

УДК 633.18:631.52:631.523

UDC 633.18:631.52:631.523

03.00.00 Биологические науки

Biology

**КЛАССИФИКАЦИЯ СОРТОВ РИСА  
ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НА ОСНОВЕ  
АГРЕГИРОВАННОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО  
ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА<sup>1</sup>**

**CLASSIFICATION OF RICE VARIETIES FROM  
GENETIC COLLECTION BASED ON  
AGGREGATED INTEGRAL INDICATOR OF  
GRAIN QUALITY**

Туманьян Наталья Георгиевна  
доктор биол. наук, профессор, зав. лабораторией

Tumanyan Natalia Georgievna  
Dr.Sci.Biol., professor, head of Lab

Кумейко Татьяна Борисовна  
канд. с.-х. наук, с.н.с.

Kumejko Tatyana Borisovna  
Cand.Agr.Sci., senior scientist

*Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса, Краснодар, Россия*

*All-Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia*

Зеленский Григорий Леонидович  
д-р с.-х. наук, зав. кафедрой  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Zelensky Grigory Leonidovich  
Dr.Sci.Agr., Head of department  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Ольховая Кнарлик Карапетовна  
младший научный сотрудник

Olkhovaya Knarik Karapetovna  
science worker

Госпадинова Валентина Ивановна  
канд.т.н., вед.н.с.

Gospadinova Valentina Ivanovna  
Cand.Tech.Sci., leading researcher

Коротенко Татьяна Леонидовна  
канд. биол. Наук, с.н.с.

Korotenko Tatyana Leonidovna  
Cand.Agr.Sci., senior scientist

*Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса, Краснодар, Россия*

*All-Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia*

Остапенко Надежда Васильевна  
канд. с.-х. наук, вед. н.с.

Ostapenko Nadezhda Vasilyevna  
Cand.Agr.Sci., leading researcher

*Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса, Краснодар, Россия*

*All-Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia*

В статье дан обзор результатов исследования признаков качества риса российской и зарубежной селекции. Обсуждается возможность использования показателей в характеристике генплазмы рабочих коллекций

In this article, we discuss the results of the research of quality characteristics of Russian and foreign rice varieties. Possibility of using data in characterizing germplasm from collection is discussed

Ключевые слова: ГЕНПЛАЗМА РИСА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА, БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА, АГРЕГИРОВАННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, СТЕКЛОВИДНОСТЬ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ, ВЫХОД КРУПЫ

Keywords: RICE GERMPLASM, PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF GRAIN, BIOCHEMICAL QUALITY CHARACTERISTICS, AGGREGATE, VITREOUSNESS, FRACTURING, TOTAL MILLED RICE

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края (№ 13-04-96550)

**Введение.** Более 30 сортов селекции ВНИИ риса с высоким качеством зерна и крупы допущено к использованию на территории РФ. Обеспечение высокого качества зерна риса, его сохранение - актуальная проблема производства риса в России. высокое качество зерна определяется потенциалом сорта (формируется генотипом сорта), агроклиматическими условиями выращивания, условиями уборки, подработки, переработки. Важнейший параметр «своевременная уборка риса» по наступлении технической или полной спелости риса, который исключает длительный перестой на корню, определяет рентабельность производства риса.

Генплазма риса, хранящаяся в коллекциях до настоящего времени не характеризуется по единой системе показателей комплексной оценки, в том числе качества зерна и крупы. До настоящего времени не было такой системы оценки, которая бы являлась информационной основой стратегии управления селекционным процессом. Данные Банка генетических ресурсов риса, как правило, это агробиологические признаки материала, в том числе качества зерна и крупы без связи с конкретными агроклиматическим условиям, реакция риса на факторы воздействия и др.

Оценка риса ведется по многим параметрам: пищевая ценность, кулинарные достоинства, технологические и товарные качества. Результаты оценки признаков качества зерна и крупы лежат в основе создания новых сортов. Необходима оптимизация аппарата оценки риса банков генетических ресурсов, в том числе качества риса, в части общепринятых признаков для формирования набора обязательных признаков оценки материала зарубежной и российской селекции в определенный период оценки, в том и числе с характеристикой изменчивости материала в отношении регистрируемых признаков [1].

