

М.В. Илюшко ✉
М.В. Ромашова
С.С. Гученко

Федеральный научный центр
агробиотехнологий Дальнего Востока
им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

✉ ilyushkoiris@mail.ru

Поступила в редакцию:
27.09.2023

Одобрена после рецензирования:
12.01.2024

Принята к публикации:
26.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-96-101

Marina V. Ilyushko ✉
Marina V. Romashova
Svetlana S. Guchenko

Experimental station "Ufimskaya" Subdivision
of the Ufa Federal Research Centre of the
Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ ilyushkoiris@mail.ru

Received by the editorial office:
27.09.2023

Accepted in revised:
12.01.2024

Accepted for publication:
26.01.2024

Оценка коллекционных образцов риса *Oryza sativa* L. на Дальнем Востоке России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Выведение раннеспелых сортов является постоянной задачей в селекции риса дальневосточной зоны рисосеяния, так как продолжительность периода вегетации — главный лимитирующий фактор в регионе. Средне- и позднеспелые формы хоть и более продуктивны, часто не достигают фазы полной спелости. Раннеспелые сорта, как правило, менее урожайны. Несмотря на определенную отрицательную взаимосвязь продуктивности и скороспелости, необходим подбор именно этих свойств растений риса.

Методы. В работе изучено 157 образцов обновленной коллекции риса *Oryza sativa* L. из 22 стран. В качестве контроля использованы сорта Приморский 29 и Долинный. Рис высевали в 2022 году на вегетационной площадке в сосудах размером 1,54 м², наполненных почвой. Каждый образец размещали в рядках с междурядьями 15 см по 10–12 растений в рядке (рендомизированно) в двукратной повторности. Проводили стандартные биометрические измерения. Объем выборки каждого образца составил 5–10 растений в повторности. Всего проанализировано 2194 растения.

Результаты. По результатам первого года изучения коллекции риса в условиях Приморского края выделено 39 образцов, превышающих стандарты по массе зерна главной метелки и (или) массе зерна растения. Четыре из них превосходят оба стандарта по продуктивности (УкрНИС 9706, УкрНИС 3455, ДОН 7790, Nika Zulanzon). Выделено девять скороспелых образцов с периодом вегетации 101–106 дней, что ниже уровня стандартов на 2–8 дней, сохранивших продуктивность метелки и растения на уровне контроля (Зеравшаника, Onne Mochi, Му 07-980, Му-07-1055, Уссур, Узрос 24-24, № 24, Каскад, Long Jing 15). Образец № 24 превосходит по массе зерна главной метелки, Му 07-980 — по массе зерна растения оба контроля.

Ключевые слова: *Oryza sativa*, коллекция, продуктивность, скороспелость, селекция, рис

Для цитирования: Илюшко М.В., Ромашова М.В., Гученко С.С. Оценка коллекционных образцов риса *Oryza sativa* L. на Дальнем Востоке России. *Аграрная наука*. 2024; 379(2): 96–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-96-101>

© Илюшко М.В., Ромашова М.В., Гученко С.С.

Evaluation of rice collection samples *Oryza sativa* L. in the Russian Far East

ABSTRACT

Relevance. Early-ripening varieties breeding is a constant task in the selection of rice in the Russian Far Eastern rice-growing zone, since the duration of the vegetation period is the main limiting factor in the region. Medium- and late-ripening forms, although more productive, often do not reach the full maturity phase. Early ripening varieties, as a rule, are less productive. Despite a certain negative relationship between productivity and precocity, it is necessary to select precisely these properties of rice plants.

Methods. In the work, 157 samples of the updated rice collection *Oryza sativa* L. from 22 countries were studied. Varieties Primorsky 29 and Dolinny were used as control. Rice was sown in 2022 in a growing area in 1.54 m² pots filled with soil. Each sample was placed in rows with row spacing of 15 cm, 10–12 plants in a row (randomized) in double repetition. Standard biometric measurements were taken. The sample size of each sample was 5–10 plants in replication. A total of 2194 plants were analyzed in the work.

Results. Based on the first year results studying of the rice collection in the Primorsky Krai conditions, 39 accessions were identified that exceeded the standards in terms of main panicle grain mass and/or plant grain mass. Four of them exceed both standards in productivity (UkrNIS 9706, UkrNIS 3455, DON 7790, Nika Zulanzon). Nine early maturing accessions were identified with a vegetation period of 101–106 days, which is 2–8 days lower than the standards, which retained the productivity of panicles and plants at the control level (Zeravshanika, Onne Mochi, Mu 07-980, Mu-07-1055, Ussur, Uzros 24-24, No. 24, Cascade, Long Jing 15). Samples No. 24 are superior in main panicle grain mass, Mu 07-980 in grain mass of both control plants.

