

# AGROTECHNOLOGY

## АГРОТЕХНИКА

---

### THE FULL SPECIES DIVERSITY OF THE COLLECTION IS ORYZA S. ACCORDING TO THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY of PLANTS

**Korotenko T.L.**

FSBSI All-Russian Rice Research Institute. Krasnodar, Russia

**Abstract.** The article presents the results of field and laboratory assessment of rice species diversity from geographically remote regions in the South of Russia-rice varieties of international selection from 11 countries. The selection of varieties included the forms of two subspecies of rice cultivated with different Botanical affiliation. Rice varieties of 25 Botanical varieties were studied according to the elements of productivity, biological and morphological characteristics of plants. The high biological potential and adaptability to the technologies of rice cultivation in the Kuban region of a number of introduced genotypes are shown. Differences in the elements of productivity of rice plants between the countries of origin of varieties and their Botanical affiliation are revealed.

**Keywords:** rice, collection of botanical species, morphological features of the grain, the elements of productivity of plants.

### ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ КОЛЛЕКЦИИ ORYZA S. ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

**Коротенко Т.Л.**

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт риса,  
г. Краснодар, Россия

**Аннотация.** В статье приведены результаты полевой и лабораторной оценки видового разнообразия риса из географически отдаленных регионов в условиях юга России – сортов риса международной селекции из 11 стран мира. Выборка сортов включала формы двух подвидов риса культурного посева различной ботанической принадлежности. Сорта риса 25 ботанических разновидностей изучены по элементам продуктивности, биологическим и морфологическим признакам растений. Показан высокий биологический потенциал и адаптивность к технологиям выращивания риса на Кубани ряда интродуцированных генотипов. Выявлены различия по элементам продуктивности растений риса между странами происхождения сортов и их ботанической принадлежностью.

**Ключевые слова:** рис, коллекция, ботаническая разновидность, морфологические признаки зерна, элементы продуктивности растений.

Зерновая культура рис выращивается на всех континентах земного шара. Высокая его пластичность и значительное распространение обусловлены биологией самой культуры и широким разнообразием форм, полученных в результате селекции [3,8]. Кроме затопляемого, выращивают богарный тип риса, который хорошо растет на склонах, и плавающий, выносящий частое затопление до 3-5 м. Спрос на данную культуру ежегодно растет с увеличением численности населения планеты [14,15].

Самая северная граница мирового рисосеяния находится в Российской Федерации. Головным научным центром рисоводческой отрасли в стране является «Всероссийский научно-исследовательский институт риса». За последние пять лет созданы и допущены к использованию в производстве 12 новых высокоурожайных сортов риса. В РФ используются только сорта отечественной селекции, из них – 80 % сорта «ВНИИ риса». Зона рисоводства Кубани расположена в третьем агроклиматическом районе, характеризующемся умеренным увлажнением ( $K_{увл.} = 0,3-0,4$ ); годовое количество осадков составляет 600-700 мм. Район расположения опытно-производственного участка «ВНИИ риса» характеризуется умеренно-континентальным климатом, жарким летом и сравнительно теплой зимой.

Современные проблемы сельскохозяйственного производства, связанные с уязвимостью сортов к заболеваниям, изменением климата и другими экологическими стрессами, не могут быть решены без устойчивого использования генетических ресурсов растений. Основопологающим требованием в селекционном процессе любой культуры является генетическое разнообразие [2,10,15]. Практическую селекцию интересуют как стародавние местные сорта, так и географически отдаленные разнообразные исходные формы с комплексом признаков, соответствующих условиям региона с традиционным морфотипом растения с высоким потенциалом адаптивности и продуктивности, обеспечивающих получение урожая [4,16]. Неотъемлемая часть селекционного процесса – это поиск ценных генотипов для скрещиваний, при этом серьезная роль отводится генофондам культур национальных генетических банков и коллекциям, имеющимся в научно-исследовательских учреждениях. В мире существует более тысячи организаций, которые имеют генные банки, в которых сохраняются семена диких видов и разновидностей культурных растений, старых сортов и локальных генотипов, адаптированных к специфическим условиям среды. Крупнейшие генбанки, как основа национальной безопасности, находятся в США, Китае, России Индии и Германии [1,9,11]. Биоресурсные коллекции являются не только источником ценных признаков для селекционного процесса, но и основой для фундаментальных исследований по генетике признаков, физиологии растений и биотехнологии. В коллекциях сельскохозяйственных культур важное место занимают новые формы растений интродуцированных из различных почвенно-климатических зон земного шара для получения полезных биологических и морфологических признаков и снижения генетического родства современных сортов [7,12]. Для отечественной селекции интродукция новых сортов и форм растений риса позволяет расширить спектр использования генетических ресурсов в научно-практической деятельности. Слабая изученность генотипов коллекций растительных ресурсов – это общемировая проблема наряду с безопасным сохранением накопленного материала. При этом важная роль отводится экологическому испытанию, иммунологической оценке и морфо биологическому описанию накопленного в коллекциях генетического разнообразия культуры.