**Цель работы.** Целью исследования явилось: определить физико-химические, биохимические и технологические свойства, определяющие

качество риса; выявить взаимосвязи признаков качества у риса и определить корреляционные связи; найти максимально взаимосвязанные группы признаков качества для обеспечения условия адекватного приложения регрессионных моделей; свести к минимуму (минимизировать) системы показателей качества, с заданной точностью описывающей формы риса; математические модели качества. Таким образом, качество риса будет изучаться как взаимосвязанный набор характеристик.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материала исследования служили сорта риса отечественной и зарубежной селекции, сортообразцы конкурсного сортоиспытания коллекций ВНИИ риса и зарубежных коллекций.

При изучении качества зерна определяли: массу 1000 зерен по ГОСТу 10842-89, плёнчатость по ГОСТу 10843-76, стекловидность и трещиноватость по ГОСТу 10987-76. Оценку содержания амилозы в рисовой крупе проводили в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 6647 1987. Амилографические характеристики определяли на Микровискоамилографе Brabender.

**Результаты и их обсуждение.** По признаку «содержание амилозы» сорта риса классифицируются на глютинозные (0 % амилозы), очень низкоамилозные (от 2 до 9 %), низкоамилозные (от 10 до 20 %), среднеамилозные (21-25 %), умеренно высокоамилозные (26-27 %) и высокоамилозные (выше 27 %). Соотношение амилозы и амилопектина в крахмале определяет структурные характеристики риса, влияет на качество крупы и использование сорта в конкретных кулинарных блюдах [2]. Среднеамилозными (23,0-25,5 %) были сорта Ласточка, Кумир, Царын. Характер взаимосвязи содержания амилозы в зерновке и амилографических характеристик крахмала до сих пор не определен. Именно она определяет необходимость прогнозирования диетических и

кулинарных характеристик сорта. Накопление амилозы в крахмале зерна в меньшей степени было у Марса в 2013 г. (17,5 %), у Мавра и Гагата в 2013 г. (18,1; 17,2 %). В 2012 г. значения показателя у краснозерных сортов: Рубина - 22,1 %, Марса - 19,7 %, в 2013 г. соответственно 21,2 и 17,5 %, в 2014 г. 20,9 %. Мавр и Рубин отнесены к среднеамилозным сортам; Марс и Гагат – длиннозерные сорта, Рыжик и Южная Ночь – короткозерные. Рубин, Мавр, Гагат характеризуются повышенным содержанием амилозы, Южная Ночь – безамилозный глютинозный сорт, Рубин, Мавр и Гагат среднеамилозные, Марс и Рыжик – низкоамилозные сорта (табл. 1).

Таблица 1 - Содержание амилозы в зерне сортов специального назначения

Сорт	Содержание амилозы, %			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Рубин	22,1	21,2	20,9	22,2
Марс	19,7	17,5	18,0	19,0
Южная Ночь	0,0	0,0	0,0	0,0
Мавр	18,1	20,8	22,7	22,2
Гагат	17,2	19,5	22,2	21,5
НСР <sub>05</sub>	0,43	1,00	0,92	0,75

Значения амилографических характеристик по показателям вязкости крахмалистой пасты позволяют прогнозировать содержание амилозы в крахмале и рекомендовать сорт для определенных кулинарных блюд (табл. 3). Южная Ночь имеет высокую максимальную вязкость и вязкость в период охлаждения; низкие значения градиента вязкости (60 Ед. Бр.), что подтверждают его глютинозную (восковидную) природу. Рубин, Мавр и Гагат характеризуются пониженными значениями признака «максимальная вязкость» (410, 390, 385 Бр. соответственно) и «градиент вязкости», что свидетельствует об их среднеамилозной природе.