Key words: *Oryza sativa*, collection, productivity, precocity, breeding, rice

For citation: Ilyushko M.V., Romashova M.V., Guchenko S.S. Evaluation of rice collection samples *Oryza sativa* L. in the Russian Far East. *Agrarian science*. 2024; 379(2): 96–101 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-96-101>

© Ilyushko M.V., Romashova M.V., Guchenko S.S.

Введение/Introduction

Приморский край — один из старейших регионов рисосеяния в России [1, 2]. Пройдя неоднократно этапы подъема, стабилизации и спада в рисоводстве, край в отдельные периоды входил в тройку лидеров производства зерна риса в РФ даже в постсоветский период, когда уже очень широко было развито рисоводство в европейской части страны [3].

К середине 1980-х годов площадь под рисовыми системами в регионе возросла до 66 тыс. га, посевные площади с учетом севооборотов достигли максимума — 49,4 тыс. га [1].

Таблица 1. Происхождение образцов риса *Oryza sativa* L. коллекции ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»

Table 1. *Oryza sativa* L. accessions origin of Chaika Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East collection

Происхождение	Наименование / номер образцов	Число образцов, шт.
Россия, Краснодарский край	Новатор, Метелица, КТ-3, Серпантин, Марс, Соната, Хазар, Кумир, № 24, Атлант, Привольный 4, Виола, Мавр, Аметист, с. 585 р. 2 (47), К.-с. 903 (262) Л-2, Нф 39 (ВНИИР 3223), Лиман, Ренар, Диамант, Гамма, Регул, 242-01, К.-с. 900 р. 4, с. 924 р. 4, с. 926 р. 6, 9167, Л-3, К. 1859 Л-1, с. 925 р. 5, с. 900 р. 4, 206-01, с. 603 Л-3, № 39 (д. 1292/08), 229-01, № 11 (д. 1285/08), Краснозерный сорнополевой	37
Россия, Ростовская обл.	ДОН 10-01 (4237), Вирасан, ДОН 7790, Дублер, Боярин, Контакт, Раздольный, Светлый, Южанин, Азовский	10
Россия, Приморский край	Алмаз, Уссур, Дубрава, 719, Садко, Приморский 29, Дальневосточный, Каскад, Дарий 8, Дарий 122, Долинный	11
Китай	Лан-дау-5, Sui Jing 7, Sui Jing 10, Mu 07-1233, Mu 07-980, Mu 07-1055, Хейлудзян 1-06, Sui Jing 4, Sui Jing 28, Long Jing 8, Long Jing 12, Long Jing 20, Long Jing 22, Heige-16, Long Jing 14, Long Jing 15, Long Jing 16, Long Jing 18, Long Jing 19, X-n-20-09, Лон-до-6	18
Корея	Shinei, Унгги № 9, КJ 205	3
Япония	Ischikari, Kuro-mochi, He Jiang 19, Jemisi wase, Long Nuo 2, Saraiku, Nayakaze, Hejiang 20, Sakigake, Jachiminoji, Дети ветра, Onne Mochi, Лебедь, Hashirimochi, Китокогане	15
Вьетнам	LD 122	1
Индия	Nica Zulanzon	1
Китай, Маньчжурия	Дуиган-Шал	1
США	Оху 2х	1
Колумбия	H-404-85	1
Чили	56-414	1
Бразилия	4764	1
Казахстан	Хоккайдо, 1898, Лалаза Лоуду	3
Узбекистан	К-10, Узрос 17-24, Бугдай-шала, К-325, Кырмызы, Узрос 24-24, 1773, Хи-муке, 1776, Узрос 89-43	10
Турция	Суходольный	1
Азербайджан	Шестрест, 1299, 580, 1405, 1537, 634	6
Франция	Maratelli 5A	1
Венгрия	Agusztá, Arpa Shali rizs, Sr257, Ayklerisa, Sz381, Szarvasi 70, Sr816, Паллачи 77, Паллачи 67, Agostano, 4516, Korastai-333, Mutashali, Savia, Csan Taj	15
Португалия	Romanico	1
Италия	Bertone, Balocco	2
Бельгия	1075	1
Норвегия	1021	1
Украина	Зеравшаника, Херсонский 1, К-3666, Таврический, УкрНИС 571, УкрНИС 6168, УкрНИС 3390, УкрНИС 9706, УкрНИС3455, 6295, Местный, Донской 402, УкрНИС 9291/2, Украина 96, Урожайный ОСХИ	15
Итого		157

Юг Дальнего востока является единственной рисо-пригодной территорией на всей азиатской части России. При возобновлении масштабов производства даже на уровне 1970–1980-х годов Приморский край остается потенциальным производителем зерна риса на экспорт [4, 5]. Примером реализации амбиций сельхозтоваропроизводителей стала другая традиционно дальневосточная культура — соя, которая экспортируется в Юго-Восточную Азию [6]. Уникальные почвенно-климатические условия Приморья позволяют выращивать здесь рис на северной границе ареала вида *Oryza sativa* L. Многие страны (Казахстан, Япония, КНР) и регионы РФ (Ростовская область, Краснодарский край) также находятся на границе распространения вида и сталкиваются с ограничениями в теплообеспеченности риса [7–9]. Особенность растениеводства Приморского края — наличие длительных возвратных холодов в мае — июне при сумме положительных температур в период вегетации 2400–2600 °С [5, 10].

