

Бруяко Виктория Николаевна

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОРТООБРАЗЦОВ РИСА ПО ТЕМПАМ РОСТА
И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ**

по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата биологических наук

Краснодар – 2016

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»

Научный руководитель: доктор биологических наук, **Гончарова Юлия Константиновна**

Официальные оппоненты: **Щеглов Сергей Николаевич**
доктор биологических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», кафедра генетики, микробиологии и биотехнологии, профессор

Трунова Марина Валерьевна
кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта», отдел сои, лаборатория селекции и семеноводства сои, сученый секретарь и старший научный сотрудник по совместительству

Ведущая организация: ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»

Защита состоится 18 октября 2016 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.026.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный,3, тел.: (861)229-49-91, 229-49-85.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «ВНИИ риса» и на сайте: www.vniirice.ru

Объявление о защите и автореферат размещены на официальном сайте ВАК РФ <http://vak.ed.gov.ru> и на сайте ФГБНУ «ВНИИ риса»: www.vniirice.ru

Автореферат разослан « _____ » _____ 20 ____ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.б.н.

С.С. Чижикова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Высокие темпы роста растений на ранних этапах их развития это один из интегральных признаков, который в дальнейшем обеспечивает сорту целый ряд физиологических преимуществ. Быстрое развитие корневой системы обеспечивает преимущество по интенсивности поглощения минеральных веществ, скорости формирования фотосинтетического аппарата. Важность изучения темпов роста зародышевого корешка и coleoptily трудно переоценить, так как данные признаки обеспечивают быстрое прохождения фазы, чувствительной к: засолению, холоду, засухе, тем самым повышает адаптивность к различным стрессам. Кроме того, выращивание риса по энергосберегающим технологиям без применения гербицидов или с использованием их ограниченного количества требует создания сортов риса с высокими темпами роста на начальных этапах развития.

Цель исследований: Провести дифференциацию сортов риса, выделить источники признака «темпы роста coleoptily и зародышевого корешка», изучить наследование признака, для дальнейшего использования в гетерозисной и традиционной селекции.

Основные задачи исследований:

- Изучить полиморфизм сортов российской и зарубежной селекции по темпам роста.
- Провести сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов:
 - российской и зарубежной селекции,
 - районированных в различные годы,
 - с различной формой зерновки,
 - глютинозных и содержащих повышенное количество амилозы,
 - с различной окраской перикарпа.
- Выделить сорта источники признака «темпы роста зародышевого корешка» и «темпы роста coleoptily» среди российских и зарубежных образцов.
- Выявить группы сортов, в которых поиск источников признака будет максимально эффективным.
- Определить группы, в которых необходимо интенсифицировать селекцию по признаку.
- Выявить хромосомные регионы, связанные с разделением групп сортов российской селекции по признакам, характеризующим темпы роста проростка.

Методы исследований. Материалом для исследования служили сорта российской, итальянской и китайской селекции. Фенологические наблюдения за растениями, биометрический анализ и уборка урожая проводились по методике, принятой в ФГБНУ «ВНИИ риса».

Экспериментальные данные обрабатывали с помощью программы Statistica 6.0.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

Полиморфизм по скорости роста сортов российской и зарубежной селекции.

Сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции.

Хромосомные регионы, связанные с разделением групп сортов российской селекции по признакам, характеризующим темпы роста проростка.

Научная новизна характеризуется:

1. Выделены доноры по признаку «высокие темпы роста» среди сортов отечественной и зарубежной селекции;
2. Проведена дифференциация сортов по темпам роста по группам спелости, допущенных к использованию в производстве, с различной формой зерновки, и окраской перикарпа;
3. Проведен сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции;
4. Выявлены хромосомные регионы, связанные с темпами роста российских сортов риса.

Практическая значимость работы состоит

1. Выделены образцы источники признака «высокие темпы роста зародышевого корешка» и «высокая скорость роста coleoptilia» среди сортов российской и зарубежной селекции (итальянской и китайской).
2. Проведен сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции.
3. Выявлены хромосомные регионы, связанные с темпами роста российских сортов риса, что позволяет упростить процесс скрининга отбираемых элитных растений в гибридных популяциях, а также подбор родительских пар для гибридизации в селекции на признак.
4. Российские сорта различных групп спелости, районированные в разные годы, с различной формой зерновки и окраской перикарпа дифференцированы по скорости роста и развития.
5. Анализ темпов роста проростка в выделенных группах сортов, показал необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у сортов: позднего срока созревания, длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом.

Личный вклад автора. Соискатель реализовывала схему исследований, провела гибридизацию и маркирование сортообразцов, выполнила экспериментальную часть работы, статистическую обработку данных, сделала выводы, собрала необходимые литературные данные.

Степень достоверности и апробации результатов.

Основные результаты диссертационной работы рассматривались на заседаниях методической комиссии ФГБНУ «ВНИИ риса» (2014–2015 гг.), также были представлены на научно-практических конференциях: XIII Международном симпозиуме «Охрана био-ноосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье.» (г. Алушта, 2014 г.); II и III Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологической безопасности сельскохозяйственной и пищевой продукции» (г. Краснодар, 2014-2015 гг.); Международной научно-практической конференция молодых ученых и специалистов «Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях» (г. Орел, 2015 г.); Международной научной Интернет-конференции «Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом» (г. Краснодар, 2015 г.); научно-практической конференция Кубанского отделения ВОГиС «Вклад вавилонского общества генетиков и селекционеров в инновационное развитие Российской Федерации» (г. Краснодар, КубГАУ, 2015 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве (посвящается 130-летию со дня рождения А.П. Шерудихина)» (Саратов, 2016 г.). А также в трех журналах: «Рисоводство» (г. Краснодар, 2014 г.); Труды Кубанского государственного аграрного университета «Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка» (г. Краснодар, 2015 г.); Научный журнал КубГАУ (Краснодар, 2016 г.).