Таблица 2 - Амилографические характеристики крахмалистой пасты сортов риса

Название образца	Время макс. вязкости, мин	Макс. вязкость, ВU	Период охлаждения, ВU	Градиент вязкости, ВU
Рубин	9,8	410	644	233
Марс	9,5	545	902	362
Мавр	11,2	390	620	230
Гагат	11,2	385	610	235
Южная Ночь	7,2	640	700	60

Отношение длины зерновки к ее ширине, масса 1000 абсолютно сухих зерен), пленчатость, выход крупы, содержание целого ядра в крупе (выход целого ядра) - важнейшие технологическим признакам качества зерна и крупы. Сорта Рыжик, Южная Ночь относятся к группе короткозерных (отношение длины зерновки к ширине  $l/b$  – до 2,1, Рубин, Мавр – среднезерных ( $l/b$  – до 3,1). В 2013 г. трещиноватость зерна была более низкой, чем в 1912 г. и на уровне 2013 г. (табл. 3). Лорд и Каскад (отборы из Крузер 8) имели очень высокую массу 1000. Масса 1000 а.с. зерен составляла от 21,5 г у Южной Ночи до 27,6 г, у Рыжика, пленчатость - от 18,0 %, у Марса до 22,9 % у Гагата, стекловидность - от 0 % у Южной Ночи и 76 % у Мавра до 95 % у Марса и Гагата, трещиноватость от 6 % у Марса до 24 % у Мавра. Показатель "содержание целого ядра в крупе" при ее выработке определяет рентабельность производства. Рубин, Марс, Южная Ночь характеризовались достаточно высокими показателями этого признака: 95,2 % в 2014 г. у Рубина, 98,9 % в 2014 г. у Марса, 99,0 % в 2013 г., 100,0 % у Южной Ночи в 2013 г. Изучение структуры изменчивости сортов риса (двухфакторный перекрестный дисперсионный анализ) показало достоверное влияние генотипических различий, условий года. В целях оптимизации оценки физико-химических признаков качества был проведен анализ их взаимосвязи с помощью корреляционной матрицы признаков (табл. 4).

Таблица 3 - Технологические признаки качества зерна сортов специального назначения, урожай 2013-2015 гг.

Сорт	Год	Масса 1000 а.с.з зерен, г	Пленчатость, %	Стекло-видность, %	Трещиноватость, %	l/b	Общий выход крупы, %	С-е целого ядра в крупе, %
Рубин	2013	26,8	21,3	70	8	2,2	78,7	80,5
	2014	24,1	19,0	71	10	2,2	80,5	95,2
	2015	23,9	19,0	70	14	2,3	80,9	92,5
Марс	2013	23,2	18,2	94	8	3,3	81,8	90,2
	2014	24,9	18,0	95	6	3,3	81,4	98,9
	2015	23,9	18,4	91	12	3,3	81,5	96,0
Мавр	2013	24,8	22,6	75	24	2,5	77,4	65,2
	2014	26,9	20,2	78	22	2,5	79,1	76,0
	2015	24,5	20,3	75	21	2,5	79,6	78,0
Гагар	2013	26,9	22,9	95	10	3,4	77,1	85,4
	2014	27,3	21,8	91	8	3,4	78,0	94,6
	2015	26,4	22,0	89	12	3,4	77,9	90,1
Каскад	2013	48,7	19,7	63	2	2,8	80,0	87,9
	2014	48,8	18,7	59	5	2,8	81,1	86,5
	2015	47,8	19,2	58	9	2,8	80,6	85,3
Лорд	2013	47,5	18,4	60	6	2,6	81,3	88,1
	2014	47,3	18,2	61	8	2,6	81,6	85,4
	2015	46,2	19,0	57	10	2,6	80,8	82,5

Таблица 4 - Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции

Пирсона для физико-химических признаков качества цветного риса

Признак	м	ос	тр	ов	сц	са	тк	мв	в50	вр
ос	<b>-0,41</b>									
тр	0,05	<b>-0,29</b>								
ов	-0,16	-0,25	<b>0,31</b>							
сц	<b>-0,43</b>	0,17	<b>-0,67</b>	0,10						
са	-0,05	0,15	-0,24	0,20	0,20					
тк	-0,09	0,13	0,12	-0,31	-0,22	<b>0,55</b>				
мв	0,31	0,04	-0,35	-0,20	0,07	-0,32	0,11			
в50	0,30	0,101	-0,20	-0,02	0,01	-0,12	-0,10	<b>0,91</b>		
вр	0,09	<b>-0,32</b>	-0,04	0,15	0,12	<b>0,25</b>	-0,34	-0,26	<b>-0,27</b>	
гр	0,31	0,12	-0,10	0,08	0,12	-0,01	-0,20	<b>0,65</b>	<b>0,72</b>	<b>-0,43</b>