Из-за ограничений в росте в начальные периоды развития теплолюбивых растений в дальневосточной зоне рисосеяния районируют раннеспелые сорта, которые могут вызревать за 100–110 дней [10].

Современные сорта риса дальневосточной селекции характеризуются высокой урожайностью (до 6,0 т/га) [2]. При средней урожайности в последние годы (в пределах 2,5 т/га) потенциал сортов не реализуется в полной мере, главным образом ввиду организационных ограничений и низкой агротехники возделывания риса в крае [3, 11].

Работа по сортоизучению и селекции *O. sativa* в Приморском крае была развернута в 20-х годах прошлого столетия и успешно велась на протяжении XX века. В настоящий момент все сорта *O. sativa*, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ по 12-й зоне, принадлежат дальневосточным селекционерам. При формировании лаборатории селекции риса на базе Приморского НИИСХ (ныне ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки) создана новая коллекция (2009–2012 гг.), в ее основу легли образцы ВИР. Кроме этого, небольшой набор образцов поступил на изучение на основе договоров о сотрудничестве с научными учреждениями РФ, Китая и Кореи. Вновь созданная коллекция изучена фрагментарно с выделением наиболее скороспелых образцов [5], однако всестороннего детального изучения коллекции не проводилось.

Цели работы — изучение новой коллекции риса *O. sativa* в условиях Приморского края, выделение продуктивных и скороспелых образцов для селекционных целей дальневосточного рисосеяния.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В работе изучено 157 коллекционных образцов риса *O. sativa* из 22 стран (табл. 1). Семена были собраны в 2018–2021 годах и хранились в холодильнике при 4 °С. В качестве контроля использованы сорта Приморский 29 (стандарт в государственном сортоиспытании) и Долинный (один из последних районированных сортов ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»).

Рис высевали 25 мая 2022 года (в оптимальные сроки [4]) на вегетационной площадке в сосудах размером 1,54 м², наполненных почвой. Каждый образец размещали в рядках с междурядьями 15 см по 10–12 растений в половине рядка (рендомизированно) в двукратной повторности. Для проведения вегетационных опытов

использовали почву, характерную для рисовых полей, — лугово-бурую с тяжелым механическим составом. Содержание органического вещества — 5,1%, подвижных форм фосфора и калия — 28,0 мг/кг и 132,0 мг/кг почвы соответственно, легкогидролизуемого азота — 61,5 мг/кг, рН солевой вытяжки — 5,1. Режим орошения — укороченное затопление. Погодные условия вегетационного периода соответствовали биологическим требованиям культуры, превышая среднемноголетние данные региона на 0,2–0,8 °С.

Сбор растений производили до 30 сентября. Позднеспелые образцы пересадили в пластиковые сосуды и поместили в тепличные условия при температуре 18–20 °С для дозревания. Определяли следующие биометрические показатели: продуктивное кущение (шт.), высоту растений (см), длину метелки (см), число и массу зерна главной метелки (шт. и г), массу зерна растения (г), пустозерность (%), массу 1000 зерен (г). Проводили ручной уход за посевами. Фиксировали остистость, осыпаемость зерновок, дату всходов и созревания (не менее трех растений в повторности в нужной фазе), усредняя для каждого образца.

Объем выборки каждого образца составил 5–10 растений в повторности в зависимости от всхожести семян. Объем контрольных образцов увеличен до 20 растений в каждой повторности для уменьшения разброса значений дисперсии биометрических показателей.

Сравнительную оценку коллекционных образцов с контролем проводили дисперсионным анализом, используя программу Statistica 10 (Stat-Soft, Inc., США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Выделение продуктивных образцов

В результате дисперсионного анализа выявлены значимые различия ($p < 0,001$) по биометрическим показателям между коллекционными образцами и повторностями в опыте.

Контрольные образцы (Приморский 29 и Долинный) характеризуются равной продуктивностью растений (2,4 г) и массой 1000 зерен (28,6 г). Однако продуктивная кустистость Долинного (2,22 шт.) выше, чем у сорта Приморский 29 (1,67 шт.). Массы зерна главных метелок рознятся: 1,61 г у Долинного, 1,92 г у Приморского 29.