Публикации. Результаты диссертационной работы изложены в 34 статьях, из них 2 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 13 наиболее значимых работ.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа изложена на 153 страницах текста в компьютерном исполнении. Состоит из введения, трех глав, выводов, предложений для селекции и списка использованной литературы, состоящего из 254 источников (132 – российских и 122 – иностранных авторов). Работа включает 38 таблиц, 46 рисунков и 12 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Темпы роста растений и использование признака в практической селекции риса

В главе рассматривается состояние изученности вопроса и даны сведения о «темпах роста и развития растений» риса в оптимальных условиях произрастания, и при стрессе, а так же применение молекулярного маркирования в селекции. Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о недостаточной изученности вопросов о селекции сортов риса с высокими темпами роста и развития растений.

Материал и почвенно - климатические условия

Материалом для проведения исследований послужили сорта риса российской, итальянской и китайской селекции, гибридные образцы селекционного, контрольного и конкурсного питомников, а также участка размножения. Перспективные сорта местной селекции, а также ряд районированных в Краснодарском крае.

Исследования проведены на территории Всероссийского научно-исследовательского института риса, расположенного в Западной зоне Краснодарского края. В этом районе рисовые лугово-черноземные почвы (бывшие черноземы, луговато - и лугово-черноземные) являются преобладающими. Данные почвы характеризуются изменениями мощности гумусового профиля от 100 до 130 см, реже – до 80 см, содержание общего азота в пахотном горизонте составляет 0,21-0,34 % (Кириченко К.С., 2008).

Методы проведения исследований.

1. Лабораторный опыт.

Исследования проводились в лаборатории генетики ВНИИ риса с 2013 по 2015 годы. Семена каждого образца (50 шт.) с целью уничтожения грибковой микрофлоры обрабатывали 12 % перекисью водорода в течение 15 минут. Разделяли на 2 повторности по 25 шт, раскладывали в чашки Петри на фильтровальной бумаге, накрывали крышкой, чтобы исключить испарение воды. Заливали дистиллированной водой. Проращивали исследуемые образцы в термостате (ТС-1/20 СПУ) при температуре 29 °С в течение четырех суток.

На 7 сутки отбирали 20 типичных проростков с каждого варианта и определяли у них длину зародышевого корня и coleoptilya.

2. Полевой опыт.

С целью оценки в полевых условиях по схеме селекционного питомника было высеяно 6 тыс. образцов отобранных из гибридных комбинаций F2- F10. Посев проводили однорядковыми деланками касетной сеялкой с междурядьем 22 см 2,8 м 100 зерен на рядок. Дигиплоидные линии и нерасщепляющиеся образцы высевали 5 м деланками по схеме контрольного питомника - 600 образцов.

3. Лизиметрический опыт

Посев, проводили однорядковыми деланками вручную, с расстоянием между рядками 10 см, на глубину до 1 см. На одном рядке оставляли 20 растений. В качестве стандартов использовали сорта: Рапан, Флагман и Снежинка.

Растения выращивали на оптимальном фоне минерального питания ($N_{120}P_{60}K_{60}$), разреженном посеве (200 растений на m^2). Расчетную норму удобрений вносили в три приема: 50 % перед посевом и по 25 % в фазу трех и шести листьев. Выборка – 20 растений на вариант опыта. Повторность опытов – двух кратная. Размещение деланок – рендомизированное.

4. Молекулярное маркирование.

Маркирование сортов риса проводили с использованием SSR маркеров. ДНК риса выделяли из этиолированных проростков и листьев с помощью СТАВ-метода в различных модификациях. Постановку полимеразной цепной реакции (ПЦР) и визуализацию продуктов амплификации, проводили по методике ИРРИ (1995г.).

Параметры ПЦР, использованные в данном эксперименте: 5 минут при 94°C - начальная денатурация, следующие 35 циклов: 1 минута - денатурация при 94 °С, 1 минута - отжиг праймеров при 55°C, 2 минуты - синтез при 72°C; последний его цикл - 7 минут при 72°C. ПЦР смесь включала 40 нг ДНК (2 мкл), 1мкл (1 мМ) дезоксинуклеотидтрифосфатов (dNTPs); 3,7 мкл H₂O; 1мкл – буферного раствора. 0,3 - мкл MgCl₂; 1 мкл – праймеров и 1 мкл Taq-полимеразы.

2. Результаты исследований.

2.1 Полиморфизм российских сортов по темпам роста

В проведенных нами с 2013 по 2015 гг. исследованиях изучены 50 сортов риса российской селекции (рисунок 1, 2). Сорта-стандарты: Рапан, Снежинка и Флагман.

Величина признака «темпы роста coleoptilia» у отечественных сортов варьировала в пределах от 1,9 см до 5,8 см. По признаку «темпы роста зародышевого корешка» - в пределах от 1,8 см до 5,6 см.

Сорта, характеризующиеся высокими «темпами роста» как coleoptilia, так и зародышевого корешка, являются источниками по изучаемым признакам.

