

УДК 631.527.85

UDC 631.527.85

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

4.1.2. Plant Breeding, Seed Production and Biotechnology (Biological Sciences, Agricultural Sciences)

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ПРИ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ РИСА НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХЕ

SOURCE MATERIAL FOR BREEDING RICE VARIETIES TO INCREASE RESISTANCE TO AIR DROUGHT

Ткаченко Юлия Владимировна
SPIN-код: 7815-2017
ylen-ka01@mail.ru

Tkachenko Yulia Vladimirovna
RSCI SPIN-code: 7815-2017
ylen-ka01@mail.ru

Зеленский Григорий Леонидович
д-р с.-х., наук профессор
SPIN-код: 5195-7441
zelensky08@mail.ru
*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»,
350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3, Россия*

Zelensky Grigory Leonidovich
Dr.Sci.Agr., Professor
RSCI SPIN-code: 5195-7441
zelensky08@mail.ru
*FSBSI "Federal Research Center of Rice",
Belozerny, 3, Krasnodar, 350921, Russia*

Получение исходного материала для создания сортов, устойчивых к воздушной засухе – важный этап селекционной работы. В данном исследовании изучались гибриды первого поколения в вегетационном опыте. Установлено, что в комбинациях, где одна родительская форма имела сворачивающийся лист, у гибридов наблюдалась промежуточная форма листа. Полное наследование признака было в комбинациях, где обе родительские формы имели сворачивающийся лист. В полевом опыте изучали родительские формы гибридов. Размер и форма листьев влияют на продуктивность и реакцию растений на условия окружающей среды. При расчете площади листьев использовали коэффициент коррекции ($K=0,802$). Известно, что уменьшение площади листьев сокращает испарение влаги и повышает устойчивость к воздушной засухе. Широкая площадь листовой пластинки (например, у сорта «Полкус», $54,3 \text{ см}^2$) способствует лучшему развитию растения, но увеличивает риск потери влаги в засушливый период. Чтобы снизить влияние негативных факторов, необходимо создавать растения, которые не будут снижать продуктивность в засушливые годы. Получены растения с новым морфотипом, которые использованы в качестве исходного материала для создания сортов риса, устойчивых к воздушной засухе

Obtaining the source material for creating varieties resistant to air drought is an important stage of breeding. In this study, first-generation hybrids were studied in a pot experiment. It was found that in combinations where one parental form had a curling leaf, the hybrids had an intermediate leaf shape. Complete inheritance of the trait was in combinations where both parental forms had a curling leaf. In a field experiment, parental forms of hybrids were studied. The size and shape of the leaves affect the productivity and response of plants to environmental conditions. The correction coefficient ($K = 0.802$) was used to calculate the leaf area. It is known that a decrease in leaf area reduces moisture evaporation and increases resistance to air drought. A wide leaf blade area (for example, in the variety Polyus, 54.3 cm^2) contributes to better plant development, but increases the risk of moisture loss during a dry period. To reduce the impact of negative factors, it is necessary to create plants that will not reduce productivity in dry years. Plants with a new morphotype have been obtained and used as source material for creating rice varieties resistant to air drought

Ключевые слова: РИС, СЕЛЕКЦИЯ, ГИБРИДЫ, СОРТ, ВОЗДУШНАЯ ЗАСУХА, НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Keywords: RICE, BREEDING, HYBRIDS, VARIETY, AIR DROUGHT, HEREDITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-211-060>

<http://ej.kubagro.ru/2025/07/pdf/60.pdf>

Введение. Результативность селекции в значительной степени зависит от наличия генетически разнообразного исходного материала с широкой реакцией на изменение условий внешней среды, его изученности для выявления новых источников ценных признаков, а также правильного подбора родительских форм при гибридизации [1, 2].

Известно, что урожайность зависит от густоты растений и их индивидуальной продуктивности. Последняя представляет собой произведение – число метелок на массу зерна с метелки. Количество растений и метелок на единице площади регулируется агротехническими приемами. Эти признаки обладают высокой модификационной изменчивостью и низкой наследуемостью. Следовательно, основная роль в повышении урожайности сорта принадлежит продуктивности метелки [3].

Площадь и расположение листовой пластинки играют важную роль в жизни растений. Чем меньше площадь в период воздушной засухи, тем меньше влаги теряется при испарении с поверхности листьев. В ценозе риса при вертикальном расположении листовой пластинки свет лучше проникает в посев, тем самым обеспечивая хорошую фотосинтетическую деятельность растений.