Сравнительный анализ продуктивности позволил выделить 39 коллекционных образцов, превышающих значения контрольных сортов по массе зерна главной метелки и (или) массе зерна растения. Только 23 из них имеют высокие значения массы 1000 зерен (28,0 г и выше), 2 из них (ДОН 7790 и Азовский) — шуплые. Выделившиеся по продуктивности образцы характеризуются периодом вегетации 103–131 день, неосыпающиеся, 3 из них склонны к полеганию (Велоссо. Р. 926, 6 р., Р. 900, 4 р.), 2 слабоостисты: Херсонский 1 образует небольшие ости всех растений, короткими остями обладали отдельные растения образца Украина 96. Биометрические показатели этих образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Продуктивные образцы риса *Oryza sativa* L. коллекции ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»

Table 2. *Oryza sativa* L. productive samples of Chaika Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East collection

Наименование сорта	Вегетационный период, дн.	Кущение, шт.	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число зерен главной метелки, шт.	Пустозерность, %	Масса зерна, г		
							главной метелки	растения	1000 шт.
Sr-70	113	1,43	74,0*	15,1	65,6	10,3	2,06**	2,47	31,6* **
Палаччи 67	117	1,67	72,8*	14,5	87,8* **	10,8	2,31* **	2,96	26,3
Велоссо	110	3,33* **	83,5* **	17,3*	61,0	8,2	2,07**	5,87* **	33,9* **
Херсонский-1	111	2,83* **	80,8* **	17,3*	47,3	28,7* **	1,44	3,19* **	31,2
Таврический	107	2,54* **	78,9* **	18,2* **	53,4	16,4* **	1,79	3,32* **	32,6* **
УкрНИС 6168	111	2,24* **	85,7* **	17,7* **	60,2	11,3	2,07**	3,49* **	34,1* **
Укр 9706	111	1,88	79,9* **	14,3	71,4**	9,1	2,42* **	3,38* **	33,9* **
Укр3455	113	2,60*	78,9* **	15,2	122,8* **	12,9	3,06* **	4,64* **	25,1
Местный	110	2,27*	79,9* **	16,9*	49,2	11,6	1,9	3,88* **	38,8* **
Новатор	114	1,63	76,4* **	15,8*	81,5**	14,3* **	2,31* **	2,80	27,9
Наyakaze	115	2,88* **	84,1* **	17,5* **	56,2	10,7	1,68	3,85* **	30,2
Mu 07-980	103	4,00* **	77,3* **	14,6	45,0	25,7* **	1,18	3,45* **	26,2
Украина 96	113	1,00	78,7* **	14,2	100,0* **	26,8* **	2,52* **	2,52	23,4
Соната	108	3,40* **	75,4* **	16,0*	53,6	12,0	1,56	3,98* **	29,3
№ 24	107	1,50	72,7*	14,9	74,4**	9,7	2,2* **	2,60	29,9
Атлант	123	1,57	77,0* **	14,1	98,4* **	16,3* **	2,64* **	3,00	27,7
с. 585 р. 2(47)	114	1,39	78,7* **	15,1	84,5* **	20,1* **	2,76* **	3,12	31,8* **
КС 903(262) Л-2	113	1,31	80,3* **	18,1* **	79,2**	14,0**	2,73* **	2,92	34,5* **
ДОН 7790	113	1,90	74,3*	14,1	155,4* **	16,4* **	3,05* **	4,21* **	19,6
Дублер	107	1,15	76,4* **	16,4*	85,1* **	17,7* **	2,29**	2,38	26,8
Хейлудзян 1-06	109	1,53	78,3* **	16,6*	65,2	11,2	2,09**	2,53	31,9* **
Боярин	113	1,27	73,7*	14,0	95,7* **	12,7	2,83* **	2,93	28,4
Контакт	113	1,46	66,9	13,5	82,6**	12,9	2,34* **	2,68	28,2
Светлый	114	1,15	71,4	15,5	91,5* **	25,3* **	2,57* **	2,75	27,2
Южанин	119	1,13	73,8*	17,2*	99,1* **	18,7* **	2,61* **	2,74	25,9
Лиман	113	1,09	63,5	13,3	97,4* **	9,3	2,52* **	2,66	25,8
Sui Jing 4	112	2,27*	64,8	16,2*	62,3	11,8	1,5	3,37* **	24,0
Nika Zulanzon	111	1,85	65,9	15,0	91,9* **	13,3	2,73* **	3,56* **	29,9
1898	131	1,22	70,3	15,1	94,9* **	38,3* **	2,44* **	2,85	25,8
Лалаза Лоуду	111	3,07* **	84,9* **	18,5* **	68,6	7,7	2,00**	4,09* **	29,1
634	110	2,57*	85,4* **	17,4* **	57,9	14,2	1,74	3,43* **	30,1
Н 404-85	112	2,50*	75,5* **	17,5* **	68,0	14,9* **	2,15**	3,25* **	31,8* **
4764	111	1,92	71,4	13,3	64,9	5,5	2,70**	3,12	34,9* **
Дарий 8	109	1,44	65,9	15,9*	61,8	6,0	2,11**	2,38	33,6* **
Long Jing 20	111	3,20* **	69,1	15,9*	58,4	3,7	1,56	3,48* **	26,7
Азовский	131	1,50	69,4	13,4	88,3* **	17,6* **	2,03**	3,17	21,8
с. 924 р. 4	113	1,08	69,1	14,5	88,9* **	14,8* **	2,13**	2,20	23,3
с. 926 р. 6	110	1,46	70,8	15,8*	89,0* **	8,0	2,38* **	2,75	27,7
с. 900 р. 4	113	1,42	76,5* **	16,0*	82,8**	7,9	2,20**	2,52	26,3
Долинный — К	109	2,22	69,7	15,8	56,9	6,4	1,61	2,45	28,6
Приморский 29 — К	109	1,67	66,4	14,0	67,0	6,9	1,92	2,43	28,6