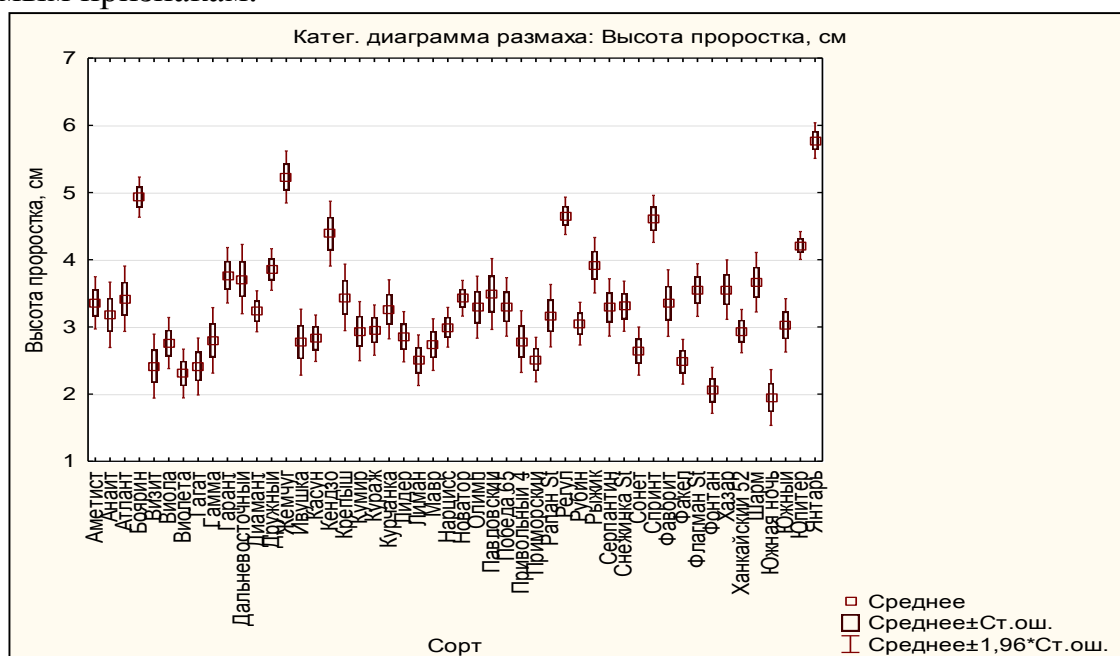


Рисунок 1 - Характеристика российских сортов, по высоте проростка, см 2013 – 2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

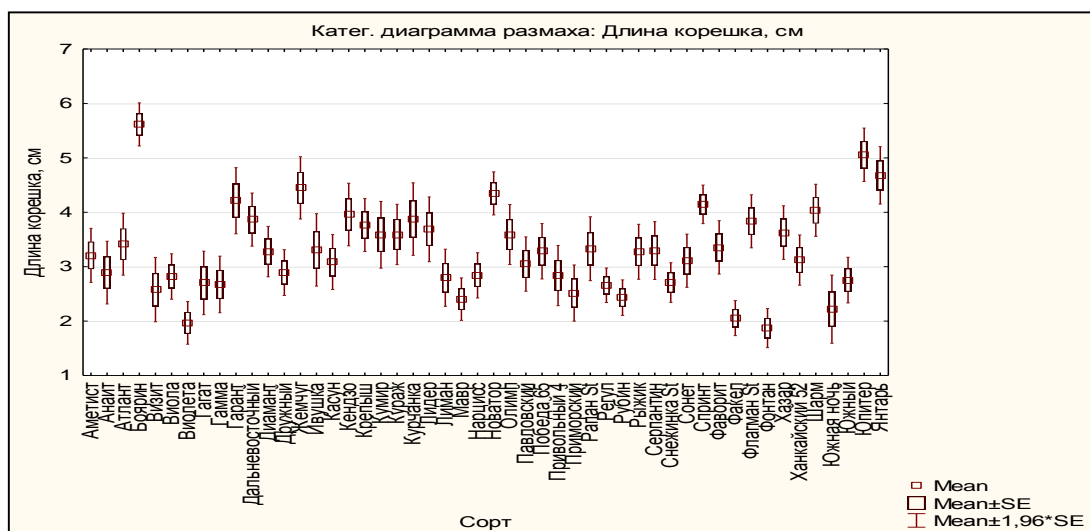


Рисунок 2 - Характеристика российских сортов, по длине зародышевого корня, см 2013 – 2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Изучение российских сортообразцов по обоим признакам, позволяет нам выделить сорта, характеризующиеся высокими темпами роста как coleoptilia, так и зародышевого корешка: Янтарь, Юпитер, Спринт, Жемчуг, Гарант, Кендзо, Боярин. Эти сорта мы рекомендуем использовать в качестве источников с высокими темпами роста при создании длиннозерных, крупнозерных и высокоамилозных сортов.

2.2 Полиморфизм по темпам роста итальянских сортов

По обмену селекционным материалом с фирмой «Сапис», были получены 22 сорта итальянской селекции. Среди них крупнозерные, длиннозерные и среднезерные образцы (рисунок 3, 4). В качестве стандарта использовали российский сорт – Рапан.