Примечание. Выделенные значения коэффициентов корреляции достоверны

Условные обозначения величин: масса 1000 зерен – м; общая стекловидность зерна – ос; трещиноватость зерна – тр; пленчатость зерна – пл; общий выход крупы – ов; содержание целого ядра в крупе – сц; содержание амилозы в крупе – са; температура начала клейстеризации крахмала – тк; максимальная вязкость крахмальной пасты – мв; вязкость крахмальной пасты, при охлаждении до 50<sup>0</sup>С – в50; время начала процесса клейстеризации – вр; градиент вязкости – гр.

Положительная высокая корреляция отмечена для признаков «максимальная вязкость» – «вязкость при 50°С», «градиент вязкости» - «вязкость при 50°С», «максимальная вязкость», «температура клейстеризации» – «содержание амилозы».

В таблице 5 приведены статистические характеристики совокупности исследованных цветных сортов и сортообразцов генплазмы риса по признакам качества. Модель оптимального сорта риса с цветным перикарпом характеризовалась параметрами: стекловидность 95 %, трещиноватость 2,0 %, пленчатость 18,20 %, общий выход крупы 81,80 %, содержание целого ядра в крупе 99,99 %.

Таблица 5 – Статистические характеристики исследуемых сортов риса по технологическим признакам качества и параметры интегральной модели

Признак качества	Образец			Модель
	Среднее	Минимум	Максимум	
Стекловидность %	80,20	58,00	95,00	95,00
Трещиноватость, %	14,30	2,00	21,00	2,00
Пленчатость, %	19,00	18,20	22,90	18,20
Общий выход крупы, %	79,50	77,1	81,80	81,80
Содержание целого, %	84,1	65,2	99,9	99,99

Построено уравнение линейной регрессии, описывающее зависимость между показателями «содержание амилозы» и «максимальная вязкость крахмалистой пасты» имеет вид:  $A_m = 41,21 - 0,05 * V$ , где  $A_m$  – содержание амилозы,  $V$  – максимальная вязкость.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа в структуре изменчивости сортов риса показано достоверное влияние генотипических различий, условий года и их взаимодействия. Формирование структуры качества риса зависит на 63,8-87,1 % от генотипа и на 3,5-10,4 % от погодных условий года. В структуре изменчивости сортов риса с привлечением зарубежного селекционного материала (итальянские сорта)

(двухфакторный перекрестный дисперсионный анализ) обнаружено достоверное влияние генотипических (межсортовых) различий, условий года.

Реакция по качеству на перестой на корню - важнейший показатель селекционного материала, который необходимо вводить в характеристику, как данные Банка генетических ресурсов. Параметры уборки включают в себя важнейшее условие «своевременная уборка риса» по наступлении технической или полной спелости риса. Степень зрелости зерна определяют по влажности зерна, у риса 20-23 %; рост зародыша и накопление сухого вещества в зерновке прекращаются [3]. Разработка агрегированного интегрального показателя качества зерна риса, включающего реакцию селекционного материала на перестой, обеспечит оптимизирование характеристики исходного материала риса коллекций.

Как было показано в исследовании, периодическое снижение и повышение влажности зерна при перестое на корню, снижение ее до 12-10 % приводит к его растрескиванию и к снижению качества урожая (табл. 6).