Примечание: * Превышает сорт Приморский 29 ($p < 0,05$), ** превышает сорт Долинный ($p < 0,05$), К — контроль.

Наибольший интерес вызывают образцы, превосходящие оба контроля по двум показателям продуктивности: УкрНИС 9706, УкрНИС 3455, ДОН 7790, Nika Zulanzon, 2 из них (УкрНИС 9706 и Nika Zulanzon) демонстрируют высокие значения массы 1000 зерен — 33,9 г и 29,9 г.

Продуктивность растений риса определяется такими показателями, как кустистость, количество зерен на метелке, масса 1000 зерен. При подборе исходных форм для селекции в условиях Приморского края предпочтительнее иметь образцы со слабой кустистостью, максимально сочетающие показатели продуктивности [10].

Из изученных образцов 14 превосходили по кустистости оба контроля, в том числе 9 оказались с большими значениями продуктивной кустистости, чем сорт Долинный, у которого этот показатель и так достаточно высокий (2,22 шт.) (табл. 2). Среди этих 9 образцов есть выделенные по продуктивности с высокими значениями массы 1000 зерен: Belosso, Херсонский 1, Таврический, УкрНИС 6168, Хауаказе, Соната, Лалаза Лоуду. Все они превосходят по массе зерна с растения контрольные образцы и уступают по массе зерна главной метелки сорту Приморский 29, у которого этот показатель значимо выше Долинного (при $p = 0,004$).

По высоте растений продуктивные образцы представлены полукарликовыми сортами — 61–80 см (32 шт.), в том числе Приморский 29 и Долинный, и низкорослыми — 81–90 см (9 шт.). Большинство образцов (27 шт.) превосходят по высоте контроль (табл. 2). В период расцвета Зеленой революции приветствовались низкорослые формы *O. sativa*, несущие гены полукарликовости растений, например *sd-1*. Считалось, что низкорослость гарантирует устойчивость растений к полеганию [12, 13].

В XXI веке произошла смена представлений о взаимосвязи высоты растения риса, продуктивности и устойчивости к полеганию. Оказалось, что при одинаковом минеральном питании высокорослые формы обеспечивают большую продуктивность растений [14, 15].

Устойчивость соломины риса определяется ее диаметром и толщиной паренхимного слоя, формирование которых зависит от метаболизма калия, сахаров, кремния и других элементов питания растений [16].

Данные В.А. Ковалевской также показывают, что в условиях Приморского края короткостебельность не всегда сочетается с высокой устойчивостью к полеганию [10]. Поэтому коллекционные образцы разной высоты могут быть использованы в селекционном процессе в зависимости от их преимуществ по другим хозяйственно полезным признакам.

По длине метелки 20 образцов превысили контрольные образцы (табл. 2). Известно, что в условиях Приморского края нет необходимости создавать сорта с плотной компактной метелкой, так как с увеличением плотности метелки возрастает пустозерность.

Для районов северного рисосеяния необходима модель вертикального раскидистого соцветия, что позволяет увеличить фотосинтетическую активность всех частей метелки, содержащих хлорофильную паренхиму [10]. Пустозерность, превышающая значения сортов Приморский 29 и Долинный, отмечена

Таблица 3. Скороспелые образцы риса *Oryza sativa* L. коллекции ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» с продуктивностью на уровне контроля

Table 3. *Oryza sativa* L. early maturing samples of Chaika Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East collection with productivity at the control level

