

УДК 575.1:633.18

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА НА ВЫСОКУЮ КУСТИСТОСТЬ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГУСТОТЕ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ РИСА**

Редькин Александр Александрович  
аспирант  
*ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, г. Зерноград, Россия*

В статье дана оценка эффективности отбора на повышенную кустистость при различной густоте стояния растений. Для анализа использовали растения сорта Lampro с сильной способностью к кущению и сорта Вираж и Командор - со слабым кущением, а также гибридные популяции F<sub>3</sub> от их скрещивания, отобранные по признакам высокой и низкой кустистости из F<sub>2</sub>. Растения размещали на делянках в трех вариантах: 2×15, 15×15, 30×30 см. Установлено, что различия по кустистости между "+" и "-" отбором в следующем поколении сохраняются, хотя величины данного признака у гибридных растений уменьшаются. Высокую эффективность показал отбор высоко кустящихся форм при обычном посеве (2×15 см), так как в данном варианте кустистость больше обусловлена влиянием генетических факторов, чем средовых

Ключевые слова: РИС, КУСТИСТОСТЬ, ОТБОР, НАСЛЕДОВАНИЕ, ГИБРИДНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ, ГУСТОТА ПОСЕВА

UDK 575.1:633.18

**EFFICIENCY OF SELECTION ON HIGH TILLERING AT VARIOUS DENSITY OF PLANTING OF RICE PLANTS**

Redkin Alexander Aleksandrovich,  
postgraduate student  
*VNIIZK of I.G. Kalinenko, Zernograd, Russia*

In the article, the estimation of efficiency of selection on high tillering is given at various planting density. For the analysis used plants of variety Lampro with high tillering ability and varieties the Virazh and Komandor - with weak tillering ability, and hybrid populations F<sub>3</sub> from their crossing, selected on traits high and low tillering from F<sub>2</sub>. Plants placed on plots in three variants: 2×15, 15×15, 30×30 cm. It is established that distinctions on tillering between "+" and "-" selection in following generation remain, though the value of given trait at hybrid plants decrease. Selection of highly tillering forms at usual density (2×15 cm) has shown high efficiency, because the tillering is caused by more influence of genetic factors, than environment in the given variant

Keywords: RICE, TILLERING, SELECTION, INHERITANCE, HYBRID POPULATIONS, DENSITY OF PLANTING

Кустистость – очень важный агрономический признак, так как в результате процесса формирования на растении дополнительных побегов происходит компенсация урожая при биотических и абиотических стрессах.

Fageria N.K. (2007) сообщил, что хорошо кустящиеся сорта были более продуктивными, чем слабо кустящиеся, особенно в разреженных посевах и неблагоприятных условиях потому, что они могут компенсировать продуктивность недостающих растений при низкой густоте за счет формирования большего числа побегов. Однако при благоприятных внешних условиях не отмечается преимуществ между сильно и слабо кустящимися сортами по урожайности [1].

Процесс кущения состоит из двух различных этапов. Первый этап – формирование пазушной почки в пазухе каждого листа. Почка может продолжить свой рост или остаться в состоянии покоя. Второй этап – рост пазушных почек, формирующих побеги, названные побегами кущения.

Деятельность пазушных почек регулируется сложными взаимодействиями фитохромов, которые контролируются генетическими, онтогенетическими и экологическими факторами [3, 4]. К примеру, кустистость сильно подвержена влиянию густоты посева и уровня минерального питания. Высокая плотность растений уменьшает количество света и изменяет его качество, что снижает кущение, увеличивает высоту растения и уменьшает площадь поверхности листьев [2, 5]. Эти морфологические изменения сопровождаются перераспределением ауксина, который подавляет деятельность пазушных почек [6].

Поскольку на данный признак большое влияние оказывает среда, то необходимо выяснить, при каком её воздействии величина генотипической вариации будет наибольшей, а, следовательно, и результативнее отбор по признаку. В связи с этим целью данной работы являлось определение эффективности отбора по признаку кустистости на фоне различной густоты стояния растений.

**Материал и методика.** Из расщепляющихся популяций  $F_2$  (Lampro × Вираз и Lampro × Командор), выращенных при трех вариантах густоты размещения растений, были выделены формы с высокой кустистостью, а на обычном фоне также и 1-2 стебельные растения. Все выделенные растения  $F_2$  были высеяны в следующем году на  $F_3$  и рассажены. Гибридные и родительские растения размещали на делянках в трех вариантах: 2×15, 15×15 и 30×30 см. Подсчет общего числа стеблей проводился в полевых условиях.

