Комбинация скрещивания	2019 г.				Н	2020 г.				Н
	Дисперсия признака					Дисперсия признака				
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂		P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	
<i>L. angustifolium</i> / Л 6	–	–	–	–	–	83,61	19,14	17,30	104,74	0,62
Л 6 / <i>L. angustifolium</i>	–	–	–	–	–	19,14	83,61	10,65	55,90	0,32
<i>L. angustifolium</i> / М 32/2	7,01	16,38	24,33	42,25	0,62	13,18	64,30	5,82	78,94	0,66
М 32/2 / <i>L. angustifolium</i>	16,38	7,01	22,69	28,12	0,45	64,30	13,18	9,50	104,05	0,72
<i>L. angustifolium</i> / Л 5	5,60	6,70	14,50	22,66	0,61	25,09	50,26	2,47	66,17	0,61
Л 5 / <i>L. angustifolium</i>	6,70	5,60	22,44	14,98	0,23	50,26	25,09	6,98	53,73	0,61
<i>L. hispanicum</i> / Л 6	6,74	3,04	13,38	12,59	0,39	80,94	11,10	12,61	51,41	0,32
Л 6 / <i>L. hispanicum</i>	3,04	6,74	17,56	15,97	0,43	11,10	80,94	0,62	81,56	0,62
<i>L. hispanicum</i> / М 32/2	–	–	–	–	–	15,80	60,62	22,00	102,78	0,68
М 32/2 / <i>L. hispanicum</i>	6,89	4,34	25,61	42,10	0,71	60,62	15,80	20,61	107,09	0,70
<i>L. hispanicum</i> / Л 5	–	–	–	–	–	13,46	21,77	4,03	36,77	0,64
Л 5 / <i>L. hispanicum</i>	–	–	–	–	–	21,77	13,46	8,32	41,79	0,65
Среднее					0,49					0,59

Следует отметить межвидовые комбинации (прямую и обратную) *L. hispanicum* / М 32/2 и М 32/2 / *L. hispanicum*, которые выделились высокими показателями коэффициентов наследуемости по двум признакам – количеству стеблей и количеству боковых побегов на растении. Потенциальные возможности выделенных комбинаций будут использованы в дальнейшем селекционном процессе на повышенное ветвление.

На величину коэффициента наследуемости значительное влияние оказывали погодные условия. По всем изучаемым признакам габитуса в менее благоприятных по температурному режиму и количеству осадков условиях 2019 г. наблюдалась тенденция снижения средних показателей Н по сравнению с более благоприятным 2020 годом. Так, по высоте растений Н был равен 0,59 в 2019 г. против 0,63 в 2020 г.; по количеству стеблей на растении – 0,53 в 2019 г. против 0,65 в 2020 г.; по количеству побегов на растении – 0,49 в 2019 г., против 0,59 в 2020 г. (табл. 1, 2, 3). Это объясняется тем, что при неблагоприятных условиях среды существенно возрастает доля паратипической изменчивости признака, следовательно, снижается величина коэффициента наследуемости. Благоприятные и стабильные условия среды способствуют повышению коэффициента наследуемости [14].

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о зависимости наследуемости признаков габитуса льна от многих факторов: генетических особенностей экспериментального материала, исследуемого признака, условий окружающей среды.

Установлено, что у межвидовых гибридов второго поколения высота растений, количество стеблей и боковых побегов на растении являются в средней степени наследуемыми признаками (Н = 0,61, 0,59, 0,54 соответственно).

Выделены межвидовые гибридные комбинации с высокими коэффициентами наследуемости:

по высоте растений – *L. angustifolium* / Л 6 (0,81), Л 6 / *L. angustifolium* (0,87), *L. angustifolium* / Л 5 (0,67–0,80), Л 5 / *L. angustifolium* (0,68–0,72);

по количеству стеблей на растении – *L. hispanicum* / Л 6 (0,69–0,78), Л 6 / *L. hispanicum* (0,66–0,81), *L. hispanicum* / М 32/2 (0,78), М 32/2 / *L. hispanicum* (0,81), *L. hispanicum* / Л 5 (0,78), Л 5 / *L. hispanicum* (0,72);

по количеству боковых побегов на растении – *L. angustifolium* / М 32/2 (0,66), М 32/2 / *L. angustifolium* (0,72), *L. hispanicum* / М 32/2 (0,68), М 32/2 / *L. hispanicum* (0,70–0,71).

Полученные научные данные и селекционный материал имеют как теоретическое, так и практическое значение. Выделенные нами комбинации с высокой степенью генетической обусловленности по

признакам габитуса растений являются перспективным исходным материалом и будут проходить дальнейшее испытание в селекционном процессе для создания новых высокопродуктивных сортов льна масличного с повышенным ветвлением стебля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лях, В. А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* L. и биотехнологические пути работы с ними / В. А. Лях, А. И. Сорока // Монографія – Запорожье, 2008. – 182 с.
2. Полякова, И. А. Использование межвидовой гибридизации при создании ценного исходного материала льна масличного / И. А. Полякова // 36. наук. праць «Фактори експериментальної еволюції організмів», Інститут молекулярної біології і генетики, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова, 2014. – Том. 15. – С. 227–230.
3. Полякова, І. О. Селекційна оцінка сортів ресурсів льону олійного / І. О. Полякова // Науково-технічний бюлетень ІОК НААН. – Запоріжжя, 2019. – Вип. 28 – С. 79–87.
4. Товстановская, Т. Г. Использование селекционно-генетических параметров при создании исходного материала для селекции льна масличного: сб. тезисов VI Международной научной конференции «Генетика, физиология и селекция растений» / Т. Г. Товстановская. – Кишинев: Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии наук Республики Молдова, 9–10 октября, 2017 – С. 25–30.
5. Волкова, Л. В. Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений / Л. В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2019. – Том 20, №3. – С. 207–218.
6. Будак, А. Б. Изменчивость и наследуемость количественных признаков у сои в F_2 / А. Б. Будак // Генетические основы селекции с.-х. культур в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1986. – С. 107–114.
7. Галкин, Ф. М. Применение коэффициентов наследуемости для прогноза отбора по количественным признакам у льна масличного / Ф. М. Галкин, М. А. Сорочинская // Бюл. науч.-техн. инф. по масл. культурам ВНИИМК. – 1986. – Вып. III (94). – С. 8–13.
8. Литарная, М. А. Наследование хозяйственно-ценных признаков у гибридов F_1 – F_3 и выделение исходного материала для целей селекции / М. А. Литарная // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 135–138.
9. Товстановська Т. Г. Ефективність використання селекційно-генетичних параметрів у селекції льону олійного / Т. Г. Товстановська // Вісник аграрної науки – Київ, 2018. – № 10 – С. 41–47.
10. Лях, В. О. Селекція льону олійного. Методичні рекомендації / В. О. Лях, І. О. Полякова. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2008. – 40 с.
11. Айала, Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику / Ф. Айала // М. Мир: 1984. – 232 с.
12. Ала, А. Я. Генетика количественных признаков сои / А. Я. Ала // Научно-техн. бюл., Новосибирск: 1976. – Вып. 5. – С. 6–23.
13. Patil, V. D. Genetic variability and character association in intervarietal crosses of linseed / V. D. Patil, V. G. Makhe, P. R. Chopde // Indian J. Agr. Sci. – 1981. – V. 51. – № 9. – P. 631–633.
14. Мухордова, М. Е. Наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридов озимой мягкой пшеницы / М. Е. Мухордова // Вестник Алтайского госуд. аграрного универс. – 2015. – №7 (129). – С. 20–24.