

УДК 633.13:575.1/2.084

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У ГИБРИДОВ ОВСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**¹Петров Г.Л., ²Фомина М.Н., ³Малышкин Н.Г., ¹Петрова Е.Ю.***¹Тюменский индустриальный университет, Тюмень,**e-mail: gri363@yandex.ru, ele45565727@yandex.ru;**²ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья», Московский, e-mail: maria_f72@mail.ru;**³ФГБУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, e-mail: malyshkin81@rambler.ru*

Овес, в отличие от пшеницы, ячменя и ржи, в генетическом отношении является малоизученной культурой. С целью исследования характера наследования основных элементов структуры урожая нами были проведены скрещивания по схеме топкросс. В качестве исходных родительских форм взяты среднепоздние высокопродуктивные сорта и скороспелые формы, различающиеся по фенотипическим проявлениям признака продуктивности и его составляющих. Компоненты скрещивания подбирались с учетом интенсивности формирования отдельных элементов продуктивности. Приведены данные по изучению изменчивости и наследования у гибридов овса первого и второго поколений таких важных элементов продуктивности, как количество зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки, масса 1000 зерен и продуктивность растения. При анализе гибридов второго поколения, родительские формы которых значительно различаются между собой по количеству зерен в метелке, отмечено расщепление с уклоном в сторону худшего родителя, а у гибридов, родительские пары которых не различаются по данному показателю, имели место отрицательные трансгрессии. Вариабельность количественных признаков у гибридов второго поколения проявляется сильнее, чем у родительских форм. Наблюдалась высокая степень и частота положительных трансгрессий. Наследуемость одних и тех же количественных показателей в разных комбинациях неодинакова. Это говорит об индивидуальной особенности генотипов родительских форм. Высокие значения коэффициента наследуемости указывают на возможность эффективного отбора по фенотипу во втором и третьем поколениях.

Ключевые слова: Северное Зауралье, гибриды овса, скрещивания, наследуемость, изменчивость, элементы продуктивности, отбор, гибридные популяции

VARIABILITY AND INHERITANCE OF ELEMENTS OF EFFICIENCY AT HYBRIDS OF OATS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH TRANS-URALS**¹Petrov G.L., ²Fomina M.N., ³Malyshkin N.G., ¹Petrova E.Yu.***¹Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: gri363@yandex.ru, ele45565727@yandex.ru;**²FSBI RIA Northern Trans-Urals Region, Moskovskiy, e-mail: maria_f72@mail.ru;**³Agrarian State University of the Northern Trans-Ural, Tyumen, e-mail: malyshkin81@rambler.ru*

Oats, unlike wheat, barley and rye is genetically largely unexplored culture. In order to investigate the nature of inheritance of the main elements of our crop patterns were carried out under the scheme top crosses. The initial parental forms taken later from maturing high-yield varieties and forms, differing in the phenotypic manifestations characteristic of productivity and its components. mating components were selected based on the intensity of the formation of the individual elements of productivity. The data for the study of variation and inheritance in hybrids of oats of the first and second generations of the important elements of productivity as the number of grains in the main panicle, grain weight of the main panicle, 1000 grain weight and productivity of plants. In the analysis of the second generation of hybrids, parental forms which significantly differ in the number of grains per panicle, observed cleavage with a bias towards the worst parents and hybrids, parental pairs that do not differ on this indicator, were negative transgression. Variability of quantitative traits in the hybrids of the second generation is stronger than the parent forms. There was a high degree and frequency of positive transgressions. The heritability of the same quantitative indicators in different combinations varies. It speaks of the individual features of the genotypes of the parental forms. High values of heritability coefficient indicate the possibility of an effective selection of the phenotype in the second and third generations noted splitting with a bias towards the worst parents and hybrids, parental pairs that do not differ on this indicator, were negative transgression. Variability of quantitative traits in the hybrids of the second generation is stronger than the parent forms. There was a high degree and frequency of positive transgressions. The heritability of the same quantitative indicators in different combinations varies. It speaks of the individual features of the genotypes of the parental forms. High values of heritability coefficient indicate the possibility of an effective selection of the phenotype in the second and third generations.