Сорт Lamro подвида *indica* относится к позднеспелой группе, обладает высокой способностью к кущению. Сорты подвида *japonica* Вираж и Командор слабо кустятся. Сорт Вираж более скороспелый, чем Командор.

**Результаты.** Сравнение результатов промеров родительских форм за 2008 и 2009 гг. показало, что общая кустистость данных сортов в 2009 году уменьшилась на 0,5-0,9, аналогичное снижение кустистости происходило и у гибридов.

В результате проведенного анализа было установлено, что при посеве с обычной плотностью стояния (2×15 см) кустящихся (Д-9121/09) и не кустящихся (Д-9125/09) форм различия в кустистости их потомков сохранялись (рис. 1). Потомки кустистых форм по этому признаку превышали сорта Lamro и Вираж (2,97, 2,5 и 1,02 стеблей соответственно). При этом потомки 1-2 стебельных форм имели промежуточные значения между родительскими формами, в среднем 1,53 стебля на растение.

В варианте 15×15 средняя кустистость всех растений увеличилась по сравнению с вариантом 2×15 (рис. 2). Однако наблюдаются различия у потомков, выделенных при различной плотности в F<sub>2</sub>. Наибольшая кустистость проявлялась у гибридов, отобранных при обычной плотности (Д-9121/09), она составила в среднем 5,12 стеблей, что несколько ниже, чем у материнской формы Lamro (5,78 стеблей), но существенно выше, чем у сорта Вираж (2,15 стебля). Растения, отобранные в F<sub>2</sub> с варианта 15×15 (Д-9129/09), в F<sub>3</sub> имели такую же кустистость, как и потомки 1-2 стебельных растений с фона 2×15 (Д-9125/09). Потомки кустящихся форм, отобранных с варианта 30×30 (Д-9133/09), имели наименьшую кустистость среди гибридов F<sub>3</sub> (в среднем 3,64 стебля) при размещении их по схеме 15×15.

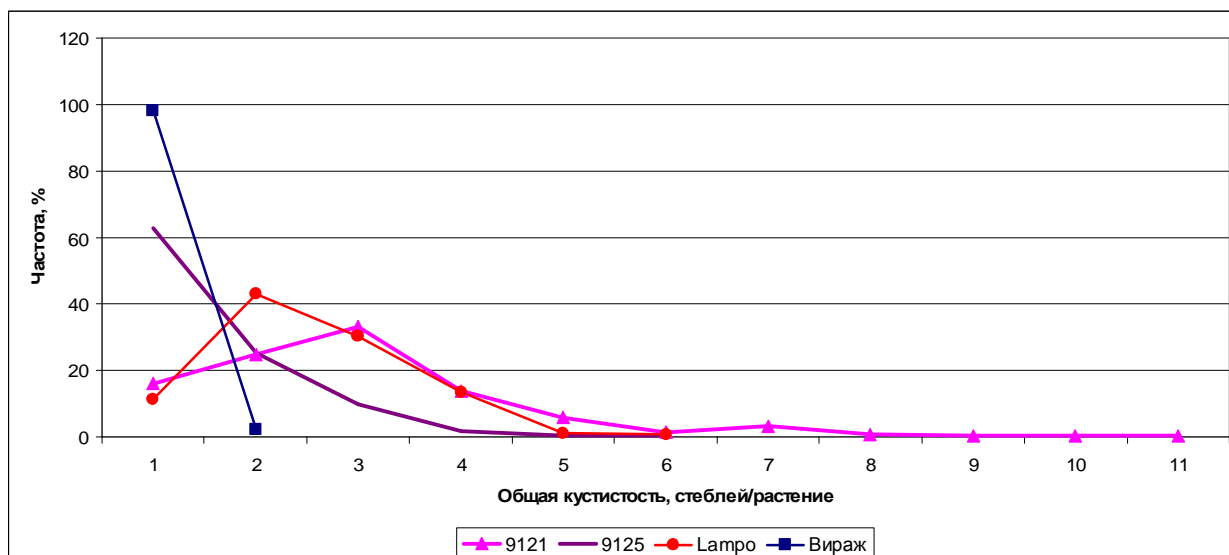


Рис. 1 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro × Virazh при посеве 2 × 15

