

**В.А. Дзюба**, доктор биологических наук, профессор;  
**Л.В. Есаулова**, кандидат биологических наук;  
**И.Н. Чухирь**, кандидат сельскохозяйственных наук.  
*Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
(350921 г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3; [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru))*

## **ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕНОВ WAXY ENDOSPERM В ЗЕРНОВКАХ РАСТЕНИЙ СОРТОВ И ГИБРИДОВ РИСА**

Описаны гены, контролирующие восковидный эндосперм рисовой зерновки, показано их наследование в  $F_1$  растений и частота изменчивости в  $F_2$  на примере триплоидного эндосперма и гаплоидных пыльцевых зёрен.

Восковидный эндосперм, в зависимости от дозы доминантных и рецессивных генов ( $WxWxWx$ ,  $WxWxwx$ ,  $Wxwxwx$  и  $wxwxwx$ ), состоит из обычного и восковидного (глиутинозного) крахмала. В зависимости от концентрации доминантных и рецессивных генов *waxy endosperm*, эндосперм рисовой зерновки будет содержать определенное количество амилозы и амелопектина. Чем больше рецессивных генов в глиутинозном эндосперме, тем меньше будет амилозы и выше содержание амелопектина.

Структура эндосперма рисовой зерновки зависит от концентрации и количества доминантных и рецессивных аллелей. Триплекс доминантных генов  $WxWxWx$  формирует стекловидный эндосперм. Присутствие хотя бы одного рецессивного аллеля *waxy endosperm* изменяет структуру эндосперма в сторону тусклого-глиутинозного. Триплекс рецессивных аллелей  $wxwxwx$  формирует глиутинозный-тусклый эндосперм. Эту генетическую особенность селекционеры должны учитывать при создании новых глиутинозных сортов.

Проведен гибридологический анализ гибридов  $F_1$  по наследованию признака глиутинозности по фенотипическому проявлению генов *waxy endosperm* с помощью 2% йодистого теста по эндосперму и пыльцевым зернам. Во всех случаях по эндосперму и пыльцевым зернам глиутинозность проявляет рецессивный эффект. Этот признак легко использовать в селекции новых сортов при создании глиутинозных генотипов. В 1994 г. глиутинозный сорт риса Виола включен в Государственный реестр селекционных достижений. Созданы и проходят сортоиспытания следующие сорта ВНИИ риса восковидного качества: Виолетта, Вита и Южная ночь. Из зерна восковидных или глиутинозных сортов пищевая промышленность вырабатывает продукты детского и диетического питания.

***Ключевые слова:** рис, сорт, гибрид, восковидный эндосперм, пыльцевое зерно, наследование, генотип, популяция, селекция сортов.*

**V.A. Dzyuba**, Doctor of Biology, professor;

L.V. Esaulova, Candidate of Biology;  
I.N. Chukhir, Candidate of Agricultural Sciences.  
All-Russian Research Institute of Rice  
(350921, Krasnodar, v. Belozerny, 3; [arrri\\_kub@mail.ru](mailto:arrri_kub@mail.ru))

## MANIFESTATION OF WAXY ENDOSPERM GENES IN GRAIN OF RICE VARIETIES AND HYBRIDS

The article describes genes which control waxy endosperm of rice grain and shows their inheritance in  $F_1$  and frequency of variability in  $F_2$  on the sample of triploid endosperm and haploid pollen grains. Waxy endosperm depending on the doses of dominant and recessive genes ( $WxWxWx$ ,  $WxWxwx$ ,  $Wxwxwx$  and  $wxwxwx$ ) consists of conventional and waxy (gluten) starch. According to concentration of dominant and recessive genes of waxy endosperm, endosperm of rice grain will contain a definite number of amylose and amylopectin. The more recessive genes in gluten endosperm, the less content of amylose and the more content of amylopectin are. The structure of rice grain endosperm depends on concentration and quantity of dominant and recessive alleles. Triplex of dominant genes  $WxWxWx$  forms vitreous endosperm. If there is only one recessive allele of waxy endosperm, the structure of endosperm is going to change into dull-gluten endosperm. The selectionists should take into account this genetic property when hybridizing new gluten varieties. We conducted analysis of endosperm and pollen grains of  $F_1$  hybrids using 2% iodine test to determine the inheritance of gluten in phenotype reveal of waxy endosperm genes. In all cases in endosperm and pollen grain gluten possesses recessive effect. The trait can easily be used in selection of new varieties of gluten genotype. In 1994 gluten rice variety was included into State Register of selection achievements. Such waxy rice varieties of ARRIR selection as 'Violetta', 'Vita' and 'Yuzhnaya Noch' were made and are being tested. Food industry uses grain of waxy and gluten varieties for children and dietary food.