На сегодняшний день по классификации А.Г. Ляховкина (2005) у вида *Oryza L.* известна 281 ботаническая разновидность [8]. Современные селекционные сорта риса представлены двумя подвидами: *indica* и *japonica Oryza s.L.*, различающимися формой зерна, морфотипом, кустистостью, урожайностью, биохимическим составом и др. Ввиду высокой продуктивности и удобства ведения семеноводческого процесса в селекционном процессе чаще используют исходные формы ботанических разновидностей: *italica*, *anandica*, *nigro-apiculata*, *zerawschanica*, *gilanica*. Изучение эколого-географического и внутривидового

разнообразие риса позволяет определять параметры, на основании которых возможно отбирать генотипы, соответствующие поставленным задачам селекции культуры. Актуальность проведенных исследований обусловлена недостаточностью изученности селекционной ценности интродуцированных форм риса из регионов мирового рисосеяния, различной таксономической принадлежности.

Цель исследований – оценка параметров проявления вегетативных, морфологических и хозяйственных признаков отечественных и зарубежных генотипов риса различной ботанической разновидности в экологических условиях Кубани и выявление адаптированных продуктивных форм.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2017-2018 гг. в условиях Краснодарского края на базе УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса». Изучение образцов коллекции риса проводилось в условиях мелко деляночного полевого опыта в коллекционном питомнике на экспериментальном орошаемом участке «ВНИИ» риса в одинаковых условиях при равной густоте стояния и на оптимальном агрофоне. Закладку опыта, учеты и наблюдения, визуальные оценки, фенологические наблюдения, биометрический анализ растений, изучение мировой коллекции проводили по стандартным методикам и классификатором рода *Oryza s. L.* [1, 13]. В качестве стандарта использовали среднерослый высокоурожайный сорт отечественной селекции Флагман. Для изучения взяты образцы двух подвидов *indica* и *japonica* *Oryza s.L.*, 26 ботанических разновидностей с охватом основных центров биоразнообразия риса. Объектом исследования являлись 112 образцов – это представители 17 рисосеющих стран из 7 эколого-географических групп с периодом вегетации от 85 до 135 дней.

#### **Результаты исследований.**

Образцов риса в мире сохраняется около 774 тысяч, более 80 тыс. образцов – в Международном институте риса на Филиппинах (IRRI), около 10 тыс. – в ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Коллекция ФГБНУ «ВНИИ риса» (г. Краснодар) представляет собой семенной генофонд культуры риса посевного (*Oryza sativa. L.*) 82 разновидностей общим объемом более 7,0 тыс. образцов [6]. Генофонд коллекции включает как стародавние, так и современные сорта риса, а также селекционные линии конкурсного испытания, индивидуальных отборов из гибридных популяций, мутанты, регенераты, дигаллоиды и зарубежные сорта ближнего и дальнего зарубежья, адаптированные в агроклиматических условиях Кубани. Благодаря международному сотрудничеству «ВНИИ риса» и IRRI, коллекция *Oryza s.L.* института существенно пополняется мировыми селекционными достижениями по культуре риса. Собранное коллекционное разнообразие риса широко отображает полиморфизм культуры по биологическим, морфологическим, вегетативным, биохимическим и др. признакам [5]. На рисунке 1 представлено процентное соотношение представителей различных эколого-географических групп в структуре коллекции риса.