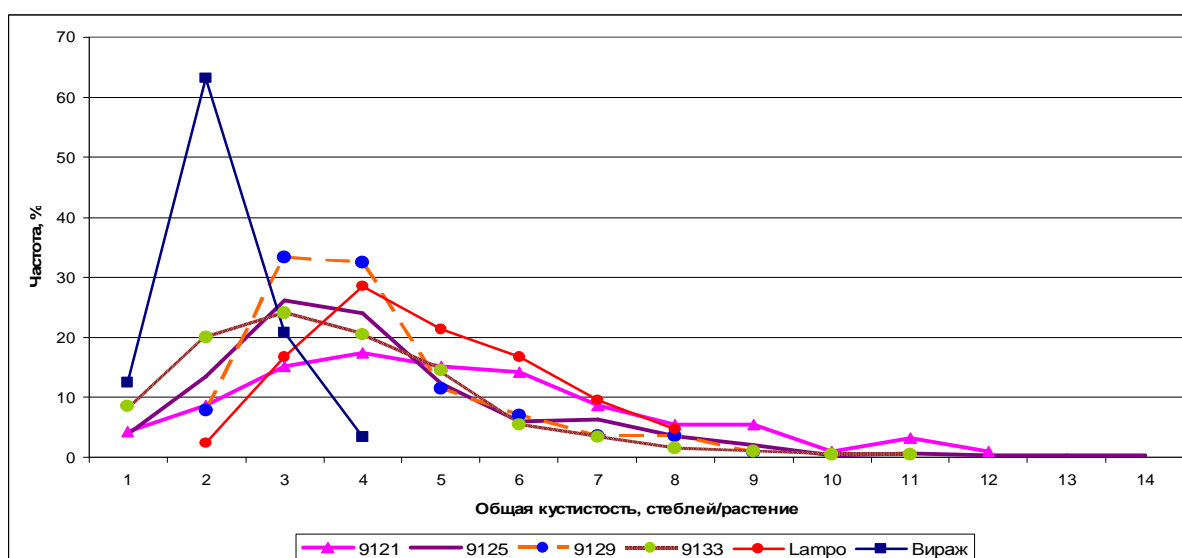


Рис. 2 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro×Virazh при посеве 15×15

При расположении 30×30 общая кустистость сорта Virazh увеличилась, достигнув 3,15 стеблей на растение, а у сорта Lampro возросла более значительно и составила 14,9 побегов. Потомки гибридов F<sub>2</sub>, отобранных при густоте 2×15 (Д-9121/09), имели более высокую кустистость, чем растения, отобранные с разреженных фонов (рис. 3). При этом потомки 1-2 стебельных форм (Д-9125/09) часто были весьма кустистыми, то есть их реакция на увеличение площади питания не проявлялась в F<sub>2</sub> при обычной

густоте посева. Кривые распределения частот делянок 9129/09 и 9133/09 имели две вершины в классах 5 и 8 стеблей, что свидетельствует о том, что признак кустистости определяется несколькими различными генами.