Наименование	Вегетационный период, дн.	Кущение, шт.	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число зерен главной метелки, шт.	Пустозерность, %	Масса зерна, г		
							главной метелки	растения	1000 зерен
Зеравшаника	103	2,21	77,7* **	17,3* **	52,4	5,6	1,56	2,54	29,9
Onne Mochi	105	1,15	88,3* **	16,1*	65,7	7,3	1,89	1,95	28,1
Mu 07-980	103	4,00* **	77,3* **	14,6	45,0	25,7* **	1,18	3,45* **	26,2
Mu 07-1055	101	3,50* **	65,5	17,0*	33,5	35,9* **	1,05	2,30	31,3* **
Уссур	105	1,06	73,4*	15,8*	57,1	14,9* **	1,65	1,70	28,7
Узрос 24-24	106	1,38	68,5	14,7	52,2	15,1* **	1,38	1,57	26,5
№ 24	106	1,53	72,7*	14,9	74,4* **	9,7	2,22* **	2,56	29,9
Каскад	105	2,54*	54,5	11,9	42,5	17,1* **	1,31	2,13	30,8* **
Long Jing 15	103	1,88	62,9	13,8	40,1	12,7	1,18	2,09	27,8
Долинный — К	109	2,22	69,7	15,8	56,9	6,4	1,61	2,45	28,6
Приморский 29 — К	109	1,67	66,4	14,0	67,0	6,9	1,92	2,43	28,6

Примечание: * Превышает сорт Приморский 29 ($p < 0,05$), ** превышает сорт Долинный ($p < 0,05$), жирным выделены образцы на уровне сорта Приморский 29, курсивом выделены образцы на уровне сорта Долинный, К — контроль.

у 16 образцов. В семи случаях значительная пустозерность (до 28,7%) встречалась на метелках длиннее, чем в контроле. Образцы с любой длиной метелки из 39 выделенных по продуктивности могут быть использованы в селекционном процессе.

Считается, что при оценке исходного материала риса для селекции на продуктивность следует уделять особое внимание пустозерности, так как она ведет к резкому снижению урожая. Установлено, что в условиях Приморского края наименьшим развитием признака характеризуются сортообразцы раннеспелой группы [10]. В данном эксперименте также выявлена положительная зависимость этого показателя от длины вегетационного периода ($n = 41$, $r = 0,41$, $p = 0,05$). В такой же степени от длины вегетационного периода зависит и число зерен главной метелки ($r = 0,43$, $p = 0,05$). Однако с увеличением озерненности метелки снижается масса 1000 зерен ($r = -0,63$, $p = 0,05$), то есть она в некоторой степени зависит от продолжительности вегетации образца ($r = -0,37$, $p = 0,05$).

Можно заключить, что оптимальным является 60–90 зерен главной метелки, что позволяет в большинстве случаев сохранить массу 1000 зерен более 28 г. Из выделенных образцов по продуктивности 10 имели число зерен главной метелки в таком диапазоне (табл. 2).

Выделение скороспелых образцов

Выведение раннеспелых сортов является постоянной задачей в селекции риса, так как продолжительность периода вегетации — главный лимитирующий фактор дальневосточной зоны рисосеяния. Средне- и позднеспелые формы с периодом вегетации более 116 дней имеют низкую урожайность или не достигают фазы полной спелости. Раннеспелые сорта, как правило, также менее урожайны. Оптимальным считается период вегетации до 110 дней [10]. Несмотря на определенную отрицательную взаимосвязь продуктивности и скороспелости, необходим подбор именно этих свойств растений риса [5, 10].

В.А. Ковалевская выделяет в условиях Приморского края источники скороспелости с периодом вегетации

до 106 дней, что ниже уровня контроля на четыре дня и более [10].

В изученной коллекции 27 образцов были скороспелыми (период вегетации — 94–106 дней), 16 из них представлены селекцией Японии и Китая. Проведен отдельный анализ скороспелых образцов для выделения тех, которые не уступают по продуктивности контрольным сортам (табл. 3).

Выделено девять скороспелых образцов, имеющих значения массы зерна главной метелки и растения на уровне сортов Приморский 29 и Долинный. Образец № 24 значимо превышает оба контроля по массе зерна главной метелки. Образец Му 07-980 формирует массу зерна растения выше контрольных значений (табл. 3). Среди выделившихся по скороспелости образцов отсутствовали полегающие и осыпающиеся. Отмечена остистость сорта Узрос 24-24. У семи образцов высокая масса 1000 зерен (27,8–31,3 г). Вегетационный период скороспелых образцов — 101–106 дней, что выше контроля на 2–8 дней. Ультраскороспелые образцы с вегетационным периодом до 100 дней (один китайский и пять японских сортов) уступали по продуктивности контрольным сортам. Девять выделившихся

по скороспелости сортов приемлемы для селекции на скороспелость в условиях Приморского края.