В различных географических районах и экологических условиях вид может давать типы, значительно отличающиеся друг от друга. Разнообразие форм культурного риса проявляется в биологических и морфологических особенностях таксонов [7,13]. Большинство образцов риса культурного посевного в коллекции – это образцы подвида *Sativa japonica* Kato разновидности *italica* Alef.– 56 % (рисунок 2). Доля длиннозерных форм риса подвида *indica* Kato ботанических разновидностей *mutica* Vav. и *gilanica* Gust. невелика и составляет 3% и 5 % соответственно.



Рисунок 1 – Эколого-географическое разнообразие образцов риса *Oryza sativa* L. в коллекции, 2018 г.

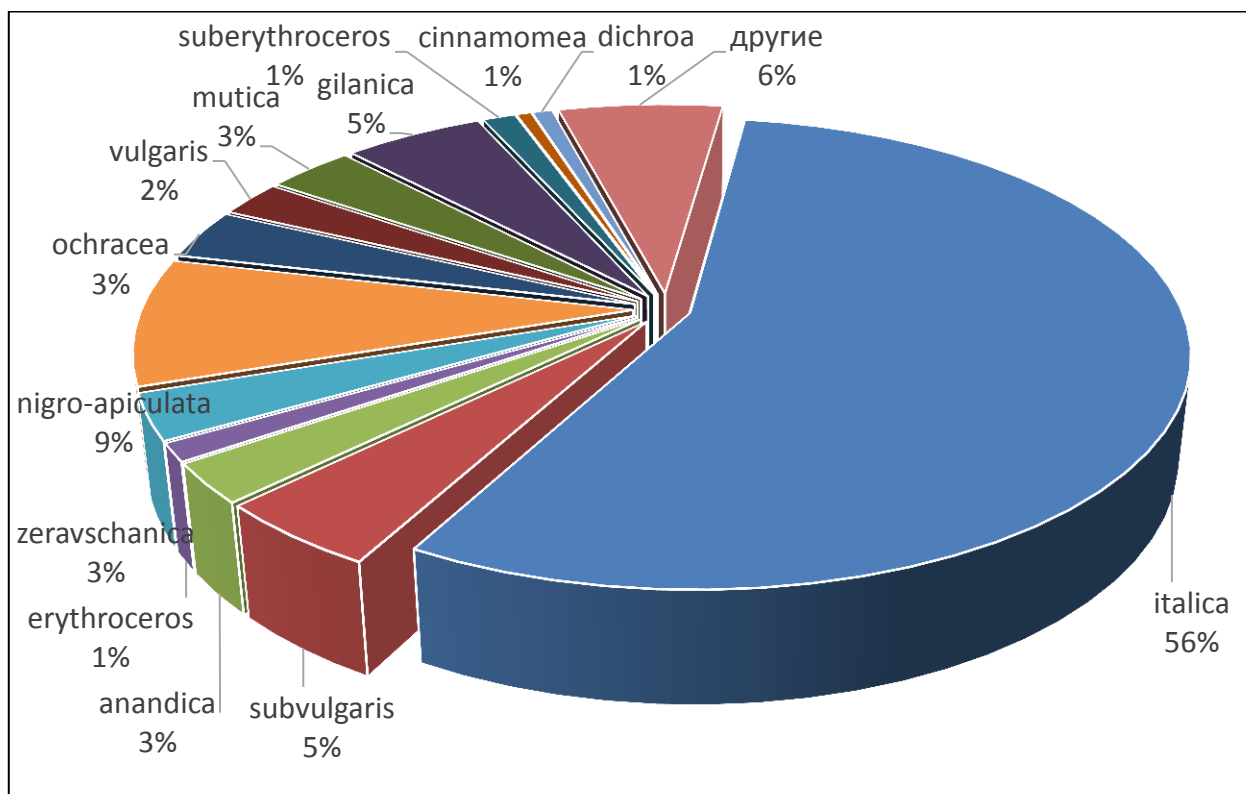


Рисунок 2 – Дифференциация образцов риса в коллекции по принадлежности к ботанической разновидности