**Keywords:** *rice, variety, waxy endosperm, pollen grain, inheritance, genotype, population, variety-selection.*

**Введение.** В генетической, селекционной литературе и в практической работе встречаются характеристики глютинозных (восковидных) образцов различных злаковых культур. Глютинозный (восковидный) триплоидный эндосперм формируется под влиянием рецессивного гена *waxy endosperm* [1].

В научной литературе описаны глютинозные восковидные мутации у риса [1, 2, 3]. Г.Г. Гущин [1] приводит описание ботанических разновидностей образцов риса, зерновки которых в изломе имеют матовый цвет. В разделе ботанической классификации Г.Г. Гущин [1] описал восемь разновидностей риса: *var. affinis* Korn., *var. migueliana* Korn., *var.*

*atrogrisca* Gust., var. *minantica* Gust., var. *trichoviolacea* Obod., var. *ussurika* Vol., var. *brunneo-punctata* Gust. и var. *neroapiculata* Gust.

В коллекции генетических ресурсов риса есть образцы с ботаническими разновидностями, имеющими глютинозный (восковидный) эндосперм. Используя образцы с глютинозным (восковидным) эндоспермом, ведущий селекционер ВНИИ риса Г.Л. Зеленский [4, 5] создал серию глютинозных линий, одна из которых Виола была доведена до сорта и в 1994 году включена в Государственный реестр селекционных достижений. Созданы сорта Вита, Южная ночь, Мавр, которые испытываются в питомниках размножения во ВНИИ риса. В.А. Дзюба с сотрудниками [6, 7] изучил генетику Wx признака. Ученые Японии [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18] проводили исследования с образцами глютинозного риса. Ими получено много индуцированных мутаций с геном *waxy endosperm* [10, 13, 15, 16, 17] и проведена работа по изучению локализации гена Wx в шестой хромосоме [11, 12, 14]. Они разработали метод тестирования образцов с геном Wx по окрашиванию пыльцевых зёрен на стадии тетрад [8, 18]. Пыльцевые зерна с рецессивными генами *waxy endosperm* окрашиваются в коричневый цвет 2% раствором йодистого калия, а доминантные – в синий. Эта методика была использована нами в гибридологическом анализе родительских особей и гибридов F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>.

В литературе [19, 20, 21] описаны восковидные образцы ячменя.

В США проводили селекционную работу [22] по улучшению зубовидных сортов кукурузы с использованием восковидных образцов. Селекционер Т. Мерле в 1940 – 1945 годах создал восковидный гибрид кукурузы Айова 939, который по продуктивности уступал зубовидному аналогу.

В России М.И. Хаджинов [22] занимался селекцией восковидной кукурузы. Источником восковидного крахмала использован образец из Северного Китая (кат. ВИР 5088) и созданы сорта восковидной кукурузы, по урожайности не уступающие стандарту Стерлинг.

На Майкопской опытной станции ВНИИ растениеводства [22] проводилась селекционная работа по созданию исходного материала восковидной кукурузы, изучению ОКС-/ и СКС- линий и моделированию гибридов. Но эта работа не нашла широкого применения, так как гибриды уступали по ряду признаков районированным стандартам, а производство восковидного крахмала было налажено при использовании других сырьевых источников и технологий.

**Цель исследований:** показать наследование генов *Waxy endosperm* и изменчивость признаков в F<sub>2</sub> для селекции глютинозных сортов риса.

**Материалы и методы.** Для научных исследований были взяты районированные сорта риса в Краснодарском крае: Виола – глютинозный (восковидный), структура эндосперма его генотипа представлена триплексом рецессивных генов wxwxwx, два других сорта Снежинка и Рапан имеют стекловидный эндосперм с генотипом доминантных генов WxWxWx.

Родительские формы выращивали в сосудах объемом 8 кг почвы, взятой с парового поля рисового севооборота оросительной системы. В каждый сосуд в конце апреля высевали по 20 семян родительского сорта на глубину 0,5 – 1,5 см. Всходы получали при укороченном увлажнении. В фазу 2 – 3 настоящих листьев провели расстановку и прорывку растений. В каждом сосуде было оставлено по 10 хорошо развитых одинаковых растений. Выращивание растений родительских особей осуществлялось при постоянном затоплении сосуда водой слоем на 6 – 8 см.