Поэтому наша работа направлена на создание таких форм растений, у которых листья будут иметь меньшую площадь испарения за счет их сворачивания, а продуктивность не будет снижаться в годы с воздушной засухой.

Материалы и методы исследования. Полевой опыт заложен по методике, принятой в отделе селекции ФНЦ риса [1]. В качестве изучаемого материала взяты сорта и образцы риса, различающиеся по морфотипу (рис. 1):

– с обычными (горизонтальными) листьями: Рапан – стандарт, Титан – среднеранний крупнозерный, Новатор – раннеспелый с удлиненным зерном.

– с эректоидными листьями: Полнос – позднеспелый крупнозерный
 – с горизонтальными сворачивающимися листьями: Австрал (н.ф.) – среднеспелый длиннозерный.

– с эректоидными листьями, сворачивающимися при температуре выше 28°С: Юг – 18 – позднеспелый среднезерный.

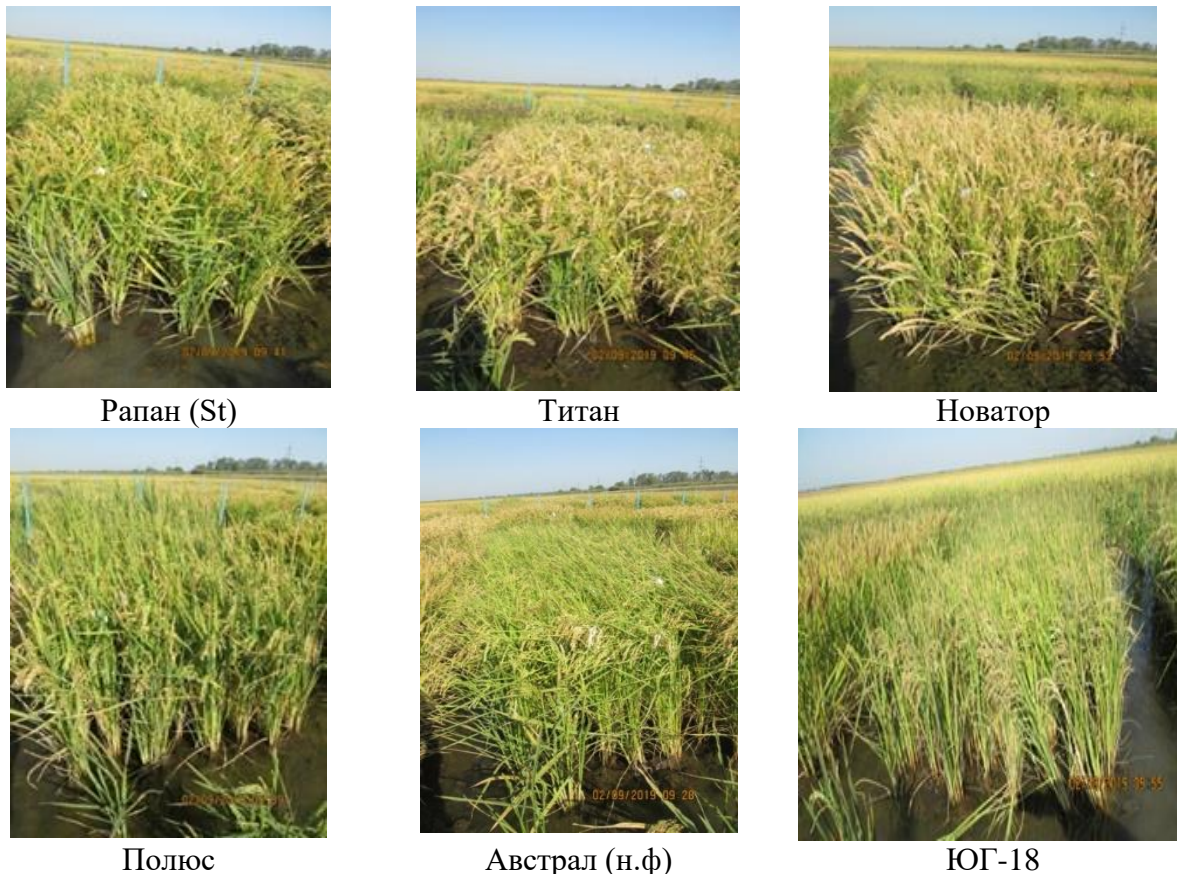


Рисунок 1 – Сорты риса, используемые в полевом опыте

В период вегетации риса наблюдали за развитием растений, реакцией сортов на воздушную засуху, их способностью сворачиваться при повышении температуры выше 28°С. В фазе цветения риса измеряли длину, ширину листьев и угол отклонения от побега, посчитали их площадь.