Фенотипирование растений исследуемого набора сортов по ряду вегетативных, морфологических и биологических признаков показало их значительную вариабельность. Форму и положение метелки оценивали по бальной системе, где форма метелки (балл): 1 – компактная, 3 – слаборазвесистая, 5 – среднеразвесистая, 7 – развесистая; положение метелки (балл): 1 – вертикальное, 5 – наклонное, 9 – поникающее. В исследуемом наборе сортов выявлено существенное различие генотипов по форме метелки: от компактной (1 балл) до развесистой (9 баллов). Однако большинство образцов имело слабо- и среднеразвесистую поникающую метелку. В таблице 1 представлена биологическая характеристика ряда выделенных образцов, а также их паспортные данные по Каталогу ВНИИ риса.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых в полевом опыте коллекционных образцов различных ботанических разновидностей, среднее 2017-2018гг.

Номер каталога ВНИИ риса	Название сорта	Страна происхождения	Ботаническая разновидность	Период вегетации до созревания, дней	Высота растения, см	Длина метелки, см
<b>04335</b>	<b>Флагман –st.</b>	<b>Россия</b>	<b>italica</b>	<b>107</b>	<b>87,0</b>	<b>15,4</b>
03324	Челей	Азербайджан	populacia	95	114,0	20,5
04072	Снежинка	Россия	gilanica	115	103,0	19,0
04115	Estraglum	Казахстан	auruculata	98	130,0	26,0
04203	Пак 9	Мадагаскар	fortunata	105	88,0	18,0
04213	Сян-мэн-тай-вань	Китай	nigro-apic.	100	101,0	18,0
04667	Привольный 4	Россия	subaristimaculata	108	78,0	16,2
04672	Тоускен	Казахстан	zeravshanica	108	96,0	22,0
04673	Маржан	Казахстан	vulgaris	105	90,0	21,0
04678	Kuro-mochi	Япония	paluedica	92	82,0	13,8
04681	Onne-mochi	Япония	italica	95	80,0	17,0
04686	Sakigake	Япония	erythroceros	95	101,0	18,0
04701	УкрНИС 8419	Украина	fortunata	105	120,0	26,0
04703	Roxani	Греция	vasconcellosii	120	87,0	19,0
04728	Elida	Румыния	n.-apiculata	105	110,0	23,0
04730	Dumarea	Румыния	gilanica	105	91,0	19,0
86-01	Девзра	Узбекистан	vulgaris	100	130,0	20,1
95-01	Dova Doni	Афганистан	aristata	105	108,0	19,2
102-01	Gualeyan	Уругвай	italica	95	90,0	16,9
108-01	Авангард	Узбекистан	vulgaris	112	108,0	19,4
121-01	Vegold	США	italica	105	102,0	20,4
93-19	Rita	Греция	italica	112	100,0	18,1
93-86	Marianna	Болгария	anandica	102	101,0	18,2
93-112	Tongxi-103	Китай	subvulgaris	98	78,0	13,6
98-18	Saw -An-T	Филиппины	italica	100	98,0	17,0
03-9	Carajas	Бразилия	italica	123	93,0	14,8
03-36	7477	Мадагаскар	mutica	112	92,0	25,0
04-80	Long grain Paddi	США	isabelica	123	66,0	18,0
44-05	Ir 7036-2B	Филиппины	ochracea	120	86,0	19,0
251-05	Ji Dao 11	Китай	pseudoviolonica	136	83,0	19,2
88-07	Surek 19	Турция	italica	114	83,0	17,6
107-07	Gwansan 2	Корея	nudibordigae	110	95,0	15,6
125-07	Konsak	Индия	italica	98	86,0	19,7
157-08	Ir 61920-3b-1	Таиланд	gilanica	125	76,0	20,7
228-09	Tinbubueo	Ю. Корея	subvulgaris	95	93,0	14,8
249-09	Millin	Австралия	subvulgaris	130	86,0	19,2
426-10	Inia Tacnari	Бразилия	isabelica	132	85,0	20,2
3-14	Zenit	Пуэрто-рико	italica	133	105,0	21,8
к-3392	Челяй Садри	Азербайджан	dicolorata	113	111,0	20,1
3547	Бомба	Испания	subvulgaris	125	117,0	19,2
3891	Dungan Shali	Венгрия	zeravshanica	96	104,0	18,9
4536	Early Kuruvai	Индия	philipensis	125	135,0	19,6