В начале выметывания, кастрировали и опыляли по 20 – 25 колосков. В гибридизации использовали по 20 – 25 метелок. В конце августа метёлки убирали с гибридными зерновками и по количеству опылённых колосков и завязавшихся семян F<sub>1</sub> определяли эффективность скрещиваний, которая варьировала по гибридным комбинациям от 43,7 до 87,4%. По каждой гибридной комбинации было получено по 220 – 250 семян F<sub>1</sub> для постановки исследований в первом и последующих поколениях. Весной 2010 года гибридные зерновки были пророщены в термостате в чашках Петри при температуре 28-30 C<sup>0</sup>. На 3 – 4 день проростки гибридов F<sub>1</sub> и родительских особей высаживали в вегетационные сосуды в почву по 10 штук. В фазу начала выметывания с метёлок родительских форм и гибридных растений были взяты колоски для гибридологического анализа.

В стадии тетрад (за 1 – 2 дня до выметывания) с каждой метелки брали по 10 – 15 колосков в средней и верхней частях соцветия, которые фиксировали в растворе уксусной кислоты с этиловым спиртом в соотношении 1:3. Для анализа брали колоски с 10 – 15 метелок F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> и родительских особей. На предметное стекло микроскопа МБИ – 6 помещали по 2 – 3 пыльника с каждого колоска, которые пассировали препаровальной иглой в капле раствора 2% йодистого калия. Пыльцевые зерна в стадии тетрад освобождались из пыльников и окрашивались в синий или коричнево-оранжевый цвета. В синий цвет окрашивались пыльцевые зерна с доминантными генами Wx, а в коричнево-оранжевый – с рецессивным wx. Важно помнить, что работу проводили с сортами и гибридами диплоидных форм, в которых пыльцевые зёрна гена waxy endosperm находились в гаплоидном состоянии. Подсчет окрашенных пыльцевых зёрен проводили десятикратно в поле зрения микроскопа. Первоначально подсчитывали синие пыльцевые

зёрна, затем – коричневые. По их суммарному количеству определяли соотношение: для  $F_1$  – оно было около 1:1, для  $F_2$  – 3:1. Результаты гибридологического анализа обработаны методом биометрической статистики [23].

**Результаты.** Ген  $wx-waxy$  endosperm – восковидный (глиутинозный) эндосперм, который состоит из восковидного крахмала. Он обуславливает структуру крахмала, локализованного в эндосперме, пыльцевых зернах и зародышевом мешке. Восковидный крахмал по своему биохимическому составу состоит только из амилопектина и окрашивается раствором йодистого калия в коричневый цвет. Фенотипически восковидный эндосперм плотный по консистенции, но матового цвета с большим содержанием декстринов, ухудшающих технологические и кулинарные качества крупы.

Выявлены генотипы родительских особей и гибридов  $F_1$  по состоянию генов  $Waxy$  endosperm с учетом двойного оплодотворения при образовании эндосперма рисовой зерновки (табл. 1). В случае, если за материнскую форму принят глиутинозный сорт Виола (в генотипе два рецессивных гена и один доминантный ген от отцовской формы), то генотип такого  $F_1$  гибрида будет –  $Wxwxwx$ . В реципрокном гибриде  $F_1$  Снежинка х Виола генотип эндосперма будет  $WxWxwx$ . Аналогичные результаты получены и в других гибридах.

Гибридологический анализ гибридов  $F_1$  провели по результатам окраски пыльцевых зерен 2% раствором йодистого калия.

1. Генотип родительских особей и гибридов риса  $F_1$  по состоянию генов  $Waxy$  endosperm

Гибрид	Генотипы эндосперма		
	Материнская особь	Отцовская форма	Гибрид $F_1$
Виола х Снежинка	$wxwxwx$	$WxWxWx$	$Wxwxwx$
Снежинка х Виола	$WxWxWx$	$wxwxwx$	$WxWxwx$
Рапан х Виола	$WxWxWx$	$wxwxwx$	$WxWxwx$
Виола х Рапан	$wxwxwx$	$WxWxWx$	$Wxwxwx$

Все гибриды  $F_1$  в мужском гаметофите (пыльнике) формируют примерно одинаковое количество пыльцевых зерен в зависимости от их генотипа (табл. 2). Вероятность встречаемости пыльцевых зерен с доминантным ( $Wx$ ) и рецессивным ( $wx$ ) генами обладает высокой статистической достоверностью (варьирование наблюдается от 0,75 – 0,50 до 0,25 – 0,10).