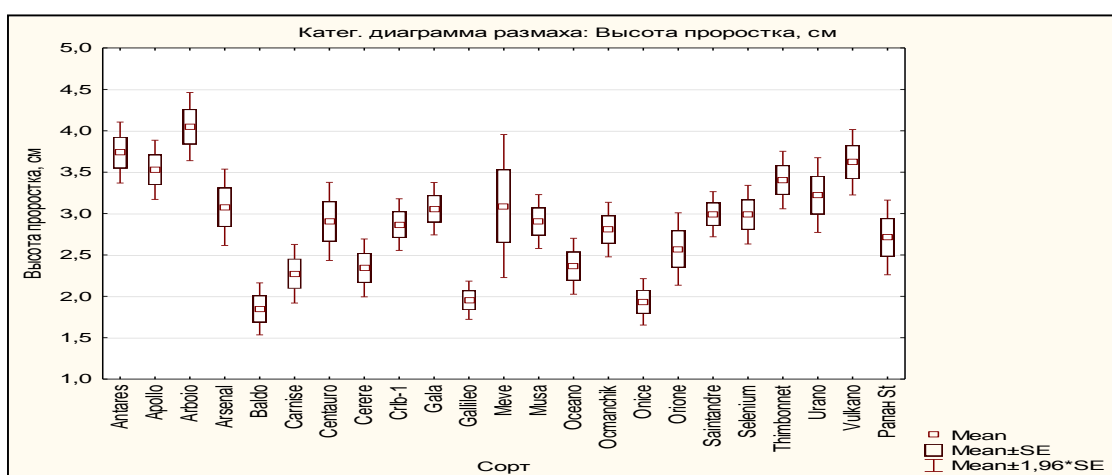


Рисунок 3 - Характеристика скорости роста проростка итальянских образцов, см 2013-2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Высокие «темпы роста» зародышевого корешка отмечены у сортов итальянской селекции: Apollo (3,7 см), Arborio (3,3 см), Arsenal (3,0 см) и российского сорта-стандарта Рапан (3,0 см). Большинство итальянских сортов характеризовались более низкими темпами роста зародышевого корешка, по сравнению со стандартом. Низкой скоростью роста зародышевого корешка обладали сорта итальянской селекции: Анис, Муза, Бальдо и Антарес.

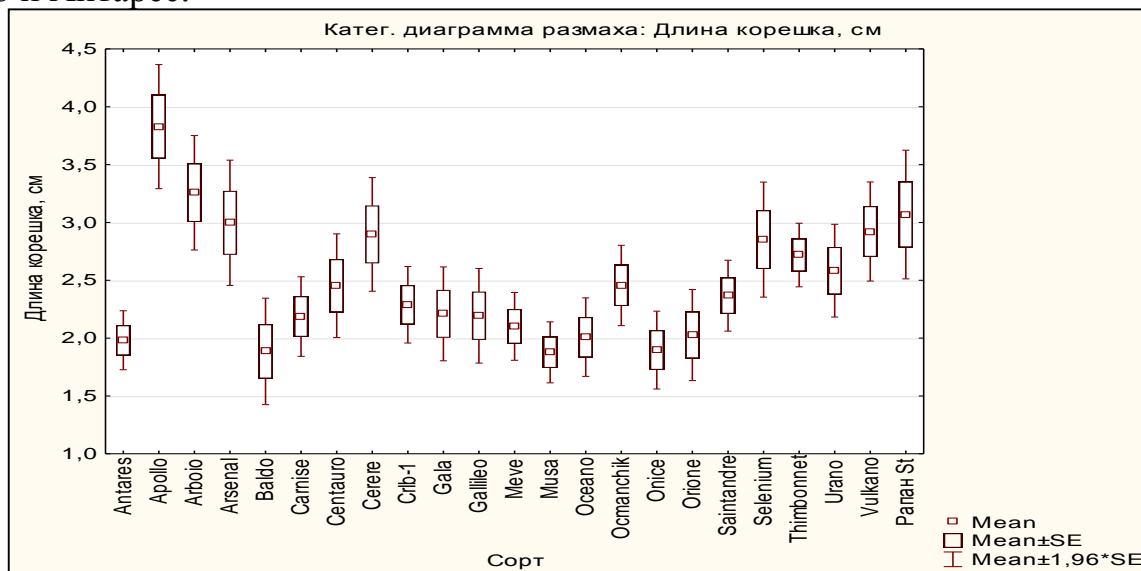


Рисунок 4 - Характеристика скорости роста coleoptily итальянских образцов, см 2013-2015 гг. Вертикальные полосы показывают 0,95 % доверительный интервал

Анализируя данные по темпам роста coleoptily, выделили источники среди сортов итальянской селекции: Arborio (4,0 см), Antares (3,7 см), Apollo (3,5 см) и Vulcano (3,6 см), которые превышали по признаку сорт - стандарт Рапан (2,7 см). Три сортообразца можно охарактеризовать как сорта с «низкими темпами роста и развития» coleoptily: Baldo (1,8 см), Муза (1,9 см) и Onice (1,9 см).

3.3 Полиморфизм по признаку «темпы роста» сортов риса филиппинской и китайской селекции

В лабораторных условиях также проводили анализ скорости роста coleoptily и зародышевого корешка 35 образцов филиппинской и китайской селекции (рисунок 5).

При анализе данных темпов роста семидневных проростков выделили сорта с высокими значениями роста coleoptily: NHZ 10-DT7-Y1 – 4,8 см, NHZ 10-SAL3-LI1-LI1 – 5,0 см, NHZ 11-DT 10-SAL1-SUB1 – 4,9 см и IRR1 123 – 4,3 см. Однако они не превышали стандарты: Флагман – 5,0 см и Снежинка – 5,8 см.

Самыми низкими «темпами роста» характеризовались сорта - NHZ 17-DT6-Y1-DT1 (0,3 см), NHZ 17-Y16-Y3-SAL3 (0,6 см) и TME 80518 (0,8 см), остальные сортообразцы характеризовались средней «скоростью роста и развития» coleoptily, их длина находилась в пределах от 1,8 см до 4,0 см.

Выделено три образца с высокими темпами роста зародышевого корешка: IRR1 123 – 5,2 см, IRR1 119–4,5 см и HHZ 14 SAL 13 – LI2-DT1 – 4,2 см, которые так же не превышали сорта-стандарты (Флагман St – 6,5 см и Снежинка St – 6,7 см).