Площадь листьев рассчитывали по формуле: $S_{л} = (l \times b) \times 0,802$, где $S_{л}$ – площадь листа, см²; l – длина листа, см; b – ширина листа, см; 0,802 –

коэффициент для расчета площади листьев риса. Полученные результаты по каждому сорту сравнивали со стандартным сортом Рапан.

Убирали каждый сорт отдельно. Вручную сжинали серпом по 5 м² с каждой делянки, растения (снопы) сушили и обмолачивали на стационарной электрической молотилке [1]. Перед уборкой с опытных делянок отбирали по 20 растений с корнями для последующего биометрического анализа.

Погодные условия имеют особо важное значение для риса в период цветения и налива зерна. Если воздушная засуха приходится на период цветения, то формируются стерильные метелки, а если на период налива зерна, то увеличивается количество щуплых зерновок.

Суховой – это жаркий и сухой ветер, возникающий при определенных метеорологических условиях. Он характеризуется следующими параметрами:

- 1) Умеренный сухой: температура воздуха более 30 °С, скорость ветра 6-9 м/с, влажность менее 35 %.
- 2) Сильный сухой: температура воздуха более 30 °С, скорость ветра более 10 м/с, влажность менее 35 %.

На рисунке 2 графически представлены средние метеоданные за 5 лет (2016–2020 год) в период цветения и налива зерна.

Массовое выметывание риса в основном наблюдается со второй декады июля, а полная спелость наступает преимущественно до второй декады сентября. Погодные условия в годы исследований различались, особенно по числу засушливых дней (табл.1).

Таблица 1 – Количество засушливых дней в период июль-сентябрь 2016-2020 гг.

Год	Количество дней:	
	с температурой выше 30 °С	с влажностью ниже 30 %.
2016	25	26
2017	26	17
2018	25	12
2019	14	9
2020	25	8

Из данных таблицы 1, видно, что наиболее засушливым периодом в указанные сроки был 2016 год. Здесь было отмечено максимальное количество дней с низким уровнем влажности воздуха и температурой выше 30 °С. Меньше всего засушливых дней было в 2019 году: 14 дней с температурой более 30 °С и 9 дней с влажностью менее 30 % за указанный период.

В остальные годы также наблюдалась засуха, но она была менее выражена.

На рисунке 2 представлены подробные данные погодных условий за июль-сентябрь в течение пяти лет: средняя температура воздуха, средняя относительная влажность воздуха, число дней с температурой выше 30 °С, число дней с влажностью воздуха менее 30 %, а также максимальная скорость ветра.