Keywords: Northern Trans-Urals, oats hybrids, cross-breeding, heredity, variability, productivity elements, selection, hybrid population

В литературе имеется много сообщений о характере наследования количественных признаков у пшеницы, ячменя, ржи. Овес же в генетическом отношении является малоизученной культурой: на первых порах генетические исследования носили фрагментарный характер [1, 2, 7].

Цель исследования – охарактеризовать изменчивость и характер наследования (определить степень доминирования, коэффициент наследуемости, а также степень и частоту трансгрессии) таких признаков, как количество зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки,

масса 1000 зерен и масса зерна с одного растения. Ведь данные показатели и определяют направление отбора в процессе селекции овса [8].

Материалы и методы исследования

С целью изучения характера наследования основных элементов структуры урожая нами в 2011 г. были проведены скрещивания по схеме топкросс в НИИСХ Северного Зауралья. В качестве исходных родительских форм взяты среднепоздние высокопродуктивные сорта (Нарымский 943, Томская обл.; Astor, Нидерланды) и скороспелые (Jo 1057, Финляндия; Kollorschlاد, Австрия; Fable, Польша), различающиеся по фенотипическим проявлениям признака продуктивности и его составляющих. Компоненты скрещивания подбирались с учетом интенсивности формирования отдельных элементов продуктивности [6]. Посев в гибридном питомнике проводили в трехкратной повторности по схеме $P_1F_1F_2P_2$. Для изучения гибридов F_1 использовали фитотрон, последующие поколения высевали в поле на полосах шириной 1 м. Междурядья 20 см, расстояние между растениями в рядке 5 см. Родители и гибриды F_1 высевались по 20 зерен, F_2 – 100. У родительских форм и гибридов определяли среднее арифметическое (\bar{x}) и его ошибку (S), коэффициент вариации (V) [3], степень доминирования в F_1 (h), коэффициент наследуемости (H^2) [4], а также степень (T_c) и частоту (T_v) трансгрессии [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Число зерен в главной метелке является весьма важным элементом продуктивности растений. В наших опытах наследование числа зерен в метелке у гибридов F_1 колебалось в широких пределах: от гетерозиса до уклонения признака в сторону худшей родительской формы (табл. 1). В комбинациях Нарымский 943 x Kollorschlاد, Astor x Jo 1057, Astor x Fable отмечено сверхдоминирование или гетерозис показателя лучшего родителя. Уклонение анализируемого признака в сторону худшей родительской формы отмечалось в комбинациях Нарымский 943 x Fable и Astor x Kollorschlاد. Промежуточный характер наследования данного показателя с уклонением в сторону худшего родителя наблюдался в комбинации Нарымский 943 x Jo 1057.

При анализе F_2 гибридов, родительские формы которых значительно различаются между собой по числу зерен в метелке, отмечено расщепление с уклоном в сторону худшего родителя, а у гибридов, родительские пары которых не различаются по данному показателю, имели место отрицательные трансгрессии.

Коэффициенты вариации числа зерен в метелках F_1 находились на уровне родительских форм (16,6–5,0%), а у гибридов F_2 они были выше, что обусловлено расщеплением популяции. При изучении харак-

тера наследования этого признака получены высокие коэффициенты наследуемости (H^2), которые колебались в зависимости от комбинации в пределах от 53,2 до 68,2%. Исключение составила комбинация Astor x Kollorschlاد ($H^2 = 35,9\%$). Наиболее высокая наследуемость данного показателя отмечена у гибридов, полученных от скрещивания с сортом Fable, взятым в качестве отцовской формы ($H^2 = 64,2\text{--}68,2\%$). Поэтому отбор по анализируемому признаку в этих комбинациях может быть результативным. Трансгрессивные формы выявлены нами во всех гибридных комбинациях за исключением популяции Astor x Kollorschlاد. Наибольшей выраженностью признака количества зерен в метелке и показателей трансгрессии отличались комбинации Нарымский 943 x Jo 1057 и Нарымский 943 x Fable (степень трансгрессии составила 16,4–20,0%, а чистота – 10,0–11,9%). Это свидетельствует о том, что отбор по данному признаку в этих комбинациях может быть особо эффективным, а сорта Fable и Jo 1057 могут быть рекомендованы как скороспелые источники для селекции форм с повышенным числом зерен.