Рисунок 5 - Высота проростков филиппинских и китайских образцов, см 2015 г. Вертикальные полосы показывают 0,95% доверительный интервал

3.4 Сравнительный анализ темпов роста сортов риса по группам

Проведен сравнительный анализ темпов роста сортов по группам в зависимости от географического происхождения, периода вегетации, формы зерновки и типа эндосперма в ней. Группы образцов различного происхождения по темпам роста достоверно отличались (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика сортов по длине зародышевого корешка в зависимости от географического происхождения, 2013-2015 гг.

Происхождение	Количество образцов, шт	Длина корешка, см					
		Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
						-95,000%	+95,000%
Итальянские	22	2,45	2,71	0,05	10,10	2,36	2,54
Китайские	35	2,46	3,11	0,05	7,90	2,37	2,55
Российские	50	3,35	4,52	0,04	10,70	3,27	3,42

Сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции, показал достоверное преимущество образцов российской селекции над генотипами других групп по обоим изучаемым признакам. Итальянские образцы превосходили

китайские по темпам роста проростка и недостоверно уступали им по скорости роста зародышевого корешка (таблица 2).

Таблица 2 - Характеристика сортов по темпам роста coleoptilya в зависимости от происхождения, 2013-2015 гг.

Происхождение	Высота проростка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал	
					-95,000%	+95,000%
Итальянские	2,87	2,30	0,04	8,80	2,79	2,95
Китайские	2,65	3,49	0,05	8,10	2,55	2,75
Российские	3,39	3,34	0,03	9,50	3,32	3,45

Далее мы провели группировку сортов российской селекции по периоду созревания и годам районирования .

Анализ величины признака «длина зародышевого корешка» сортов районированных в разные годы: 1-ая группа – до 2000 года, 2-ая группа – 2001-2005 гг., 3-ая группа – 2006-2010 гг., 4-ая группа – 2011-2015 гг. показал, что сорта, районированные до 2000 года превосходят по признаку вновь передаваемые на Государственное сортоиспытание (ГСИ) сорта риса (таблица 3-5).

Таблица 3 – Группировка сортов российской селекции по периоду районирования

Группа	Период районирования, гг.	Сорта
1	до 2000	Боярин, Виола, Дальневосточный, Жемчуг, Касун, Кендзо, Курчанка, Лиман, Нарцисс, Павловский, Приморский, Рапан, Регул, Спринт, Факел, Ханкайский 52, Юпитер
2	2001-2005	Аметист, Дружный, Лидер, Серпантин, Снежинка, Фонтан, Хазар
3	2006-2010	Анаит, Атлант, Виолета, Гамма, Гарант, Кумир, Новатор, Сонет, Флагман, Южный, Янтарь
4	2011-2015	Визит, Гагат, Диамант, Ивушка, Крепыш, Кураж, Мавр, Олимп, Победа 65, Привольный - 4, Рубин, Рыжик, Фаворит, Шарм, Южная ночь

Таблица 4 – Характеристика групп российских сортов по длине зародышевого корешка в зависимости от периода районирования, 2013-2015 гг.

Группа	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000%	Доверительный интервал +95,000%
1	3,48	4,48	0,07	10,70	3,35	3,61
2	3,04	3,78	0,09	7,80	2,86	3,23
3	3,41	4,68	0,08	10,20	3,24	3,57
4	3,11	4,52	0,07	10,10	2,97	3,25

Первая группа сортов достоверно превышает по признаку длина зародышевого корешка 2-ю и 4-ю, и не достоверно 3-ю.

Изучение дифференциации сортов различного периода районирования по темпам роста проростка также показало, что группы сортов достоверно различаются по признаку «высота проростка».

Таблица 5 – Характеристика групп российских сортов по высоте проростка в зависимости от периода районирования, 2013-2015гг.

Группа	Высота проростка, см				Доверительный интервал	
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	-95,000%	+95,000%
1	3,57	3,05	0,05	9,50	3,46	3,68
2	3,18	2,54	0,08	7,20	3,03	3,34
3	3,35	3,25	0,07	8,70	3,21	3,49
4	3,02	3,09	0,06	8,90	2,90	3,13

Выявленная закономерность указывает на необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у современных сортов. Поскольку, даже при наличии гербицидов в хозяйствах, получение посевов оптимальной густоты напрямую зависит от темпов роста сортов риса, так как все еще высоки различия слоя воды в чеках за счет недостаточной выравненности. Группировка сортов по периоду вегетации показала, что раннеспелые сорта обладают максимально высокой скоростью роста проростка. Однако группа среднеспелых сортов от них отличается недостоверно. Позднеспелые сорта достоверно уступают по высоте проростка обеим ранее перечисленным группам.

Проведено изучение признаков у сортов риса различных групп спелости (таблица 6).

Таблица 6 – Длина зародышевого корешка у сортов с различным периодом вегетации, 2013-2015 гг.

Сорта по периоду вегетации	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000%	Доверительный интервал +95,000%
средний	3,13	4,31	0,05	10,10	3,03	3,23
ранний	3,46	4,23	0,07	10,70	3,33	3,60
поздний	3,48	5,18	0,09	10,20	3,28	3,67

Вариация признака у белозерных сортов от 0,5 до 10,2 см, глютинозных от 0,5 см до 5,8 см, у краснозерных – 0,5 - 8,1 см и чернозерных варьирует от 0,5 см – до 7,9 см. Белозерные образцы превосходили по длине зародышевого корешка сорта других групп (таблица 7), краснозерные образцы превосходили по величине признака группы чернозерных и глютинозных. Группы чернозерных и глютинозных образцов отличались друг от друга недостоверно.