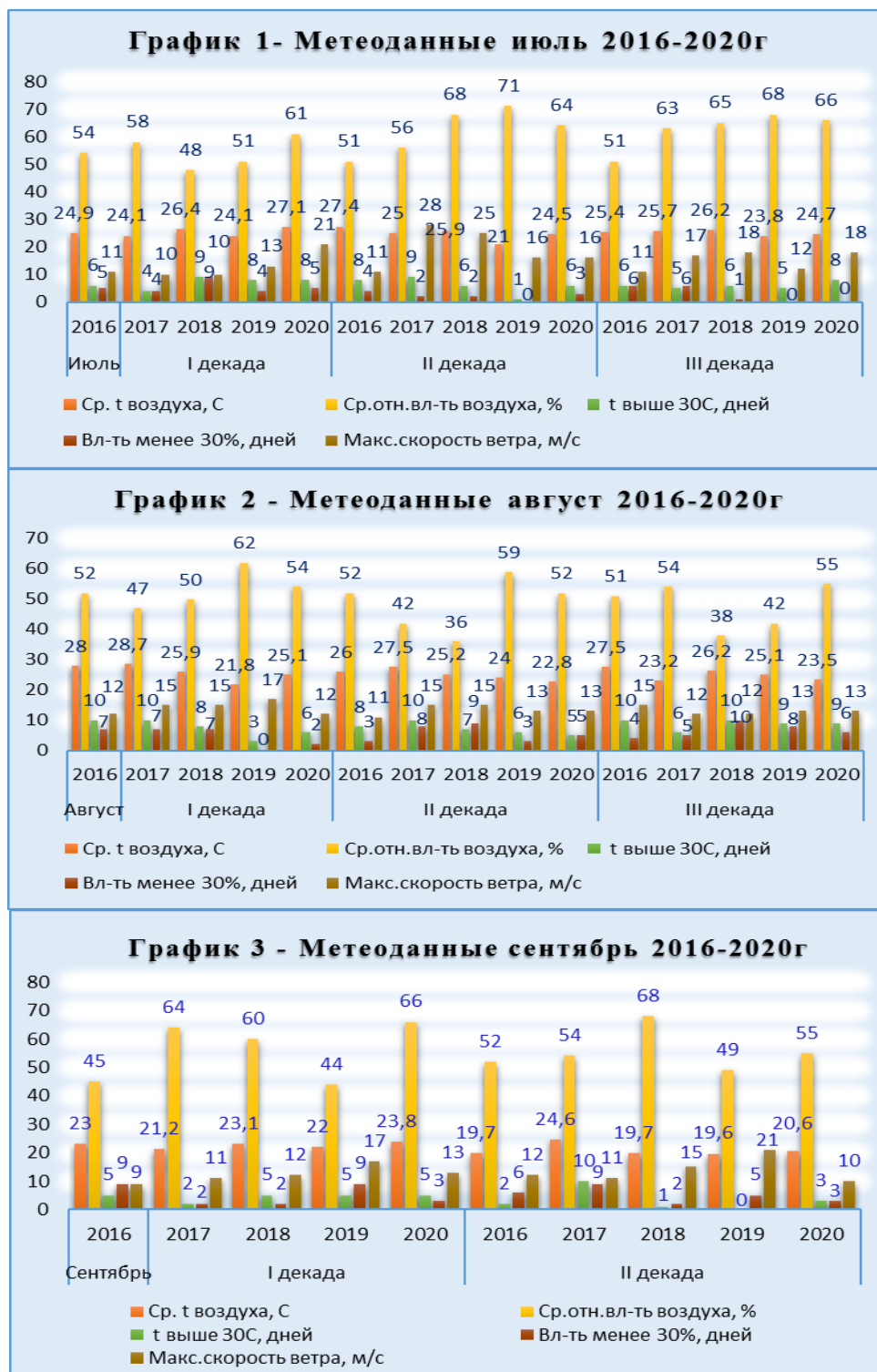


Рисунок 2 – Погодные условия в период июль–сентябрь, 2016-2020 гг.

Как видно из данных, приведенных на графиках все вышеперечисленные показатели в обозначенный период значительно

различались, влияя соответствующим образом на рост и развитие растений риса.

Колебания температуры воздуха оказывают влияние на состояние растений, но их воздействие не всегда прямо связано с наличием засухи. Например, высокая температура может способствовать испарению влаги, усиливая эффект засухи при низком уровне влажности.

Для изучения характера наследования признака «сворачивание листа» при скрещивании разнотипных сортов риса проведена гибридизация. Использовали пневмокастрацию и опыление «твел» - методом, разработанным в ФНЦ риса [4, 5]. В качестве родительских форм были использованы сорта, представленные выше. В результате получен новый гибридный материал для дальнейшей селекционной работы.

Результаты исследований. *Вегетационный опыт.* Полученные после гибридизации семена использованы в качестве посевного материала для выращивания гибридов первого поколения. В процессе роста и развития гибридных растений и их родительских форм проводили фенологические наблюдения и учеты, согласно плана исследований.

После появления флагового листа анализировали, в каких комбинациях у гибридов листья сворачиваются в желоб при температуре выше 28°С. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Форма листьев у растений F₁, полученных при скрещивании разнотипных сортов риса (при температуре воздуха выше 28 °С)

№ п/п	Гибридная комбинация	Форма листьев у растений F ₁
1	♀ ЮГ-18 × ♂ Титан	Промежуточная, лист свернут в желоб
2	♀ Австрал (н.ф.) × ♂ Новатор	Промежуточная, лист свернут в желоб
3	♀ Австрал (н.ф.) × ♂ Полюс	Промежуточная, лист свернут в желоб. Гибрид выметал раньше родительских форм.
4	♀ ЮГ-18 × ♂ Австрал (н.ф.)	Лист скручен в трубку

Как видно из таблицы 2, при температуре воздуха выше 28 °С в гибридных комбинациях, где один родитель имеет обычный лист, а второй – свернутый, в первом гибридном поколении получены промежуточные формы листьев по сворачиваемости. В комбинации, где обе родительские формы имеют сворачивающийся лист (♀ ЮГ-18 × ♂ Австрал (н.ф.)), в первом гибридном поколении листья при повышении температуры сворачивались в трубку.