2. Гибридологический анализ растений риса  $F_1$  по частоте встречаемости пыльцевых зерен в зависимости от их генотипов по гену  $Waxy$  endosperm

Гибрид	Генотип эндосперма	Количество пыльцевых зерен, шт.		$\chi^2$ (1:1)	Вероятность
		синие	коричневые		

Виола х Снежинка	Wxwxwx	796	776	0,26	0,75-0,50
Снежинка х Виола	WxWxwx	828	804	0,36	0,75-0,50
Рапан х Виола	WxWxwx	770	734	0,86	0,50-0,25
Виола х Рапан	Wxwxwx	772	726	1,42	0,25-0,10

Гибридологический анализ в F<sub>2</sub> растений показывает, что формирование пыльцевых зерен зависит от их генотипа: в синий цвет окрашиваются пыльцевые зерна с доминантным геном Wx, в коричневый – с рецессивным wx (табл3).

### 3. Гибридологический анализ растений F<sub>2</sub> по окраске пыльцевых зерен в зависимости от состояния генов Waxy endosperm.

Гибрид	Окраска пыльцевых зерен	Количество пыльцевых зерен, шт.		X <sup>2</sup> (3:1)	Вероятность
		фактическое	теоретическое		
Виола х Снежинка	синие	1437	1407	0,64	
	коричневые	439	469	1,92	
	всего	1876	1876	2,56	0,50>p>0,25
Снежинка х Виола	синие	1368	1344	0,43	
	коричневые	424	448	1,28	
	всего	1792	1792	1,71	0,50>p>0,25
Рапан х Виола	синие	1471	1437	0,80	
	коричневые	445	479	2,41	
	всего	1961	1916	3,21	0,25>p>0,10
Виола х Рапан	синие	1243	1224	0,43	
	коричневые	385	408	1,29	
	всего	1632	1632	1,72	0,50>p>0,25

В F<sub>2</sub> гибридных популяций риса наблюдается моногенный тип наследования генов Waxy endosperm. Соотношение синих и коричневых пыльцевых зерен – 3:1, что указывает на доминантный тип наследования нормального (стекловидного) эндосперма, а рецессивный фактор проявляют растения с глитинозным эндоспермом.

В F<sub>3</sub> на каждом отдельном растении формируются пыльцевые зерна разных типов окраски в зависимости от их генотипов. При гибридологическом анализе пыльцевые зерна растений окрашиваются в синий или в коричневый цвет. В этой ситуации растения гибридной популяции риса вступают в период гомозиготного состояния: гомозиготные по доминантному гену WxWxWx или по рецессивному wxwxwx. Такое явление наблюдается только в самоопыляющихся растениях. У перекрестноопыляющихся растений (кукуруза) в F<sub>3</sub> на мужском гаметофите (метелке) будут формироваться пыльцевые зерна различных генотипов как с доминантным Wx геном, так и с рецессивным wx.

Используя факторы, контролирующие структуру триплоидного эндосперма, можно создавать новые глютинозные сорта риса. Такие сорта в эндосперме имеют рецессивные гены типа wxwxwx, значительно отличающиеся от обычных со стекловидным эндоспермом. По химическому составу глютинозные сорта в эндосперме содержат только амилопектин.

Глютинозный рис обладает повышенной пористостью непрозрачных шлифованных ядер, позволяет выделить его из ряда традиционных.

Крупа глютинозных (восковидных) сортов риса обладает ценными диетическими и лечебными качествами. Из неё готовят продукты для детского питания и диетические – для взрослого населения.