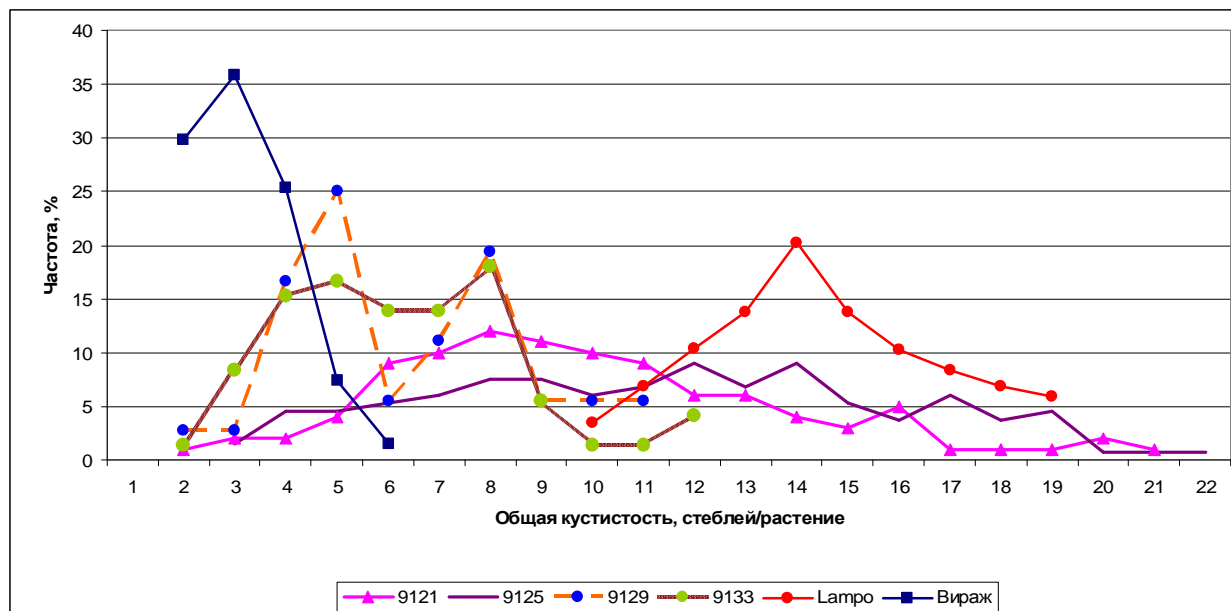


Рис. 3 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro×Виразж при посеве 30×30.

Из таблицы 1 видно, что при отборе высоко кустящихся форм из F<sub>2</sub> селекционный дифференциал был выше на фоне 2×15 (3,15), чем на разреженных фонах (0,35-1,12). Уменьшение величины селекционного дифференциала происходит из-за того, что при разрежении кустистость большинства растений увеличивается за счет средовых факторов и соответственно в F<sub>3</sub> уменьшается доля генотипической вариации (с 77,11% в варианте 2×15, до 37,91% в варианте 15×15 и 30,65% в варианте 30×30).

В F<sub>2</sub> различия между кустистыми и 1-2 стебельными формами были значительно выше (4,24 стебля), чем в F<sub>3</sub> (1,44, 0,88 и 0,5). Таким образом, отбор кустистых форм при обычном посеве (2×15) с последующим его испытанием на такой же густоте в следующем поколении показывает большую эффективность, чем на разреженном фоне.

Формы F<sub>3</sub>, отобранные в F<sub>2</sub> при густоте 15×15, оказались более кустистыми, чем отобранные с варианта 30×30. Это соответствует общей закономерности: при увеличении разрежения посева повышается величина фенотипической вариации за счет средовой компоненты и эффективность отбора генетически обусловленных кустящихся форм снижается.

Таблица 1 – Влияние густоты стояния растений на кустистость гибридов F<sub>2</sub> – F<sub>3</sub> Lampro×Вираз

Схема размещения растений F <sub>2</sub>	Среднее значение F <sub>2</sub>	Среднее значение отобранных форм F <sub>2</sub>	Селекционный дифференциал, S	Номер делянки F <sub>3</sub>	Схема размещения растений F <sub>3</sub>	Среднее значение F <sub>3</sub>	Варианса, V <sub>Ph</sub>
2×15	2,54	1,46	-1,08	9125	2×15	1,53	0,64
					15×15	4,24	5,55
					30×30	9,5	20,52
		5,7	3,15	9121	2×15	2,97	2,66
					15×15	5,12	6,3
					30×30	10,0	16,54
15×15	5,34	5,69	0,35	9129	15×15	4,9	3,29
					30×30	6,4	5,27
30×30	9,04	10,17	1,12	9133	15×15	3,64	2,65
					30×30	6,26	5,18

При анализе гибридов F<sub>3</sub> в комбинации Lampro×Командор были выявлены несколько другие особенности. Так при размещении растений по схеме 2×15 формы с высокой кустистостью в F<sub>2</sub> имели в F<sub>3</sub> промежуточное значение между родительскими формами (Д-9157/09), а потомки 1-2 стебельных форм (Д-9159/09) были очень близки по распределению частот и среднему значению к отцовской форме Командор (рис. 4).