Данные о листовых пластинках изучаемых гибридных комбинаций представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Размеры листовых пластинок родительских форм и гибридов

Номер комбинации	Название	l (фл.)*	b (фл.)**	b ₁ (фл.)***	l (пфл.)	b (пфл.)	b ₁ (пфл.)
1	♀ ЮГ-18	25,3	1,3	0,7	36,7	1,0	0,6
	♂ Титан	15,1	1,5	–	23,5	1,4	–
	F ₁	18,1	1,5	1,2	31,6	1,4	1,1
2	♀ Австрал (н.ф.)	28,0	1,2	0,7	40,0	1,1	0,6
	♂ Новатор	27,9	1,4	1,0	40,7	1,4	–
	F ₁	24,9	1,6	1,1	38,7	1,3	1,0
3	♀ Австрал (н.ф.)	29,1	1,2	0,7	35,5	1,2	0,7
	♂ Полюс	22,0	1,6	–	28,3	1,3	–
	F ₁	17,6	1,4	1,0	27,0	1,2	0,8
4	♀ ЮГ-18	29,2	1,4	0,7	38,5	1,0	0,6
	♂ Австрал (н.ф.)	29,2	1,2	0,7	35,3	1,2	0,7
	F ₁	24,4	1,3	0,8	36,8	1,1	0,7

Примечание: * l- длина листа, **b- ширина листа, *** b₁ – ширина свернутого листа.

Длина флагового листа гибрида имеет промежуточное значение только в комбинации №1 (♀ ЮГ-18 × ♂ Титан) и составляет 18,1 см. В остальных комбинациях длина флагового листа меньше, чем у родительских форм. Ширина флагового листа у гибридов в комбинации №1 такая же, как у отцовской формы – 1,5 см, в комбинации №2 больше, чем у родительских форм – 1,6 см, в остальных комбинациях наблюдалось промежуточное значение. В комбинациях № 1, 2 и 3 ширина флагового и подфлагового листьев в свернутом положении имеет промежуточное значение (лист свернут в желоб). В комбинации № 4 у гибрида флаговый и подфлаговый листья скручены, как у родительских форм и имеют ширину в свернутом виде 0,8 и 0,7 см соответственно.

Полевой опыт. Фенологические наблюдения – это изучение изменений в росте и развитии растений, в том числе, регистрация наступления очередной фазы развития. Они проводятся с целью установить различия между растениями сортов по отдельным вариантам опыта. Результаты наблюдений, проводимые за растениями, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты фенологических наблюдений на посевах риса (залив 22 мая), 2020 г.

№ делянки	Фаза вегетации растения, дата наступления фазы						
	всходы	кущение	выметывание	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость	период вегетации, дней
Австралийская форма	5.06	26.06	8.08	18.08	26.08	02.09	108
Полнос	5.06	27.06	09.08	18.08	27.08	07.09	113
Титан	5.06	23.06	28.07	10.08	20.08	30.08	105
Новатор	5.06	20.06	25.07	06.08	15.08	26.08	101
ЮГ-18	5.06	28.06	10.08	21.08	30.08	10.09	116
Рапан (St)	5.06	23.06	5.08	15.08	25.08	06.09	112

Из таблицы 3 видно, что вегетационный период у изучаемых растений в 2020 г., находился в пределах от 101 дней у Новатора до 116 дней у ЮГ-18.

В фазе цветения риса измеряли длину, ширину листьев и угол отклонения от побега, посчитали их площадь (табл. 5).

Таблица 5 – Параметры листовой пластинки в фазе цветения риса, 2020 г.