Номер каталога ВНИИ риса	Название сорта	Страна происхождения	Ботаническая разновидность	Период вегетации до созревания, дней	Высота растения, см	Длина метелки, см
4541	Alorna	Португалия	italica	100	93,0	16,8
4871	Vegold	США	mutica	130	95,0	16,4
4970	Gigante vercelli	Италия	nigro-apiculata	112	105,0	18,4
4981	Blucbelle	США	tawnica	125	104,0	15,6
5206	Catalao	Бразилия	ceylonica	135	108,0	26,4
5245	Jargol	Индия	flavoacies	106	135,0	19,8
5375	Kangi 27	Пакистан	mutica	125	120,0	19,8
5607	Pratao	Боливия	ceylonica	120	107,0	16,2
6660	Pratao	Камерун	gilanica	112	80,0	16,6
7315	Bora	Непал	sarica	108	98,0	18,1
7408	Dharial	Бангладеш	sundensis	110	121,0	20,0
8904	Taya	Индия	submovlanica	110	108,0	19,8

Измерение высоты растений в коллекционном питомнике показало, что исследуемые сорта различались от низкорослых (63,0 см) до высокорослых форм (135 см). По длине метелки их классифицируют на группы: короткая метелка – 9–14 см, средняя метелка – 15–20 см, длинная метелка – более 20 см, и более 25 см – очень длинная метелка. Представленные в таблице образцы показали вариацию признака в пределах 13,6 – 25,0 см. При этом большинство разновидностей риса в экологических условиях Кубани формировали среднюю и длинную метелку от 16 до 20 см.

Форма куста – это немаловажный признак в формировании оптимальной густоты стояния растений. Согласно классификации риса форма куста (балл): 1- куст прямостоячий, 3 – слаборазвалистый, 5 – среднеразвалистый, 7 – куст простертый. Растения изученных ботанических разновидностей в основном имели прямостоячую (1 балл) или слаборазвалистую (3 балла) форму куста. А генотипы из Филиппин обладали эректоидным типом куста (вертикальнолистные). Морфотип растения в определенной степени определяется признаком «высота растений», значительно влияющим на устойчивость к полеганию, особенно при селекции сортов риса интенсивного типа. По высоте растения подразделяют на: карлики с высотой до 50 см, низкорослые – 51–80 см, среднерослые – 81–110 см, высокорослые – 111–140 см. Высота растений у изученных сортов в пределах 66–130 см, при этом большинство разновидностей формируют высокорослые растения.

**В результате фенотипирования представителей** ботанических разновидностей в пределах подвидов *indica* и *japonica*, проведено описание морфологических признаков, которые охватывают форму метелки и зерна, окраску цветковых чешуй, линейные размеры и форму зерна (l/b), остистость, окраску зерновки, степень опушения цветковых чешуй. Биометрический анализ растений позволил провести сравнительную оценку биологической продуктивности разновидностей риса в экологических условиях Кубани и выделить перспективные формы (табл.2).

Таблица 2 – Основные элементы продуктивности растений и морфологические признаки зерна коллекционных образцов, среднее за 2017–2018гг.