Таблица 6 – Трещиноватость зерна риса при перестое на корню, демонстрационный посев

Сорт	Трещиноватость зерна, %								
	2013 г.					2014 г.			
	29.08	05.09	18.09	01.10	15.10	02.09	12.09	23.09	07.10
Рапан	2	2	2	3	3	2	2	4	5
Хазар	2	2	2	2	2	5	6	4	6
Фаворит	2	2	5	7	7	10	14	12	24
Кураж	5	8	10	8	14	8	3	4	10
Шарм	2	6	6	7	9	10	25	42	40
Крепыш	2	2	11	15	27	11	15	17	33
НСР <sub>05</sub>	1,0	1,0	2,1	1,5	2,0	1,3	1,9	2,5	2,4

У Рапана и Хазара трещиноватость практически не повышалась в предуборочный период (до 3-5 % у Рапана и 2-6 % у Хазара). Влажность риса при уборке однозначно не влияла на трещиноватость зерна риса (коэф. детерминации 0,27). Однако у раннеспелого сорта Шарм влажность при уборке в 2014 г. была 12,1 %, что привело к росту трещиноватости до 40 % в 2014 г. и к незначительному ее повышению до 9 % в 2013 г. при



уборочной влажности 19,6 %. Трещиноватость зерна крупнозерных сортов Фаворит и Крепыш возросла соответственно при уборке до 24 % и 33 % в 2014 г. В 2013 г. перестой на корню у сорта Кураж привел к снижению показателя «содержание целого ядра в крупе» на 9 % (93,9 %), у сорта Хазар - на 7 % (92,8 %).

На основе полученных экспериментальных данных была проведена градация и ранжирование сортов риса (показано на примере цветных сортов, табл.7, 8).

Таблица 7 - Параметры технологических признаков качества зерна риса (градация)

Градация признака	Масса 1000 зерен, г, (0,0 %/14 %)	Масса 1000 зерен, г, (0,0 %/14 %)	Стекло-видность, %	Трещиноватость, %	Пленчатость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра, %
<i>Высокая</i> (-кий, -кое)	$\geq 30,1/\geq 38,8$ (крупно-зерный сорт)	$\geq 30,1/\geq 38,8$ (крупно-зерный сорт)	94-100	30,1-100,0	$\geq 20,1$	( $\geq 69,1$ ) $\geq 84,0$	90,1-100,0
<i>Средняя</i> (-кий, -кое)	20,3-30,0/23,1-38,7 (сорт средней крупности)	20,3-30,0/23,1-38,7 (сорт средней крупности)	85-93	10,1-30,0	16,1-20,0	(65,1-69,0) 80,0-83,9	70,1-90,0
<i>Низкая</i> (-кий, -кое)	$\leq 20,2/\leq 23,0$ (сорт мелко-зерный)	$\leq 20,2/\leq 23,0$ (сорт мелко-зерный)	$\leq 85$	0,0-10,0	$\leq 16,0$	( $\leq 65,0$ ) $\leq 79,9$	$\leq 70,0$

Таблица 8 –Классификация цветных сортов риса (ранжировка)

Градация признака	Масса 1000 зерен, г	Стекло-видность,%	Трещиноватость, %	Пленчатость, %	общий выход крупы, %	содержание целого ядра, %
<i>Высокая</i> (-кий, -кое)	Каскад, Лорд, Крепыш	-	Южная Ночь, Рыжик	Мавр, Гагат	-	-
<i>Средняя</i> (-кий, -кое)	Рубин, Марс, Рыжик, Мавр, Гагат	Гагат	Рыжик, Мавр	Рубин, Марс, Каскад, Лорд	Рубин, Рыжик, Каскад, Лорд, Южная Ночь	Рубин, Рыжик, Каскад, Лорд, Мавр, Гагат, Южная Ночь
<i>Низкая</i> (-кий, -кое)	Южная Ночь	Рубин, Рыжик, Каскад, Лорд, Мавр, Гагат, Южная Ночь, Крепыш	Рубин, Марс, Каскад, Лорд, Гагат	-	Мавр, Гагат	-

Каждой градации был присвоен балл: высокий: 1; средний: 2; низкий: 3. Условный параметр, обладающий интегральностью, в компактной форме характеризует важнейшие процессы в системы [4]. Технологические признаки качества определяли как «высокий», «средний», «низкий». Определенному признаку соответствует определенный нечисловой показатель. Лучшим набором функций желательности «высокий» обладали сорта Рапан, Хазар, Южный, Рубин, Южная Ночь и др. (табл. 9).