Таблица 7 – Характеристика сортов риса российской селекции с различной окраской перикарпа по длине зародышевого корешка, см 2013-2015 гг.

Окраска перикарпа	Длина корешка, см					
	Среднее значение, см	Дисперсия, см	Стандартная ошибка, см	Максимальное значение, см	Доверительный интервал -95,000%	Доверительный интервал +95,000%
белозерный	3,41	4,50	0,04	10,70	3,33	3,50
глютинозный	2,39	2,72	0,15	7,20	2,10	2,69
чернозерный	2,44	4,59	0,16	10,10	2,13	2,76
краснозерный	2,85	2,97	0,16	8,10	2,54	3,16

Выявлены группы сортов, у которых поиск источников по признаку «высокая скорость роста» максимально эффективен. В исследуемых группах наиболее высокой скоростью роста характеризовалась первая (русская).

В группах по периоду вегетации лучшие показатели у раннеспелых, в группах 1/b – у среднезерных, по окраске – у белозерных и краснозерных, по содержанию амилозы – у амилозных, по периоду районирования – 1 группа сортов, районированных до 2000 года и по географическому происхождению – российская группа сортов.

3.5 Выделение образцов с высокой скоростью роста на конкурсном сортоиспытании (КСИ), контрольном питомнике (КП) и селекционном питомнике (СП)

Проведен отбор образцов с высокими темпами роста среди образцов конкурсного сортоиспытания и контрольного питомника, гибридов F5 - F10 селекционного питомника. В качестве стандартов служили сорта риса Снежинка, Рапан и Флагман. В выше перечисленных питомниках отобраны формы с оптимальным вегетационным периодом и наибольшей продуктивностью метелки и фертильностью колосков соцветия. Для исследования скорости роста стебля нами было отобрано по 30 растений сорта-стандарта и каждого образца. Высоту растений определяли в фазу начала кущения.

Выделенные гибриды обладают скоростью роста на 15-75% выше, чем стандарты, что позволяет использовать их в селекции для создания сортов с высокой скоростью роста.

3.6 Изучение генетической системы, определяющей темпы роста

Проведенный анализ скорости роста зародышевого корешка и колеоптиля российских сортов риса позволил разделить их на группы (таблица 8).

Таблица 8 – Изменчивость признака в выделенных группах с различными темпами роста, 2013-2015 гг.

№ группы	Масса проростка, г	Длина зародышевого корня, см	Длина колеоптиля, см
1	1,51-1,60	1,01-1,30	5,1-5,6
2	1,31-1,50	0,81-1,00	4,0-5,0
3	1,21-1,30	0,71-0,80	3,1-3,9
4	1,11-1,20	0,61-0,70	2,0-3,0
5	1,00-1,10	0,05-0,60	0,5-1,9

Был изучен полиморфизм выделенных групп сортов контрастных по «темпам роста» колеоптиля и зародышевого корешка по 58 маркерам, распределенным по 12 хромосомам риса. Количество маркеров на хромосому было различным от двух (на третьей, десятой, одиннадцатой и двенадцатой хромосомах), до девяти (на четвертой и пятой). На второй, шестой и восьмой хромосомах расположено соответственно семь и на двух последних - шесть

маркеров (таблица 9). Десять из изученных 58 маркеров достоверно разделяли группы с различной скоростью роста coleoptilya, зародышевого корешка и массой проростка, они приведены в таблицах 10-11.

Таблица 9 – Распределение маркеров, использованных в работе, по хромосомам риса

Хромо-сома	Количество маркеров	Маркеры, расположенные на хромосоме
1	4	RM 104, RM 259, RM 600 , RM 5638
2	7	RM 53 , RM 154, RM 240, RM 318, RM 322, RM 2770, RM 5707
3	2	RM 227, RM 347
4	9	RM 24, RM 127, RM 140, RM 255, RM 261 , RM 335 , RM 3276, RM6314 , RM7187
5	9	RM 13, RM 30, RM 289, RM 405, RM 440, RM 509, RM 574, RM 5361 , RM 6024
6	6	RM 141, RM 162, RM 276, RM 588, RM 5371 , RM6811
7	4	RM 82, RM 542 , RM 5508, RM7110
8	6	RM 25, RM 126, RM 256, RM 284 , RM 3155, RM8243
9	4	RM 242, RM 245 , RM 444, RM7048
10	2	RM 258, RM 590
11	2	RM 286, RM 3428
12	2	RM 463, RM6410

Таблица 10 – Характеристика маркеров, достоверно разделяющих группы сортов

Маркер	Хромосома	Повторяющийся мотив	Температура плавления, °C	Размер продукта амплификации, п.н.	Ассоциация с признаками
Группы сортов с различной длиной зародышевого корня (ДК)					
RM 126	4	C9(CT)8	55	125	число корней, индекс устойчивости к засухе, относительная длина корней, устойчивость к холоду, озерненность, количество выполненных колосков, масса зерна с растения, масса зерна метелки, масса 1000 зерен, пустозерность, длина метелки, количество стеблей, старение листьев, дней до выметывания, высота растения
RM242	9	(CT)26	55	225	толщина корней, длина корней, активность корней, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, устойчивость к холоду, число колосков, частота дифференциации зеленых проростков, длина метелки, энергия прорастания , высота растения, отношение массы корней к побегам, стабильность клеточных мембран