Номер каталога ВНИИ риса	Название сорта	Ботаническая разновидность	Количество колосков в метелке, штук	Пустозерность, %	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, грамм	Опушение цветковых чешуй, балл
<b>04335</b>	<b>Флагман –st.</b>	<b>italica</b>	<b>121,2</b>	<b>14,0</b>	<b>3,1</b>	<b>27,1</b>	<b>7</b>
03324	Челей	populacia	95,0	14,3	2,4	36,1	7
04072	Снежинка	gilanica	118,0	3,3	2,0	23,5	3
04115	Estraglum	auriculata	125,4	5,0	4,0	31,1	5
04203	Пак 9	fortunata	110,2	8,5	2,6	25,5	5
04213	Сян-мэн-тай-	nigro-apicul.	104,0	6,4	3,1	28,7	3

Номер каталога ВНИИ риса	Название сорта	Ботаническая разновидность	Количество колосков в метелке, штук	Пустозерность, %	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, грамм	Опушение цветковых чешуй, балл
	вань						
04667	Привольный 4	Subaristimaculata	112,0	7,8	3,3	25,6	7
04672	Токускен	zeravshanica	198,2	12,6	5,4	31,3	7
04673	Маржан	vulgaris	86,0	11,4	2,2	27,5	5
04678	Kuro-mochi	paluedica	62,0	28,1	0,9	22,4	7
04681	Onne-mochi	italica	118,0	8,4	2,5	28,2	3
04686	Sakigake	erythroceros	90,5	9,4	1,8	23,1	5
04701	УкрНИС 8419	fortunata	194,0	11,3	4,9	26,5	3
04703	Roxani	vasconcellosii	164,0	18,0	3,5	34,6	7
04728	Elida	n.-apiculata	184,2	10,4	4,8	25,4	5
04730	Dumarea	gilanica	116,0	12,8	3,2	28,7	3
86-01	Девзра	vulgaris	80,4	21,4	2,0	33,9	7
95-01	Dova Doni	aristata	138,0	28,2	2,3	23,3	5
102-01	Gualeuan	italica	98,6	10,0	2,2	24,6	5
108-01	Авангард	vulgaris	128,2	7,5	3,8	31,8	7
121-01	Vegold	italica	104,8	8,4	2,7	29,1	5
93-19	Rita	italica	59,6	11,3	1,5	28,1	5
93-86	Marianna	anandica	104,8	19,9	2,4	25,9	5
93-112	Tongxi-103	subvulgaris	118,0	23,6	2,2	26,1	7
98-18	Saw -An-T	italica	134,0	21,4	4,0	27,5	7
03-9	Carajas	italica	66,4	16,5	1,4	26,3	3
03-36	7477	mutica	120,0	18,1	2,0	20,8	3
04-80	Long grain Paddi	isabelica	97,0	46,0	1,1	21,2	1
44-05	Ir 7036-2B	ochracea	104,4	10,8	2,0	27,8	5
251-05	Ji Dao 11	Pseudoviolo-nica	85,0	43,0	1,0	24,2	5
88-07	Surek 19	italica	87,4	16,4	2,9	43,5	3
107-07	Gwansan 2	nudibordigae	86,6	9,9	2,0	25,7	3
125-07	Konsak	italica	74,0	24,9	1,8	31,6	5
157-08	Ir 61920-3b-1	gilanica	112,8	9,9	2,5	25,8	5
228-09	Tinbubueo	subvulgaris	74,6	6,5	1,9	28,5	5
249-09	Millin	subvulgaris	100,4	16,5	1,8	22,3	5
426-10	Inia Tacnari	isabelica	170,4	21,5	2,8	21,3	3
3-14	Zenit	italica	93,0	13,4	2,1	25,7	7
к-3392	Челяй Садри	dicolorata	43,0	18,1	0,9	26,3	3
3547	Бомба	subvulgaris	121,8	4,2	3,2	31,3	5
3891	Dungan Shali	zeravshanica	63,6	11,5	1,9	33,5	7
4536	Early Kuruvai	philipensis	88,0	9,8	1,7	20,1	5
4541	Alorna	italica	45,4	10,5	1,2	29,3	5
4871	Vegold	mutica	64,8	20,8	1,2	23,6	3
4970	Gigante vercel.	n.-apiculata	120,2	16,4	3,9	40,7	5
4981	Blucbelle	tawnica	46,4	14,8	0,7	17,1	5
5206	Catalao	ceylonica	60,1	16,2	1,4	29,8	5
5245	Jargol	flavoacies	81,6	16,5	2,2	31,5	3
5375	Kangi 27	mutica	116,4	15,9	2,7	27,4	3
5607	Pratao	ceylonica	49,6	9,2	1,5	33,4	3
6660	Pratao	gilanica	169,6	21,1	3,3	26,7	5
7315	Bora	sarica	57,0	17,3	0,8	19,4	5
7408	Dharial	sundensis	75,0	7,5	1,8	26,5	5
к-8904	Taya	submovlanica	120,2	11,4	3,4	32,5	5