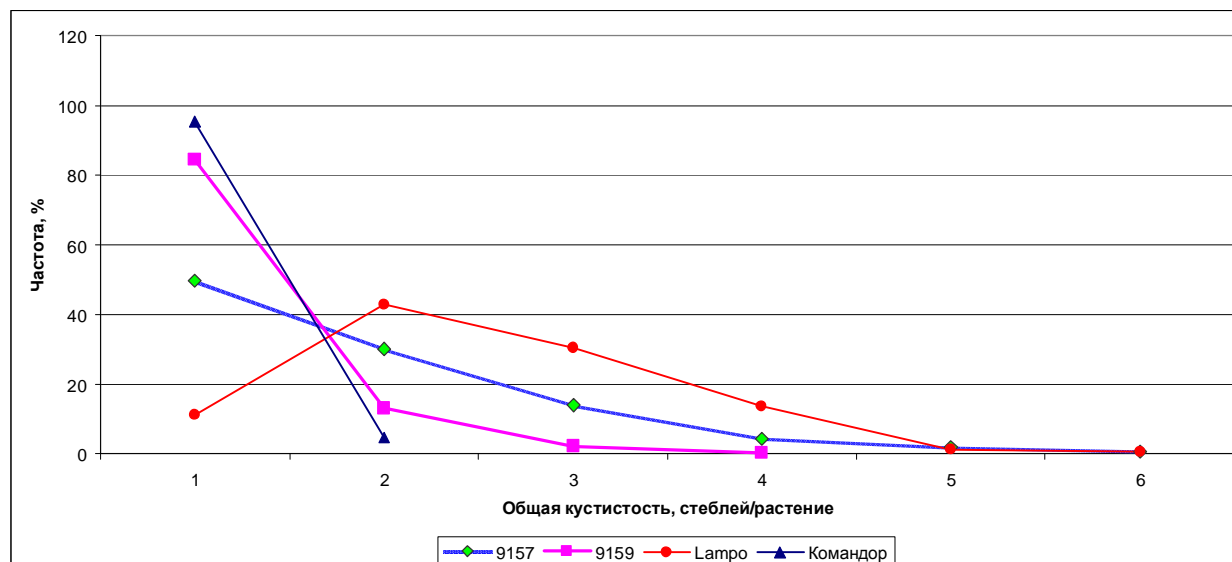


Рис. 4 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro×Командор при посеве 2×15.

При схеме 15×15 гибриды F<sub>3</sub>, выделившиеся на разреженных фонах в F<sub>2</sub>, имели среднее значение, близкое к сорту Lampro, а вершины их кривых распределений частот находились с ним в одном классе (рис. 5). Формы, отобранные при обычной густоте, как 1-2 стебельные, так и кустистые, в F<sub>3</sub> имели промежуточную кустистость между родительскими формами (9159/09 – 3,32 и 9157/09 – 3,96 стеблей, соответственно). Самыми кустистыми оказались потомки форм, отобранных на разреженном фоне 30×30 в F<sub>2</sub> (Д-9179/09).

При расположении по схеме 30×30 наибольшее значение кустистости было отмечено у сорта Lampro (14 стеблей), тогда как у сорта Командор произошло незначительное увеличение кустистости до 2,57 стеблей (рис. 6). Кривые распределения частот гибридов F<sub>3</sub> были сходны по конфигурации и имели сильную правостороннюю асимметрию.

Общая кустистость в F<sub>3</sub> варьировала от 1 до 15 стеблей, но основная масса растений имела кустистость 4-5 побегов. При этом у деланки 9179/09, выделившейся на фоне 30×30 в F<sub>2</sub>, наибольшее число растений с высокой кустистостью встречалось в классах 6 и 13 стеблей, а у деланки 9157/09, отобранной на обычной густоте, в классах с 8 и 10 побегами. Все

это свидетельствует о различном генетическом составе исходных родительских форм.