### Литература

1. *Гущин, Г.Г.* Рис/ Г.Г. Гущин. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 831 с.
2. *Соколова, И.И.* Рис – Oguza L./ И.И. Соколова // Культурная флора СССР. III Крупные культуры (гречиха, просо, рис). -Л.: 1975. – с. 237 – 355.
3. *Дзюба, В.А.* Генетика риса/ В.А. Дзюба// - Краснодар, 2004. – 283 с.
4. *Зеленский, Г.Л.* Глютинозный сорт риса Виола для производства детского и лечебного питания / Г.Л. Зеленский// Рисоводство. – 2004. – №4. – С. 46 – 49
5. *Зеленский, Г.Л.* Эксклюзивные сорта в селекции ВНИИ риса/ Г.Л. Зеленский, Н.Г. Туманьян, Т.Н. Лоточникова и др. // Рисоводство. – 2007. – №11. – С. 20 – 23.
6. *Дзюба, В.А.* Генетика качества зерна риса/ В.А. Дзюба, Л.В. Лаштованная// Пути повышения и стабилизации производства высококачественного зерна. – Краснодар, 2002. – С. 241 – 247.
7. *Дзюба, В.А.* Изменчивость генотипов, определяющих качество эндосперма зерновки риса/ В.А. Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н. Чухирь и др. //Труды XXI Международного симпозиума «Охрана биосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицины. – Симферополь, 2012. – С. 314 – 316.
8. *Li, M.F.* Preliminary studies on the inheritance of traits in the progeny from rice flower culture/ M.F. Li, Y.Q. Chen, J.H.// Agri. Publ. House, Beijing. – 1983. – P. 147- 153.
9. *Yano, M.* Multiple alleles at the Wx locus of rice./M.Yano, H.Satoh, T. Omura, K. Okuno//. Japan J.Breeding. – 1984. – N34. – P.82-83.
10. *Yaton, O.* The variation of restriction fragment Length of waxy mutant genes in rice./ Yatou, E. Amano. K. Kadowaki// Japan. J. Breeding. – 1989. – N 39. – P. 248 – 249.
11. *Ideta, O.A.* Intergration of conventional and RFLP linkage maps in rice. Chromosomes, 6, 9, 10, 11. / O.A. Ideta, T. Yoshimura, T.H.Saito, N.Iwata.//Rice Genet. Newslettes.- 1993.-N10.-P.87-89.

12. *Kinoshita, T.* Gene analyses./ T.Kinoshita//Science of the rice plant.Genetics.-Tokyo. – 1997.-vol.3.-P. 197 – 251.
13. *Sano, Y.* Differential regulations of the waxy gene expression in a rice endosperm./Y.Sano//Theoret. Appl.Genet.-1984.-N68.-P.467-473/
14. *Tanksley, S.d.* Development and application of an DFLP map in rice./S.D. Tanksley, S.Y.Wang, Z.H.Yu// Molecular Biology of rice. – 1990. – N9.-P. 17-27.
15. *Amano, E.* Comparison of ethylene sulfonate and radiation induced waxy mutants in maize./E. Amano//Mut.Res. – 1968. - N5. – P. 41-46.
16. *Amano, E.* Phenotypes of waxy endosperm mutation seeds by EMS in rice/E.Amano//Japan J. Breeding. – 1977. – N27.-P.4-5.
17. *Amano, E.* Allelism of induced intermediate waxy mutants in rice/E.Amano//Japan J. Breeding.-1984.-N34.P.84-85.
18. *Li, L.c.* Observations of segregation in the progenies of rice plants from pollen culture/L.C. Li, L.Zhang, W.Z.Tian.//Science Press, Beijing.-1978-P.184-188.
19. *Орлов, А.А* Ячмень/А.А. Орлов – Изд. ВИР. – Л., 1931. – 258 с.
20. *Вавилов, Н.И.* Центры происхождения культурных растений/ Н.И. Вавилов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1926. – Том 16. – Вып.2. – С.3-248.
21. *Вавилов, Н.И.* Географические закономерности в распространении генов культурных растений/Н.И. Вавилов// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1927. – Том 17. – Вып.3. – С. 411 – 428.
22. *Барсуков, А.Д.* Изучение и разработка методов селекции восковидной кукурузы/А.Д. Барсуков, Г.Е. Шмараев //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1969. – Том XLI. Вып. 2. – С. 73 – 79.
23. *Дзюба, В.А.* Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных/ В.А. Дзюба// Методические рекомендации. – Краснодар. – 2007. – 76 с.