Наследование массы зерна с главной метелки гибридами F_1 имело различный характер, с преобладанием сверхдоминирования лучшей родительской формы (66,6% случаев, табл. 2). Промежуточный характер наследования отмечен в комбинации Нарымский 943 x Jo 1057 как в F_1 так и в F_2 . Полное доминирование худшей родительской формы наблюдалось в комбинации Astor x Kollorschlاد. У гибридов F_2 при наследовании массы зерна с метелки имело место распределение с появлением трансгрессивных форм. Коэффициент вариации массы зерна с метелки в F_1 гибридов находился на уровне родительских форм ($V = 18,7\text{--}25,9\%$), а в F_2 он значительно превышал изменчивость признака у родителей и достигал 50,7% (Нарымский 943 x Kollorschlاد).

Продуктивность метелки в наших исследованиях имела высокий коэффициент наследуемости во всех гибридных комбинациях ($H^2 = 63,8\text{--}69,2\%$). Это указывает на эффективность отбора по этому признаку.

Трансгрессии по данному показателю наблюдались во всех комбинациях. Наибольшая степень трансгрессии и частота отмечены в комбинациях Нарымский 943 x Jo 1057, Нарымский 943 x Fable и Astor x Jo 1057 ($T_c = 13,6\text{--}31,8\%$, $T_v = 4,4\text{--}10,0\%$). Из этих комбинаций нами в F_2 проведен отбор растений, превышающих лучшего родителя по массе зерна с главной метелки.

Таблица 1

Характеристика родительских форм и гибридов овса по количеству зерна в метелке

Гибридная комбинация	Количество зерен в метелке, шт			
	+ S			
	P ₁	F ₁	F ₂	P ₂
1	2	3	4	5
Нарымский 943 x Kollorschlad	50,7 ± 2,8	57,3 ± 2,7*	43,8 ± 2,7*	49,0 ± 2,3
Нарымский 943 x Jo 1057	50,7 ± 2,8	53,5 ± 3,7*	53,0 ± 3,4*	58,0 ± 3,7
Нарымский 943 x Fable	50,7 ± 2,8	50,9 ± 3,3	48,6 ± 2,5*	53,7 ± 1,5
Astor x Kollorschlad	35,4 ± 1,9	37,4 ± 3,6*	40,9 ± 1,9*	49,0 ± 2,3
Astor x Jo 1057	35,4 ± 1,9	64,2 ± 3,3*	50,6 ± 2,8*	58,0 ± 3,7
Astor x Fable	35,4 ± 1,9	58,4 ± 2,5*	5,3 ± 1,9*	53,7 ± 1,5

Окончание табл. 1

Коэффициент вариации, %				h	H ² , %	Трансгрессии, %	
V						T _c	T _ч
P ₁	F ₁	F ₂	P ₂				
6	7	8	9	10	11	12	13
25,2	20,0	45,9	20,8	8,30	53,2	4,6	2,6
25,2	23,1	46,9	25,9	-0,24	59,7	16,4	10,0
25,2	23,4	35,9	14,1	-0,86	64,2	20,0	11,9
23,4	25,0	31,2	20,8	-0,70	35,9	0	0
23,4	20,3	41,9	25,9	1,50	61,1	8,8	4,4
23,4	16,6	38,3	14,1	1,51	68,2	8,2	6,0

Примечание: h – степень доминирования в F₁; H² – коэффициент наследуемости, %; T_c – степень трансгрессии, %; T_ч – частота трансгрессии, %, * – отклонение от родительских форм статистически достоверно на уровне P = 0,05.