Выводы/Conclusion

По результатам изучения коллекции риса в условиях Приморского края:

1. Выделено 39 образцов, превышающих контрольные сорта по массе зерна главной метелки и (или) массе зерна растения, 4 из них превосходят оба контроля по продуктивности (УкрНИС 9706, УкрНИС 3455, ДОН 7790, Nika Zulanzon).

2. Девять скороспелых образцов с периодом вегетации 101–106 дней, что ниже уровня контроля на 2–8 дней, сохранили продуктивность метелки и растения на уровне контроля (Зеравшаника, Onne Mochi, Му 07-980, Му-07-1055, Уссур, Узрос 24-24, № 24, Каскад, Long Jing 15). Образец № 24 превосходит по массе зерна главной метелки, Му 07-980 — по массе зерна растения оба контроля.

3. В селекции на продуктивность и скороспелость продуктивные и скороспелые образцы первой и второй групп могут быть использованы для гибридизации в качестве родительских форм.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Вклад в работу и написание статьи Илюшко М.В. — 45%, Ромашовой М.В. — 45%, Гученко С.С. — 10%.

Авторы несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

Contribution to the work and writing of the article Ilyushko M.V. — 45%, Romashova M.V. — 45%, Guchenko S.S. — 10%.

The authors bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interests.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ознобихин В.И., Тур А.С. Рисосеяние как феномен: исторический опыт рисосеяния на российском Дальнем Востоке. Проблемы рисосеяния российского Дальнего Востока. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета. 1999; 4–34. ISBN 5-7444-1011-2
2. Чайка А.К., Ващенко А.П. Аграрная наука в Приморье (XX–XXI вв.). Владивосток: Рея. 2017; 228. ISBN 978-5-91849-121-8 <https://www.elibrary.ru/ypuwkw>
3. Носовский В.С., Носовский С.В., Золотов Б.А. Совершенствование организации управления развитием производства риса в Приморском крае. Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2015; (3): 42–53. <https://www.elibrary.ru/vdomtz>
4. Рис. Система ведения агропромышленного производства Приморского края. Новосибирск. 2001; 109–124. ISBN 5-94306-035-9
5. Ковалевская В.А. Селекция риса в дальневосточной зоне рисосеяния. Достижения науки и техники АПК. 2008; (6): 8–10. <https://www.elibrary.ru/jwvlid>
6. Sinogovskiy M.O., Malashonok A.A., Sinogovskaya V.T. Assessment of the export potential of Russian soybean. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 677: 022025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022025>
7. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Гончаров С.В., Бруяко В.Н. Молекулярное маркирование локусов, определяющих высокие темпы роста на начальных этапах развития растений у российских сортов риса (*Oryza sativa* L.). Сельскохозяйственная биология. 2019; 54(5): 892–904. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.892rus>
8. Farrell T.C., Fox K.M., Williams R.L., Fukai S. Genotypic variation for cold tolerance during reproductive development in rice: screening with cold air and cold water. Field Crops Research. 2006; 98(2–3): 178–194. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.01.003>
9. Satoh T. et al. Identification of QTLs controlling low-temperature germination of the East European rice (*Oryza sativa* L.) variety Maratteli. Euphytica. 2016; 207(2): 245–254. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1531-z>
10. Ковалевская В.А. Биологическая и селекционная ценность исходного материала риса для создания скороспелых сортов в условиях Приморского края. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Благовещенск. 2000; 153.
11. Першин Б.М., Мизенин А.И. Естественно-исторические предпосылки рисосеяния. Проблемы рисосеяния российского Дальнего Востока. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета. 1999; 34–37. ISBN 5-7444-1011-2
12. Zhang F. et al. Three genetic systems controlling growth, development and productivity of rice (*Oryza sativa* L.): a reevaluation of the «Green Revolution». Theoretical and Applied Genetics. 2013; 126(4): 1011–1024. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-2033-1>