### Literature

1. *Gutschin, G.G.* Rice/ G.G. Gutschin. – М.: Selkhozgiz. – 1938. – 831 p.
2. *Sokolova, I.I.* Rice Oruza L./ I.I. Sokolova// Cultural flora of USSR. III Cereals (buckwheat, millet, rice). -L.: 1975. – P.237-355.
3. *Dzyuba, V.A.* Rice genetics/ V.A. Dzyuba. – Krasnodar, 2004. – 283 p.
4. *Zelenskiy, G.L.* Gluten rice cultivar ‘Viola’ for production of children and therapeutic feeding/ G.L. Zelenskiy// Rice growing. - 2004. – №4. – P. 46 – 49

5. *Zelenskiy, G.L.* Exclusive varieties of ARRIR selection/ G.L. Zelenskiy, N.G. Tumanian, T.N. Lotochnikova and others// Rice growing. – 2007. – №11. – P. 20 – 23.
6. *Dzyuba, V.A.* Genetics of rice quality/ V.A. Dzyuba, L.V. Lashtovannaya// Methods of increase and stability of high quality grain production. – Krasnodar, 2002. – P. 241 – 247.
7. *Dzyuba, V.A.* Changeability of genotypes which determine quality of rice endosperm/ V.A. Dzyuba, L.V. Esaulova, I.N. Chukhir and others// Works of XXI International Meeting “protection of bio noosphere. Eniology. Nonconventional plant growing. Ecology and medicine. – Simferopol, 2012. – P. 314-316.
8. *Li, M.F.* Preliminary studies on the inheritance of traits in the progeny from rice flower culture/ M.F. Li, Y.Q. Chen, J.H.// Agri. Publ. House, Beijing. – 1983. – p. 147- 153.
9. *Yano, M.* Multiple alleles at the Wx locus of rice./M.Yano, H.Satoh, T. Omura, K. Okuno// Japan J.Breeding. – 1984. – №34. – p.82-83.
10. *Yaton, O.* The variation of restriction fragment Length of waxy mutant genes in rice./ Yatou, E. Amano. K. Kadowaki.// Japan. J. Breeding. – 1989. – № 39. – p. 248 – 249.
11. *Ideta, O.A.* Integration of conventional and RFLP linkage maps in rice. Chromosomes, 6, 9, 10, 11. / O.A. Ideta, T. Yoshimura, T.H.Saito, N.Iwata.//Rice Genet. Newslettes.-1993.- №10.- p.87-89.
12. *Kinoshita, T.* Gene analyses./ T. Kinoshita.//Science of the rice plant. Genetics.-Tokyo. – 1997.-vol.3.-p. 197 – 251.
13. *Sano, Y.* Differential regulations of the waxy gene expression in a rice endosperm./Y.Sano.//Theoret. Appl.Genet.-1984.- №68.-P.467-473/
14. *Tanksley, S.D.* Development and application of an DFLP map in race./S.D. Tanksley, S.Y.Wang, Z.H.Yu// Molecular Biology of rice. – 1990. – №9.-P. 17-27.
15. *Amano, E.* Comparison of ethylene sulfonate and radiation induced waxy mutans in maize./E. Amano//Mut.Res. – 1968. - №5. – P. 41-46.
16. *Amano, E.* Phenotypes of waxy endosperm mutation seeds by EMS in rice/E.Amano.//Japan J. Breeding. – 1977. – №27.-P.4-5.
17. *Amano, E.* Allelism of induced intermediate waxy mutans in rice/E.Amano.//Japan J. Breeding.-1984.- №34.-P.84-85.
18. *Li, L.c.* Observations of segregation in the progenies of rice plants from pollen culture/L.C. Li, L.Zhang, W.Z. Tian.//Science Press, Beijing.-1978-P.184-188.
19. *Orlov, A.A.* Barley/ A.A. Orlov. Publ. ARIR. – L., 1931. – 258 p.
20. *Vavilov, N.I.* Centers of origin of cultivated plants/ N.I. Vavilov // Works on applied botany, genetics and selection. – L., 1926. – V. 16. – Iss.2. – P.3-248.

21. *Vavilov, N.I.* Geographical regularities of spread of cultivated plant genes/ N.I. Vavilov// Works on applied botany, genetics and selection. – L., 1927. – V. 17. – Iss.3. – P. 411 – 428.
22. *Barsukov, A.D.* Study and development of selection methods of waxy maize/A.D. Barsukov, G.E. Shmaraev// Works on applied botany, genetics and selection. - 1969. – V. XLI. Iss. 2. – P. 73 – 79.
23. *Dzyuba, V.A.* Multifactor experiments and methods of biometrical analysis of experimental data/ V.A. Dzyuba // Methodical recommendations. – Krasnodar, 2007. – 76 p.

УДК 631.527:633.13:632.4