Таблица 2

Характеристика родительских форм и гибридов овса по массе зерна с главной метелки

Гибридная комбинация	Масса зерна с метелки, г			
	+ S			
	P ₁	F ₁	F ₂	P ₂
1	2	3	4	5
Нарымский 943 x Kollorschlad	1,5 ± 0,4	1,8 ± 0,1*	1,1 ± 0,09	1,2 ± 0,06
Нарымский 943 x Jo 1057	1,5 ± 0,4	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,10	1,5 ± 0,10
Нарымский 943 x Fable	1,5 ± 0,4	1,6 ± 0,1	1,4 ± 0,08	1,4 ± 0,05
Astor x Kollorschlad	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,06	1,2 ± 0,06
Astor x Jo 1057	0,9 ± 0,1	1,8 ± 0,1*	1,2 ± 0,07*	1,5 ± 0,1
Astor x Fable	0,9 ± 0,1	1,7 ± 0,1*	1,1 ± 0,05*	1,4 ± 0,05

Окончание табл. 2

Коэффициент вариации, %				h	H ² , %	Трансгрессии, %	
V						T _c	T _ч
P ₁	F ₁	F ₂	P ₂				
6	7	8	9	10	11	12	13
27,1	24,3	50,7	21,4	3,00	65,6	9,1	5,2
27,1	23,9	49,2	27,5	0,00	63,8	31,8	10,0
27,1	24,2	39,2	19,0	3,00	64,5	13,6	7,1
23,0	25,9	38,2	21,4	-1,00	66,6	12,5	5,7
23,0	22,4	41,4	27,7	1,60	69,2	14,2	4,4
23,0	18,7	38,7	19,0	2,20	68,7	5,5	6,0

Примечание: h – степень доминирования в F₁; H² – коэффициент наследуемости, %; T_c – степень трансгрессии, %; T_ч – частота трансгрессии, %, * – отклонение от родительских форм статистически достоверно на уровне P = 0,05.

Таблица 3

Характеристика родительских форм и гибридов овса по массе 1000 зерен

Гибридная комбинация	Масса 1000 зерен, г + S			
	P ₁	F ₁	F ₂	P ₂
1	2	3	4	5
Нарымский 943 x Kollorschlad	30,8 ± 0,3	31,0 ± 0,6*	30,1 ± 0,6*	25,2 ± 0,3
Нарымский 943 x Jo 1057	30,8 ± 0,3	28,1 ± 0,7*	29,6 ± 0,5*	26,1 ± 0,5
Нарымский 943 x Fable	30,8 ± 0,3	31,2 ± 0,6*	30,3 ± 0,6*	25,4 ± 0,3
Astor x Kollorschlad	25,9 ± 0,4	26,1 ± 3,6*	26,9 ± 0,4*	25,2 ± 0,3
Astor x Jo 1057	25,9 ± 0,4	27,5 ± 0,5*	28,6 ± 0,5*	26,1 ± 0,5
Astor x Fable	25,9 ± 0,4	28,9 ± 0,7*	28,4 ± 0,4*	25,4 ± 0,3

Окончание табл. 3

Коэффициент вариации, V%				h	H ² , %	Трансгрессии, %	
P ₁	F ₁	F ₂	P ₂			T _c	T _ч
6	7	8	9	10	11	12	13
4,8	8,1	12,9	6,5	1,07	83,6	5,8	10,5
4,8	8,8	11,6	8,6	0,12	71,1	4,4	10
4,8	8,1	13,2	6,8	1,14	83,8	16,6	11,9
6,6	8,7	10,2	6,5	1,57	62,6	1,1	2,8
6,6	7,5	13,6	8,6	15	75	23,6	17,7
6,6	9,4	11,5	6,8	11	72,2	15	14

Примечание: h – степень доминирования в F₁; H² – коэффициент наследуемости, %; T_c – степень трансгрессии, %; T_ч – частота трансгрессии, %; * – отклонение от родительских форм статистически достоверно на уровне P = 0,05.