REFERENCES

1. Oznobikhin V.I., Tur A.S. Rice cultivation as a phenomenon: the historical experience of rice cultivation in the Russian Far East. Problems of rice cultivation in the Russian Far East. Vladivostok: Far Eastern University publ. 1999; 4–34 (in Russian). ISBN 5-7444-1011-2
2. Chaika A.K., Vashenko A.P. Agrarian science in Primorye (XX–XXI centuries). Vladivostok: Reya. 2017; 228 (in Russian). ISBN 978-5-91849-121-8 <https://www.elibrary.ru/ypuwkw>
3. Nosovsky V.S., Nosovsky S.V., Zolotov B.A. Improvement of the management for development of rice production in Primorsky region. The Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management. 2015; (3): 42–53 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vdomtz>
4. Rice. The system of conducting agro-industrial production in Primorsky Krai. Novosibirsk. 2001; 109–124 (in Russian). ISBN 5-94306-035-9
5. Kovalevskaya V.A. Rice breeding in the Far East rice growing zone. Achievements of Science and Technology of AIC. 2008; (6): 8–10 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jwvlid>
6. Sinogovskiy M.O., Malashonok A.A., Sinogovskaya V.T. Assessment of the export potential of Russian soybean. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 677: 022025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022025>
7. Kharitonov E.M., Goncharova Yu.K., Goncharov S.V., Bruyako B.H. Molecular markers associated with high early growth rate of Russian rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Agricultural Biology. 2019; 54(5): 892–904. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.892eng>
8. Farrell T.C., Fox K.M., Williams R.L., Fukai S. Genotypic variation for cold tolerance during reproductive development in rice: screening with cold air and cold water. Field Crops Research. 2006; 98(2–3): 178–194. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.01.003>
9. Satoh T. et al. Identification of QTLs controlling low-temperature germination of the East European rice (*Oryza sativa* L.) variety Maratteli. Euphytica. 2016; 207(2): 245–254. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1531-z>
10. Kovalevskaya V.A. Biological and breeding value of the rice initial material for the development of early maturing varieties in the Primorsky Krai conditions. PhD (Agricultural sciences) Thesis. Blagoveshensk. 2000; 153 (in Russian).
11. Pershin B.M., Mizenin A.I. Natural-historical prerequisites for rice cultivation. Problems of rice cultivation in the Russian Far East. Vladivostok: Far Eastern University publ. 1999; 34–37 (in Russian). ISBN 5-7444-1011-2
12. Zhang F. et al. Three genetic systems controlling growth, development and productivity of rice (*Oryza sativa* L.): a reevaluation of the «Green Revolution». Theoretical and Applied Genetics. 2013; 126(4): 1011–1024. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-2033-1>

13. Kadambari G. *et al.* QTL-Seq-based genetic analysis identifies a major genomic region governing dwarfness in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell Reports*. 2018; 37(4): 677–687.
<https://doi.org/10.1007/s00299-018-2260-2>
14. Yano K. *et al.* Isolation of a Novel Lodging Resistance QTL Gene Involved in Strigolactone Signaling and Its Pyramiding with a QTL Gene Involved in Another Mechanism. *Molecular Plant*. 2015; 8(2): 303–314.
<https://doi.org/10.1016/j.molp.2014.10.009>
15. Lu Z. *et al.* Genome-Wide Binding Analysis of the Transcription Activator IDEAL PLANT ARCHITECTURE1 Reveals a Complex Network Regulating Rice Plant Architecture. *The Plant Cell*. 2013; 25(10): 3743–3759.
<https://doi.org/10.1105/tpc.113.113639>
16. Merugumala G.R. *et al.* Molecular breeding of «Swarna», a mega rice variety for lodging resistance. *Molecular Breeding*. 2019; 39: 55.
<https://doi.org/10.1007/s11032-019-0961-z>

ОБ АВТОРАХ

Марина Владиславовна Илюшко

кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии
ilyushkoiris@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7042-8641>

Марина Викторовна Ромашова

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии
romashova_1969@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7426-8523>

Светлана Сергеевна Гученко

научный сотрудник лаборатории селекции риса
lana_svet8@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3492-8934>

Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
ул. Воложенина, 30, пос. Тимирязевский, Уссурийск, 692539,
Россия

13. Kadambari G. *et al.* QTL-Seq-based genetic analysis identifies a major genomic region governing dwarfness in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell Reports*. 2018; 37(4): 677–687.
<https://doi.org/10.1007/s00299-018-2260-2>

14. Yano K. *et al.* Isolation of a Novel Lodging Resistance QTL Gene Involved in Strigolactone Signaling and Its Pyramiding with a QTL Gene Involved in Another Mechanism. *Molecular Plant*. 2015; 8(2): 303–314.
<https://doi.org/10.1016/j.molp.2014.10.009>

15. Lu Z. *et al.* Genome-Wide Binding Analysis of the Transcription Activator IDEAL PLANT ARCHITECTURE1 Reveals a Complex Network Regulating Rice Plant Architecture. *The Plant Cell*. 2013; 25(10): 3743–3759.
<https://doi.org/10.1105/tpc.113.113639>

16. Merugumala G.R. *et al.* Molecular breeding of «Swarna», a mega rice variety for lodging resistance. *Molecular Breeding*. 2019; 39: 55.
<https://doi.org/10.1007/s11032-019-0961-z>

ABOUT THE AUTHORS

Marina Vladislavovna Ilyushko

Candidate of Biology Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology
ilyushkoiris@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7042-8641>

Marina Viktorovna Romashova

Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology
romashova_1969@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7426-8523>

Svetlana Sergeevna Guchenko

Researcher at the Rice Breeding Laboratory
lana_svet8@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3492-8934>

Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East of the East named after A.K. Chaika,
30 Volozhenin Str., Timiryazevsky, Ussuriysk, 692539, Russia