Вариация показателей признаков элементов продуктивности растений существенная: по крупности зерна – 17,1 – 43,5 грамма, числу колосков на метелке – 43,0 – 198,2 шт., массе зерна с метелки – 0,7-5,4 грамма. Высокую биологическую продуктивность растений в годы

исследований показали следующие ботанические разновидности: *italica*, *auriculata*, *subaristimaculata*, *zeravshanica*, *fortunata*, *vasconcellosii*, *nigro-apiculata*, *gilanica*, *subvulgaris*. Это сорта риса из стран: Казахстан, Украина, Греция, Румыния, Турция, Испания, Италия, Индия и Филиппины.

**Заключение.** Фенотипирование внутривидового разнообразия коллекции *Oryza s. L.* по ряду селекционно значимых признаков позволило выявить их широкий полиморфизм и выделить перспективный исходный материал. Отмечено, что большинство образцов риса из разных географических точек весьма сходны по биохимическим и технологическим свойствам крупы, но различаются продуктивностью растений. В исследуемом наборе сортов выявлены высокопродуктивные формы риса (на уровне стандарта Флагман и выше) происхождением из азиатских и европейской эколого-географических групп. Малоозерненную метелку в экологических условиях южного региона России формировали следующие разновидности риса: *paluedica*, *isabelica*, *pseudoviolonica*, *dicolorata*, *philipensis*, *tawnica*, *sarica*. Это селекционные сорта из стран дальнего зарубежья: Япония, США, Китай, Индия и Непал.

### Библиографический список

1. Абугалиева С.И. Генетическое и фенотипическое разнообразие коллекции риса в Казахстане / С.И. Абугалиева, С.М. Байбосынова, А.Б. Кондыбаев и др. // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. ВИР им. Н. И. Вавилова. Санкт-Петербург, 2014. – Т. 175. – Вып. 4. – С. 46-59.
2. Dahui Huang. Feasibility of utilization of wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) genetic diversity in rice breeding for high yield / Dahui Huang, Gang Qin, Chi Liu, Zengfeng Ma, Yuexiong Zhang, Yong Yan // Advance Journal of Food Science and Technology, 2013. – Vol.5. – N 5. – P. 640-645.
3. Зеленский Г.Л. Селекция сортов риса в международном научно-исследовательском институте риса / Рисоводство. – Краснодар, 2010. – № 16. – С. 36-39.
4. Зеленский Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами / Рисоводство, 2003. № 3. – С. 7-11.
5. Коротенко Т.Л., Садовская Л.Л. Низкорослые формы различного эколого-географического происхождения из признаковой коллекции в структуре генофонда *Oryza L.* Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. – № 74. – С.65-70.
6. Коротенко Т.Л. Перспективный исходный материал риса для селекционных программ юга России / Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов I Международной научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов, Краснодар 09-23 апреля 2018. ВНИИТИ, 2018. – С. 40-49.
7. Kamiji Y. Morphological Traits on the Standard Type and Less-leaf Type of Rice / Y. Kamiji, Y. Suzuki, T. Sakuratani // Journal of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture, 2012. – Vol.57. – N 1. – P.1-8.
8. Ляховкин А.Г. Эколого-географические группы *O.Sativa L* и мировое сортовое разнообразие: Рис. Мировое производство и генофонд / А.Г. Ляховкин. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Профи-Информ, 2005. – 288 с.
9. Мазур Т.Г. Мировая коллекция риса как исходный материал для селекции / Рисоводство, 2004. – № 4. – С. 25-32.
10. Cargnin A. Genetic diversity in rice cultivars and correlations between agronomic traits / A. Cargnin, M.A. De Souza, Junior A. Badaro Pimentel, C.M. Fogaca // Rev.Ceres, 2010. – Vol.57. – N 1. – P. 53-59.
11. Hore D.K. Rice diversity collection, conservation and management in northeastern India / Genet. Resources Crop Evolut., 2005. – Vol.52. – N 8. – P. 1129-1140.
12. Parta B.C., Dhua S.R. Collecting and evaluating rice germplasm from Orissa, India / Plant genet. Resources Newsletter. Rome, 1998. – N 113. – P. 53-55.