Образец	Длина и ширина листа, см			Угол отклонения, α°	Площадь листа, см ² (K=0,802)	
	l	b ₁	b ₂		S ₁	S ₂
Австрал	35,6	1,3	0,6	42,5	36,3	17,7
Полюс	36,4	1,9	-	7	54,3	-
Титан	17,4	1,7	-	50,5	24,2	-
Новатор	16,1	1,5	-	33,5	18,9	-
ЮГ-18	38,7	1,6	0,8	3,8	50,3	23,3
Рапан (St)	24,8	1,7	-	90,5	33,0	-

Примечание к таблице 4: l – длина листа, см; b₁ – ширина обычного листа, см; b₂ – ширина свернутого листа, см; S₁ – площадь обычного листа см²; S₂ – площадь свернутого листа, см²;

K – поправочный коэффициент для расчета площади листа на рисе; α° – угол отклонения листа от стебля.

Как видно из таблицы 5, самые короткие листья имеет сорт Новатор – 16,1 см, самые длинные ЮГ-18 – 38,7 см. У сорта Австрал сворачивающиеся узкие листья, их ширина составляет 1,3 см в развернутом виде и 0,6 см в свернутом. Сорт Полюс имеет вертикальные листья шириной 1,9 см.

Угол отклонения у образцов с эректоидными листьями 4° (ЮГ-18) и 7° (Полюс). У остальных от 33,5° (Новатор) до 90,5° (Рапан). Практика показала, что такие (горизонтальные) листья затеняют друг друга и в результате снижается фотосинтетическая деятельность каждого листа.

Среди образцов с обычным не сворачивающимся листом наибольшую площадь листовой пластинки имеет Полюс – 54,3 см²,

наименьшую Новатор – 18,9 см². Сорт Австрал и образец ЮГ-18 имеют сворачивающийся лист, площадь в обычном положении 36,3 и 50,3 см², в свернутом виде 17,7 и 23,3 см² соответственно.

Площадь листовой пластинки играет важную роль: чем меньше она в период воздушной засухи, тем лучше, так как испарение с поверхности листьев происходит в меньшей степени.

После уборки провели биометрический анализ образцов: измерили высоту растения, длину главной метелки, подсчитали продуктивную кустистость, общее число колосков с главной метелки (из них % стерильных колосков), определили массу зерна с главной метелки и с растения, массу соломы с растения (без корней) и долю хозяйственно ценной части урожая в общей биомассе растения ($K_{хоз}$).

Средние данные биометрического анализа по сортам за 2019 и 2020 г представлены в таблице 6.

Как видно из таблицы 6, длина метелки по годам отличалась в пределах: 0,1 – 0,2 см у сортов Австрал, Полнос; 0,9 – 1,4 у сортов Титан, Новатор, Рапан. Наиболее изменилась длина метелки у образца ЮГ – 18: в 2019 году была 24,4 см, в 2020 году – 20,9 см.

Сорта ЮГ–18 и Рапан имели наибольшую разницу по годам по таким признакам, как общее количество и процент стерильных зерновок с метелки.

У сорта ЮГ–18 общее количество зерновок в 2020 году было меньше в среднем на 15 штук, а процент стерильных зерновок увеличился на 5 %, по сравнению с 2019 годом. Стандартный сорт Рапан в 2020 году имел общее количество колосков меньше на 20 штук, стерильность была ниже на 28,4 %.

Таблица 6 – Результаты биометрического анализа сортов риса (среднее за 2019 – 2020 г.)

Признак	Год	Сорт					
		Австра л	Полю с	Титан	Новато р	ЮГ- 18	Рапан (St)
Высота растения, см	2019	95,1	96	88,4	79,3	80,7	93,7
	2020	91,8	98	88,2	84,7	83,4	93,6
Число побегов на растении, шт.	2019	3	3	3	2	2	1
	2020	4	1	2	2	1	1
Длина главной метелки, см	2019	21,8	20,7	14,7	13,2	24,4	16,3
	2020	21,6	20,6	15,8	14,6	20,9	15,4
Всего колосков с метелки, шт.	2019	88	119	105	88	163	132
	2020	99	118	118	78	148	112
Стерильных колосков, %	2019	23,9	19,3	17,1	8	7,4	36,4
	2020	16,2	19	11,2	6,4	12,2	8
Масса зерна с главной метелки, г	2019	2,57	4,12	3,62	2,5	3,67	3,18
	2020	3,06	4,06	3,83	2,19	3,27	2,93
Масса зерна с растения	2019	6,2	9,49	6,83	4,93	7,19	3,74
	2020	8,08	4,79	6,24	2,91	3,57	3,23
Масса соломы с растения, г	2019	4,73	7,39	4,34	3,83	5,97	2,66
	2020	5,84	3,44	5,15	2,51	3,15	2,8
Кхоз.	2019	0,57	0,56	0,61	0,56	0,55	0,58
	2020	0,58	0,58	0,55	0,54	0,53	0,54