Таблица 4

Характеристика родительских форм и гибридов овса по массе зерна с одного растения

Гибридная комбинация	Продуктивность растения, г + S			
	P ₁	F ₁	F ₂	P ₂
1	2	3	4	5
Нарымский 943 x Kollorschlad	3,0 ± 0,2	5,0 ± 0,4*	2,8 ± 0,2	3,1 ± 0,2
Нарымский 943 x Jo 1057	3,0 ± 0,2	4,1 ± 0,5*	3,4 ± 0,2	3,5 ± 0,3
Нарымский 943 x Fable	3,0 ± 0,2	4,1 ± 0,5*	3,3 ± 0,2	3,4 ± 0,2
Astor x Kollorschlad	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,5*	2,8 ± 0,2*	3,1 ± 0,2
Astor x Jo 1057	2,3 ± 0,1	5,0 ± 0,4*	2,9 ± 0,2*	3,5 ± 0,3
Astor x Fable	2,3 ± 0,1	5,6 ± 0,4*	3,0 ± 0,1*	3,4 ± 0,2

Окончание табл. 4

Коэффициент вариации, V%				h	H ² , %	Трансгрессии, %	
P ₁	F ₁	F ₂	P ₂			T _c	T _ч
6	7	8	9	10	11	12	13
42,7	33,6	62,5	36,2	3,9	30,6	10,2	2,6
42,7	44,9	56,3	36,4	3,4	32,5	19,2	7,5
42,7	45,8	57,2	32,2	4,5	26,3	15,4	7,1
35,4	36,6	51,2	36,2	0,0	48,8	14,6	5,7
35,4	32,8	62,8	36,4	3,5	64,1	31,5	4,4
35,4	30,1	48,7	32,2	4,6	37,1	0	0

Примечание: h – степень доминирования в F₁; H² – коэффициент наследуемости, %; T_c – степень трансгрессии, %; T_ч – частота трансгрессии, %; * – отклонение от родительских форм статистически достоверно на уровне P = 0,05.

Таким образом, вариабельность количественных признаков у гибридов F_2 проявляется сильнее, чем у родительских форм. Наследование числа и массы зерна с главной метелки носит различный характер: от сверхдоминирования наиболее продуктивного родителя до уклонения в сторону худшей родительской формы. Наблюдалась высокая степень и частота положительных трансгрессий. Наследуемость одних и тех же количественных показателей в разных комбинациях неодинакова. Это говорит об индивидуальной особенности генотипов родительских форм. Высокие значения H^2 указывают на возможность эффективного отбора по фенотипу в F_2 и F_3 .

Масса 1000 зерен является весьма важным компонентом продуктивности растений. В исследованиях многих авторов она наследовалась по типу доминирования и сверхдоминирования [1, 2, 9]. В опытах И.М. Шиндина [10] чаще всего этот признак наследовался по типу доминирования крупнозернистости.

В наших опытах в наследовании гибридами F_1 массы 1000 зерен в большинстве комбинаций наблюдалось сверхдоминирование этого признака и лишь в комбинации Нарымский 943 x Jo 1057 отмечалось промежуточное наследование (табл. 3). У гибридов F_2 данный показатель наследовался по типу положительно доминирования и сверхдоминирования. По сравнению с другими количественными признаками масса 1000 зерен характеризовалась меньшей изменчивостью. Коэффициент вариации крупности зерна F_1 гибридов в большинстве случаев находился на уровне коэффициентов вариации родительских форм, однако они были ниже по сравнению с гибридами F_2 .

Масса 1000 зерен имела самый высокий коэффициент наследуемости ($H^2 = 62,6-83,8\%$). Это свидетельствует о том, что эффективность отбора по этому признаку в F_2 будет значительно выше, чем по числу зерен в метелке и массе зерна с одного растения. Выщепление трансгрессивных форм нами обнаружено во всех гибридных популяциях, но наибольшая выраженность показателей трансгрессии отмечена в комбинациях Нарымский 943 x Fable, Astor x Jo 1057, Astor x Fable ($T_c = 15,0-23,6\%$, $T_q = 14,0-17,7\%$).

Большинство исследователей, изучавших наследование массы зерна с растения, отмечали наличие гетерозиса [4-6].