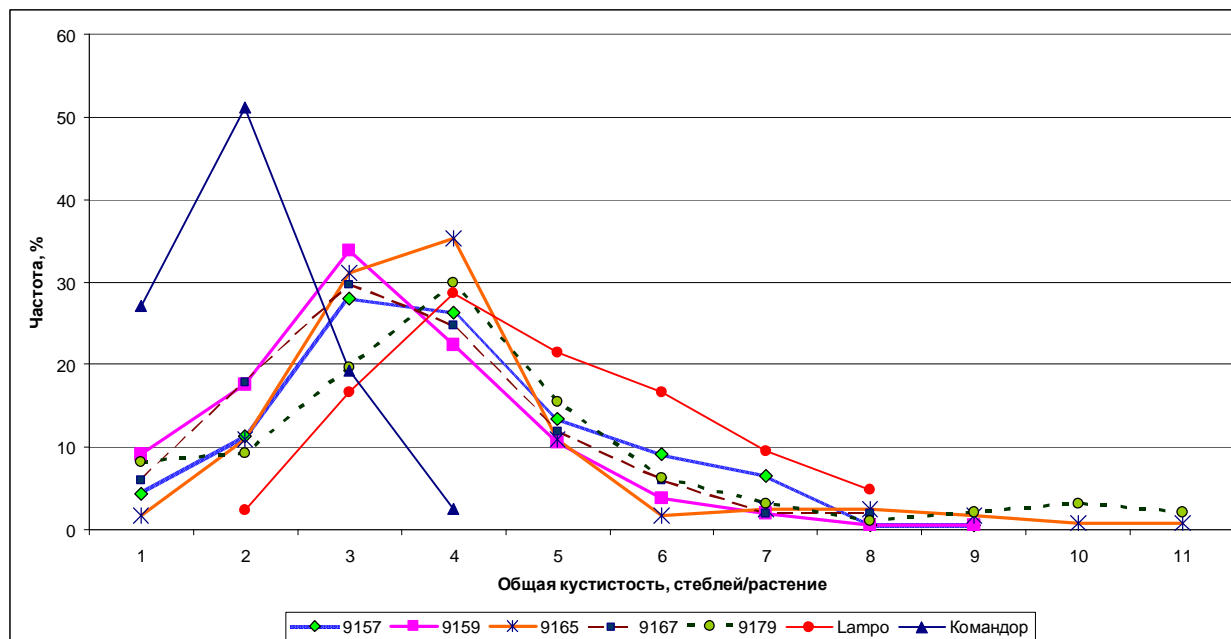


Рис. 5 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro×Командор при посеве 15×15

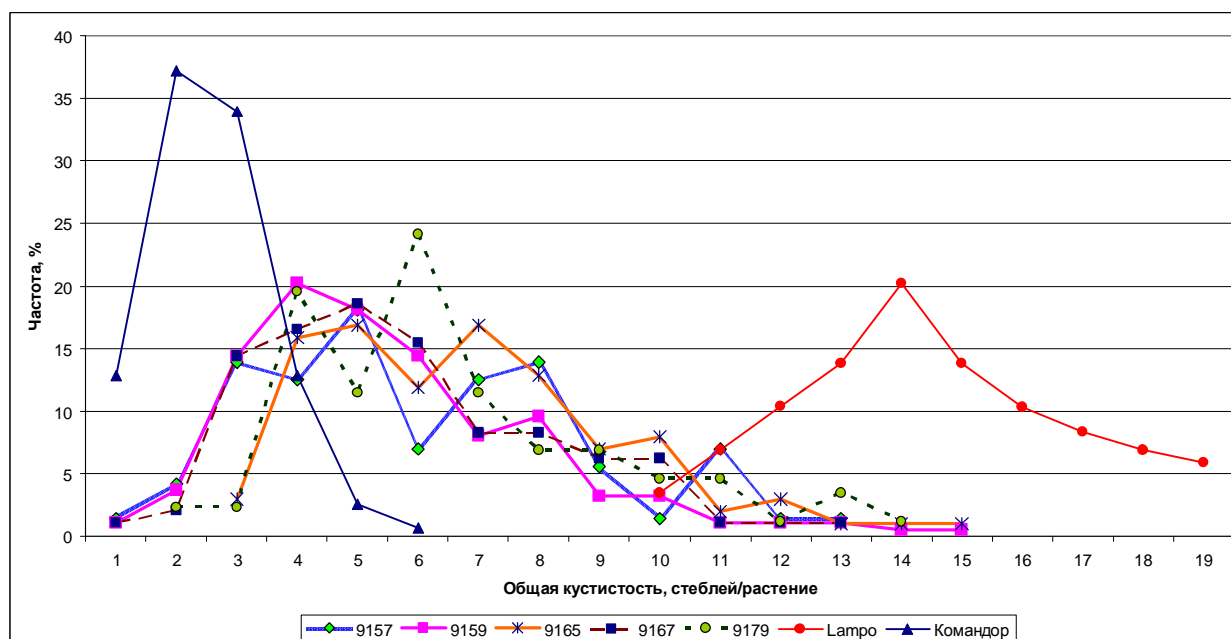


Рис. 6 – Распределение форм F<sub>3</sub> по кустистости в комбинации Lampro×Командор при посеве 30×30.