У сорта Австрал в 2020 году общее число зерновок было больше на 11 шт., а стерильных – меньше на 7,7 %. У сорта Титан общее количество зерновок увеличилось на 13 шт., а стерильность уменьшилась на 5,9 %. Сорт Новатор в 2020 году имел общее количество зерновок на 10 шт. меньше, чем в 2019 году, стерильность снизилась на 1,6 %. У сорта Полус общее количество колосков и стерильность почти не изменились.

Выводы: 1) В вегетационном опыте при изучении гибридов риса первого поколения установили, что в комбинации ♀ ЮГ-18 × ♂ Австрал н.ф. (обе родительские формы имеют сворачивающийся лист) растения имели сворачивающийся лист. В остальных трех комбинациях, где у

одного родителя лист сворачиваются, а у второго нет, гибриды имели промежуточную форму листа.

2) Изучение родительских форм в полевом опыте показало, что сорт Полюс имеет наибольшую высоту среди представленных образцов, тогда как у сортов Новатор, ЮГ-18 и Титан она – наименьшая. Наибольшее количество колосков на главной метёлке отмечено у сорта ЮГ-18 (в 2019 году – 163 шт., в 2020 году – 148 шт.), а наименьшее – у Новатора. Стерильность колосков сильно варьирует между сортами и по годам. У Австрала этот показатель значительно увеличился с 23,9 % в 2019 году до 34,5 % в 2020 году, а у Рапана – наоборот уменьшился с 36,4 % до 8,0 %. Самой низкой была стерильность колосков у сортов ЮГ-18 в 2019 году (7,4 %) и Новатор – 6,4 % в 2020 году. По массе зерна с метелки наибольшее значение (4,06-4,12 г) имел сорт Полюс в оба года.

3) Анализ погодных условий показал, что воздушная засуха на Кубани периодически повторяется. Это негативно сказывается на растениях риса, снижая их продуктивность. Поэтому селекционная работа, направленная на создание сортов риса, устойчивых к воздушной засухе, должна проводиться с большей интенсивностью.

Список использованной литературы

1. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса /А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 186 с.
2. Лось Г. Д. Методы прерывания периода покоя свежесобранных семян гибридов первого поколения / Г. Д. Лось // Рисоводство. – 2003. – №3 – С. 47-48.
3. Анникова З.Ф. Рис, сорт, урожай, качество. / З.Ф. Анникова, Л.Е. Тарасова – М.: Агропромиздат, 1988. – 356 с.
4. Чухирь И. Н. Гибридизация – важный этап создания исходного материала / И. Н. Чухирь // Рисоводство. – 2009. – № 14. – С.11-13.
5. Чухирь И. Н. К методике проведения гибридизации риса / И.Н. Чухирь, Л.В. Есаулова, Н.П. Чухирь // Материалы Международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». – 2019. – С. 77-80.

References

1. Smetanin, A.P. Metodika opytnyh rabot po selekcii, semenovodstvu, semenovedeniju i kontrolju za kachestvom semjan risa /A.P. Smetanin, V.A. Dzjuba, A.I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 186 s.
2. Los' G. D. Metody preryvanija perioda pokoja svezheubrannyh semjan gibridov pervogo pokolenija / G. D. Los' // Risovodstvo. – 2003. – №3 – S. 47-48.
3. Annikova Z.F. Ris, sort, urozhaj, kachestvo. / Z.F. Annikova, L.E. Tarasova – M.: Agropromizdat, 1988. – 356 s.
4. Chuhir' I. N. Gibridizacija – vazhnyj jetap sozdaniya ishodnogo materiala / I. N. Chuhir' // Risovodstvo. – 2009. – № 14. – S.11-13.
5. Chuhir' I. N. K metodike provedenija gibridizacii risa / I.N. Chuhir', L.V. Esaulova, N.P. Chuhir' // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii s jelementami shkoly molodyh uchenyh «Nauchnye priority adaptivnoj intensivnogo sel'skohozjajstvennogo proizvodstva». – 2019. – S. 77-80.