13. Сметанин А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 82 с.

14. Соколова И.И. К систематике рода *Oryza L.* / И.И. Соколова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции (кукуруза и крупяные культуры).- Том ХLI. – Выпуск 2.- Ленинград, 1969. – С.117- 147.

15. Venuprasad R. Evaluation of genetic diversity among rice cultivars adapted to rainfed low lands of southern Karnataka 1. Yield and related traits / R.Venuprasad, J. Latha, H.E. Shashidhar, S. Hittalmani // Crop Res., 2002.- Vol.23.- N 3. -P. 501-506.

16. Чесноков Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю. В. Чесноков, В. М. Косолапов. Москва: Угреш. тип., 2016. – 171 с.

## INFLUENCE OF LONG-TIME APPLICATION OF FERTILIZERS UPON SUPPLY, REMOVAL AND BALANCE OF TOXIC ELEMENTS AND MICROELEMENTS IN CROP ROTATION WITH SUGAR BEET IN THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION

Minakova O.A.. Aleksandrova L.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution

“The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar”

**Abstract.** Soil pollution, both as a result of fertilizer application and with industrial gaseous and dust waste products, can lead to change of supply, removal and balance of toxic elements and microelements in crop rotations with a sugar beet. Aim of the work is to study peculiarities of supply, removal and balance of radioactive, toxic elements and microelements in a crop rotation with a sugar beet when applying fertilizers for a long-time. The investigations were carried out by Federal State Budgetary Scientific Institution “The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar” in 2014-2016. The experiment scheme included control (without fertilizers) and 6 variants with different doses of mineral fertilizers and manure that had been applied in grain- beet crop rotation since 1936. Quantity of K-40, Sr-90 and Th-232 (3738, 44.7 и 41.6 kBk/kg) was the greatest, content of Ra-226 (30.3) was somewhat less, and quantity of the most dangerous toxic elements – mercury and arsenic – were the least in composition of the nitroammophoska produced by OAO Minudobreniya (Rossosh). The consecutive order of the elements’ supply with fertilizers was: Hg<As<Cr< Mo<B<S. Based on the order, it could be concluded that crop rotation was supplied with sulphur most of all and with mercury the least of all. Increase of fertilizer doses promoted increase of the studied elements’ supply up to: 8.92 times for radioactive elements, 365 times for toxic ones, 149 for microelements, and 6.7 for sulphur; the greatest increase was noted when applying 50 t/hectare of manure. Fertilizer application increased removal of Cr by 40.8-84.7 %, As by 18.3-37.5, Sr-90 by 19.1-35.3, Cs-137 by 18.5-37.5, B by 19.3-28.0, Mo by 12.6-31.2, and S by 4.10-38.5 % as compared to the control. The consecutive order of the elements removal by crops was: Hg<As<Cr< Mo<B<S. This was the evidence of maximum removal of sulphur by crops (plants needed it more than other elements) and the minimum one of toxic elements – mercury and arsenic (that testified to the low level of their utilization by crops). After application of mineral fertilizers with 25 t/hectare of manure in fallow, formation of negative balance for arsenic, caesium-137 and strontium-90 and, in part, mercury, and positive balance for sulphur and molybdenum was noted; with the background of 50 t/hectare of manure, positive balance for caesium-137, strontium-90, mercury, boron, molybdenum and sulphur was observed.

**Keywords:** fertilizers, sugar beet, supply, removal, balance, strontium, caesium, mercury, arsenic, sulphur, molybdenum, boron.