Группы сортов с различной длиной зародышевого стебля (ДС)					
RM 289	5	G11(GA) 16	55	108	длина метелки, скорость прорастания , урожай зерна, масса 1000 зерен, количество стеблей, высота растения, урожай зерна, общая биомасса зерна, количество выполненных зерен
Группы сортов с различной массой проростка (МП)					
RM 405	5	(AC)14	55	110	урожай зерна, длина метелки
RM 261	4	C9(CT)8	55	125	число корней, индекс устойчивости к засухе, относительная длина корней, устойчивость к холоду, дней до цветения, количество выполненных зерен, масса зерна с растения, масса зерна метелки, масса 1000 зерен, пустозерность, длина метелки, количество стеблей, высота растения, выход метелки, озерненность
RM242	9	(CT)26	55	225	толщина корней, длина корней, активность корней, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, устойчивость к холоду, число колосков, частота дифференциации зеленых проростков, длина метелки, энергия прорастания , высота растения, отношение массы корней к побегам, стабильность клеточных мембран
RM 463	12	(TTAT) 5	55	192	высота растения, количество выполненных зерен
RM 6314	4	(CTT)11	50	169	-

*Информация об ориентировочном размере ПЦР-продуктов и рекомендуемой температуре плавления, ассоциации маркеров с признаками доступна на сайте www.gramene.org.

Таблица 11 - Достоверность разделения на группы сортов с различными темпами роста с использованием SSR маркеров, 2015г.

Маркер	Сумма квадратов меж-групповая	Число степеней свободы	Сумма квадратов внутри-групповая	Число степеней свободы	F-критерий Фишера	Уровень значимости
1	2	3	4	5	6	7
Группы сортов с различными темпами роста зародышевого корня						
RM 126	1,97	4,00	1,47	11,00	3,70	0,04
RM 242	2,20	4,00	0,80	11,00	7,56	0,00
RM289	0,17	4,00	2,27	11,00	0,21	0,93
Группы сортов с различными темпами роста coleoptilia						
RM289	1,64	4,00	0,80	11,00	5,63	0,01

1	2	3	4	5	6	7
Группы сортов с различной массой проростка						
RM 405	11,72	4,00	8,03	11,00	4,01	0,03
RM 261	3,64	4,00	0,80	11,00	12,50	0,00
RM 242	2,20	4,00	0,80	11,00	7,56	0,00
RM463	3,94	4,00	0,50	11,00	21,66	0,00
RM6314	3,60	4,00	0,83	11,00	11,89	0,00

Достоверно разделяли группы сортов по совокупности всех изучаемых признаков, маркеры: RM 242, RM 261, RM 6314, RM 463 и RM 289. Для выявления образцов контрастных по маркерам, определяющим высокую скорость роста, провели кластеризацию сортов, с использованием маркеров достоверно различающих группы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У семидневных проростков риса выявлен полиморфизм и вариация в пределах:

по признаку «темпы роста зародышевого корешка»

- российские от 4,1 см до 5,6 см;
- итальянские от 3,0 см до 3,7 см;
- китайские от 4,2 см до 5,2 см.;

«скорость роста и развития coleoptilya»

- российские от 4,6 до 5,8 см;
- итальянские от 3,5 до 4, см;
- китайские от 4,3 до 5,0 см.

2. Среди российских сортообразцов с высокими темпами роста как coleoptilya, так и зародышевого корешка выделены сорта: Боярин, Янтарь, Жемчуг и Спринт, итальянских – Apollo, Arborio и Vulcano, китайских – NHZ 10-DT7-Y1.

3. Сравнительный анализ признаков, характеризующих темпы роста сортов российской и зарубежной селекции, показал достоверное преимущество сортов российской селекции над образцами других групп по обоим изучаемым признакам. Итальянские образцы превосходили китайские по темпам роста проростка и недостоверно уступали им по скорости роста зародышевого корешка.

4. Анализ величины признаков «длина зародышевого корешка» и «высота проростка» сортов районированных в разные годы показал, что сорта, районированные до 2000 года превосходят по признаку новые генотипы.

5. Изучение дифференциации сортов различных групп спелости по темпам роста проростка показало, что раннеспелые образцы обладают максимально высокими темпами роста, позднеспелые - достоверно уступают им по признаку.

6. Анализ темпов роста проростка в группах сортов с различной формой зерновки, позволил установить достоверные различия по высоте проростка длиннозерных сортов, которые уступали по данному признаку всем изучаемым группам. Максимальной скоростью роста характеризовались среднезерные образцы, короткозерные достоверно уступали им. Максимальный размах варьирования был характерен для группы крупнозерных образцов, которая достоверно не отличалась от групп средне и короткозерных. По длине зародышевого корешка между всеми изучаемыми группами достоверных различий не выявлено.

7. Белозерные и краснозерные образцы превосходят по высоте проростка сорта риса других групп, группы чернозерных и глютинозных генотипов отличались между собой по признаку недостоверно.

8. Изучение полиморфизма российских сортов по маркерам, определяющим темпы роста, показал, что по большинству из них российские сорта мономорфны.

9. Из 58 используемых SSR маркеров, достоверно разделили группы сортов российской селекции по признаку «масса проростка» пять маркеров: RM 405, RM 261, RM 242, RM 463, RM 6314, расположенных соответственно на 5,4,9,12 хромосомах.

10. Достоверно разделили группы сортов российской селекции по признаку «скорость роста» зародышевого корня два маркера: RM 242 и RM 126, расположенные соответственно на 4 и 9 хромосомах.

11. Достоверно разделил группы сортов российской селекции по признаку «высота проростка» только один маркер - RM 289, расположенный на 5 хромосоме, связанный с локусами, определяющими скорость прорастания, высоту растения и продуктивность.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ

1. Рекомендуются использовать в селекции зарубежные источники по признакам, характеризующим продуктивность: по массе главной метелки (NHZ 10-DT 7-Y1, NHZ 17-Y16-Y3-SAL1), по массе боковых метелок (NHZ 10-DT 7-Y1, NHZ 10-SAL 3-LI 1-LI-1, NHZ 11-Y6-Y2-SUB, NHZ 10-DT 7-Y1).