В наших опытах у гибридов F_1 наследование массы зерна с растения проходило по типу сверхдоминирования и лишь в одной комбинации (Astor x Kollorschlad) отмечен промежуточный характер наследования (табл. 4). В F_2 гибридов, компоненты скрещивания которых существенно различались между собой по продуктивности растений, наблюдалось частичное уклонение в сторону худшего растения, а у гибридов, родительские формы которых не различались по данному признаку – отрицательные трансгрессии. Высокая изменчивость массы зерна с растения как у гибридов, так и у родительских форм указывает на большую зависимость этого показателя от условий произрастания. Очень высок коэффициент вариации был в F_2 и составил 48,7–62,8%.

Наследуемость продуктивности растения была невысокой и составила 26,3–64,1%. Трансгрессивные формы выявлены нами почти во всех гибридных популяциях, за исключением комбинации Astor x Fable. Самая высокая степень трансгрессии отмечена у гибридов, полученных от скрещивания с сортом Jo 1057 ($T_c = 19,2-31,8\%$, $T_q = 4,4-7,5\%$).

Заключение

Таким образом, наследование массы зерна с растения и массы 1000 зерен происходило в основном по типу сверхдоминирования наиболее продуктивного родителя при высоком коэффициенте наследуемости (62,6–83,6%) второго признака. Это свидетельствует о том, что эффективность отбора по массе 1000 зерен в F_2 будет значительно выше, чем по числу зерен в метелке и массе зерна с одного растения. Наследуемость одних и тех же количественных показателей в разных комбинациях неодинакова, что говорит об индивидуальной особенности генотипов родительских форм. Наблюдалась высокая степень и частота положительных трансгрессий. Вариабельность количественных признаков у гибридов второго поколения проявляется сильнее, чем у родительских форм.

Список литературы

1. Арбузова В.С., Ефремова Т.Т., Лайкова Л.И. Анализ признаков продуктивности колоса почти изогенных линий мягкой пшеницы сорта Саратовская 29 с введенными чужеродными генами-маркерами // Генетика. – 2010. – Т. 46, № 4. – С. 473–480.
2. Гончаренко А.А., Крахмалев С.В., Ермаков С.А., Макаров А.В., Семенова Т.В., Точилин В.Н. Диаллельный анализ инбредных линий озимой ржи по признакам про-

дуктивности. // Зернобобовые и крупяные культуры. – Орел, 2012. – № 2. – С. 99–107.

3. Губин В.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В.И. Губин, В.Н. Осташков. Учеб. пособие для студентов технических вузов. – Тюмень: изд-во «ТюмГНГУ», 2007. – 202 с.

4. Костылев П.И. Генетический анализ количественных признаков риса, сорго и ячменя // Генетические основы селекции: матер. Всерос. школы молодых селекционеров им. С.А. Кунакбаева (11–15 марта 2008 г.). – Уфа: ГНУ БашНИИСХ, 2008. – С. 172–175.

5. Минькач Т.В., Селихова О.А. Селекционно-генетическая оценка межвидовых гибридов сои третьего поколения // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 8(94). – С. 26–28.

6. Олейник А.А. Наследование продуктивности главного колоса у межсортовых гибридов озимой мягкой

пшеницы // Научн. Журнал Куб ГАУ. – 2012. – № 80(06). – С. 1–20.

7. Симонов А.В. Генетическое изучение признаков определяющих морфологию колоса и структуру эндосперма зерновки (*Triticum aestivum* L.), интрогрессированных от *Aegilops speltoides* Tausch: Автореф. дис. канд. б. наук. – Новосибирск, 2010. – 22 с.

8. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и его совершенствование (пшеница, ячмень, овес). – Новосибирск. – 2011. – 727 с.

9. Чернова Е.В. Наследование признаков продуктивности у гибридов пленчатых и голозерных сортов ячменя: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – СПб., – 2008. – 20 с.

10. Шиндин И.М. Наследование количественных признаков гибридами мягкой яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока // Вестник Крас ГАУ. – 2008. – № 4. – С. 66–70.