В комбинации Lampro × Командор селекционный дифференциал при отборе кустящихся форм на обычном посеве составил 2,28 стеблей, что не-



сколько ниже, чем в комбинации Lampro × Виразж (табл. 2). Сравнение потомков F<sub>3</sub> показало, что различия по кустистости у отобранных форм сохраняются, но они гораздо меньше, чем у форм F<sub>2</sub>. Если в F<sub>2</sub> они составили 3,09 стеблей, то в F<sub>3</sub> – только 0,62 стебля в варианте 2×15, 0,64 в варианте 15×15 и 0,51 в варианте 30×30. Это свидетельствует о генетических различиях при отборе хорошо кустящихся и некустящихся форм, а значительные различия в F<sub>2</sub> обусловлены средовыми факторами.

Более кустистые формы, отобранные с варианта 15×15, в F<sub>3</sub> сохранили кустистость, но ее значение было ниже, чем у растений F<sub>2</sub>. Дальнейшее увеличение разреженности посева оказалось неэффективным, поскольку кустистость этих форм в F<sub>3</sub> оказалась сравнима с вариантом 15×15.

Таблица 2 - Влияние густоты стояния растений на кустистость гибридов F<sub>2</sub> – F<sub>3</sub> Lampro×Командор

Схема размещения растений F <sub>2</sub>	Среднее значение F <sub>2</sub>	Среднее значение отобранных форм F <sub>2</sub>	Селекционный дифференциал, S	Номер делянки F <sub>3</sub>	Схема размещения растений F <sub>3</sub>	Среднее значение F <sub>3</sub>	Варианса, V <sub>Ph</sub>
2×15	2,22	1,41	-0,81	9159	2×15	1,18	0,22
					15×15	3,32	2,03
					30×30	5,57	6,5
		4,51	2,28	9157	2×15	1,8	1,01
					15×15	3,96	2,91
					30×30	6,08	7,57
15×15	4,48	10,57	6,08	9165	15×15	3,93	2,86
					30×30	6,95	7,37
		6,57	2,08	9167	15×15	3,54	2,21
					30×30	5,94	8,6
30×30	7,83	11,83	3,99	9179	15×15	4,24	5,09
					30×30	6,62	7,09

Таким образом, на основе анализа двух комбинаций можно сделать вывод о том, что можно вполне эффективно проводить отбор на высокую кустистость при обычной густоте посева (2×15). Кустистость форм, выделенных по данному признаку при такой густоте посева, в большей степени обусловлена влиянием генетических факторов, чем средовых.

### Выводы

1. При пересеве кустящихся и некустящихся форм  $F_2$  на  $F_3$  различия по кустистости сохраняются, хотя среднее значение данного признака у гибридных растений уменьшается. Так в комбинации Lampro×Вираз в  $F_2$  на фоне  $2 \times 15$  разница между кустящимися и некустящимися формами, составила 4,2 стебля, то в  $F_3$  на этом же фоне – 1,44 стебля.
2. Эффективность отбора на обычной густоте значительно выше, чем при разрежении, так как в следующем поколении разница в степени кустистости снижается с увеличением разрежения посева.
3. Многовершинный характер кривых распределения частот гибридных популяций свидетельствует о генетических различиях родительских форм по нескольким локусам.

### Литература

1. Fageria N.K. Yield physiology of rice. J. Plant Nutr., 2007. - 30:843–879.
2. Kebrom T.H., Brutnell T.P. The molecular analysis of the shade avoidance syndrome in the grasses has begun. J. Exp. Bot., 2007. - 58:3079–89.
3. Leyser O. Regulation of shoot branching by auxin. Trends Plant Sci., 2003. - 8:541–545.
4. Shimizu-Sato S., Mori H. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. Plant Physiol., 2001. – 127:1405–1413.
5. Smith H. Ecology of photomorphogenesis: clues to a transgenic programme of crop plant improvement. Photochem. Photobiol., 1992. - 56:815–822.
6. Smith H. Physiological and ecological function within the phytochrome family. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1995. - 46:289–315.