2. Анализ темпов роста проростка в выделенных группах с различным периодом вегетации, формой зерновки и окраской перикарпа показал необходимость работы над улучшением выше перечисленных признаков у сортов позднего срока созревания, длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом.

3. Рекомендуется проводить посев сортов длиннозерных, глютинозных, с окрашенным перикарпом на наиболее выровненных чеках вследствие их низких темпов роста на начальных этапах развития, не позволяющих быстро преодолевать глубокий слой воды, что приводит к изреженным всходам.

4. Образцы с максимальным значением признака «высота растений» в фазу начала кущения, рекомендуется использовать в качестве источников по изучаемому признаку: Курчанка*А/126210; 1111-08 д. 30; Upla*Снежинка; Аметист*Новатор лин 3; К 15 д. 2; Д 14-3; CN -9; Г-92-0-0; К 318-09; К -227-07; Рапан*Шарм лин. 3; R 13* Анаит; Флагман*Dular и Д - 25-2.

5. Рекомендуем использовать сорт Капелька (Д - 25-2) для посева в производстве – как крупнозерный с высоким качеством зерна, характеризующийся высокими темпами роста и продуктивностью.

6. Рекомендовано использовать наиболее перспективные с точки зрения создания гибридов с высокой скоростью роста сорта: Янтарь, Серпантин, Аметист в качестве материнской формы и Павловский – опылитель. В качестве материнской формы желателно использовать сорта, наиболее продуктивные, адаптивные к стрессам, с высокими характеристиками качества, так как эти признаки во многих случаях определяются генами, расположенными в цитоплазматических органеллах.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Малюченко Е.А. Изменение продуктивности и морфотипа сортов риса при недостатке минерального питания / Е.А. Малюченко, **В.Н. Бруяко**, С.А. Верещагина, Н.Ю. Бушман // Труды Кубанского Государственного Университета. Научный журнал КубГАУ, г. Краснодар, 2015. – № 3 (54). – С. 219-224.

2. **Бруяко В.Н.** Сравнительный анализ темпов роста сортов риса по группам / В.Н. Бруяко – Научный журнал КубГАУ, г. Краснодар, 2016. – № 117 (03). – 18 с.

Публикации в других изданиях:

3. **Бруяко В.Н.** Изменчивость высоты растений гибридов риса / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина, П.В. Головин // Материалы XXIII международного симпозиума «Охрана био-ноосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье» 7-14 сентября 2014 года, г. Алушта. Симферополь, 2014. – С. 295-300.

4. **Бруяко В.Н.** Дифференциация сортов риса по темпам роста и развития растений /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК. Сборник статей II Международной научно-практической конференции молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов. Краснодар, 2014. – С. 52-55.

5. **Бруяко В.Н.** Дифференциация сортов риса по темпам роста и развития растений при низких температурах / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов 7-25 апреля 2014г. Краснодар, 2014. – С. 11-15.

6. **Бруяко В.Н.** Дифференциация сортов риса по темпам роста и развития растений / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов 7-25 апреля 2014г. Краснодар, 2014. – С. 7-11.

7. **Бруяко В.Н.** Выделение в полевом опыте образцов риса с высокой скоростью роста / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко – Рисоводство. Краснодар, 2014. - № 1(24). – С.11-13.

8. **Бруяко В.Н.** Высокая скорость роста проростка, как интегральный показатель интенсивности физиологических процессов у риса /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. Материалы Международной научно-практической конференции 6-26 апреля 2015г. Краснодар, 2015. – С. 83-86.

9. **Бруяко В.Н.** Выделение источников по признаку «скорость роста» в начальные фазы развития из образцов отечественной и зарубежной селекции / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман // Сборник трудов Международной научной интернет - конференции. Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом. Краснодар, 2015. – С. 18-26.

10. **Бруяко В.Н.** Дифференциация гибридных растений риса в сосудах / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов 17-18 ноября 2015 года. Орел, 2015. – С. 25-27.

11. **Бруяко В.Н.** Дифференциация гибридных комбинаций риса /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман // Вклад Вавиловского общества генетиков и селекционеров в инновационное развитие Российской Федерации. Сборник статей по материалам научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС. КубГАУ. Г. Краснодар, 2015. – 121с.

12. **Бруяко В.Н.** Выделение источников по признаку «высокие темпы роста проростка» среди российских образцов риса /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман, А.А. Кучменко // Современные технологии в

сельскохозяйственной науке и производстве (Посвящается 130-летию со дня рождения А.П. Шерудихина). Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 24-25 марта 2016 года. Саратов, 2016. –С. 12-15.

13. **Бруяко В.Н.** Молекулярное маркирование сортов риса российской селекции по скорости роста coleoptily с использованием SSR маркеров /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Н.Ю. Бушман // Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве (Посвящается 130-летию со дня рождения А.П. Шерудихина). Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 24-25 марта 2016 года. Саратов, 2016. – С. 16-19.

14. **Бруяко В.Н.** Дифференциация гибридных растений риса российской, итальянской и китайской селекции / **В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов 4-25 апреля 2016 года. Краснодар, 2016. – С. 12- 16.

15. **Бруяко В.Н.** Темпы роста сортов риса итальянской селекции /**В.Н. Бруяко**, Е.А. Малюченко, Е.Е. Негревская // I международная научно-практическая интернет-конференция. Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. Электронный сборник статей. с. Солёное Займище, 2016. – С. 2633-2637.