Таблица 9 - Реакция сортов на перестой на корню, агрегированный показатель (градация)

1 балл (низкая)	2 балла (средняя)	3 балла (высокая)
При влажности зерна более 14 % повышение трещиноватости за 35 дней на:		
≤10 %	11-20 %	21-100 %
При влажности зерна менее 14 % повышение трещиноватости за 35 дней на:		
≤20 %	21-30 %	31-100 %

Признаки были обозначены: масса 1000 зерен - М; стекловидность - Ст.; трещиноватость - Тр.; пленчатость - Пл.; общий выход крупы - ОВК; содержание целого ядра - СЦЯ; содержание амилозы - СА; реакция на перестой - ПР. Таким образом, оптимальный сорт риса можно описать формулой (агрегированный показатель):

$$M(1-3); Ст.(1); Тр.(3); Пл.(1); ОВ(1); СЦЯ(1); СА(1-6); ПР (1)$$

По результатам работы оптимальная последовательность операций при оценки генплазмы риса: технологические признаки качества (влажность, крупность зерна, пленчатость, стекловидность; трещиноватость, l/b, выход крупы) содержание амилозы (биохимический признак) в лучших образцах; физико-химические параметры (амилографические характеристики), влияние перестоя на корню на

трещиноватость, классификация; обозначение сорта по формуле (модель сорта).

Любая оценка исследуемой системы - генотип риса начинается с единичной оценки некоего параметра. В основе последующей комплексной оценки была положена покомпонентная оценка различных параметров системы (физико-химические признаки качества, биохимические признаки качества, кулинарные достоинства и др.). Использование косвенной оценки (корреляционные взаимосвязи, дисперсионный анализ и др.) позволили оценить значимость генотипа, выбрать лучший образец. Последующая за многокритериальной интегральная оценка позволила объединить ранее разрозненные многокритериальные оценки с учетом их вклада. Сравнение "портретов" качества генотипа в разных состояниях и "портретов" генотипов проводится с помощью интегральных оценок. Разработанные подходы к формулированию условных индексов состояния системы качества селекционного материала коллекций риса. Представленные условные параметры в компактной форме характеризуют состояние генплазмы коллекций в части качества зерна.

#### Список литературы

- 1 Туманьян, Н.Г. Новые сорта риса селекции ВНИИ риса. Признаки качества зерна / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Н.В. Остапенко, К.К.Ольховая, Е.М. Харитонов // Рисоводство. – Краснодар. - 2015. - № 1-2 (26-27). – С. 16-24.
- 2 Martha Petro-Turza. Implementation of ISO 9001:2000 in the food and drink industry / Martha Petro-Turza // ISO Management Systems. – December, 2000)
- 3 Юлдашев, Дж. Влияние сроков уборки на качество зерна / Дж. Юлдашев // Селекция и агротехника с/х культур в условиях Каракалпакии КНИИИЗ.- Ташкент. 1988. - С.140-142.
- 4 Дмитриев, В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы / В.В. Дмитриев // Общество. Среда. Развитие. – 2009. - № 4. – С. 146-165.

### References

1 Tuman'jan, N.G. Novye sorta risa selekcii VNII risa. Priznaki kachestva zerna / N.G. Tuman'jan, T.B. Kumejko, N.V. Ostapenko, K.K.Ol'hovaja, E.M. Haritonov // Risovodstvo. – Krasnodar. - 2015. - № 1-2 (26-27). – S. 16-24.

2 Martha Petro-Turza. Implementation of ISO 9001:2000 in the food and drink industry / Martha Petro-Turza // ISO Management Systems. – December, 2000)

3 Juldashev, Dzh. Vlijanie srokov uborki na kachestvo zerna / Dzh. Juldashev // Selekcija i agrotehnika s/h kul'tur v uslovijah Karakalpakii KNIIZ.- Tashkent. 1988. - S.140-142.

4 Dmitriev, V.V. Opredelenie integral'nogo pokazatelja sostojanija prirodnogo ob#ekta kak slozhnoj sistemy / V.V. Dmitriev // Obshhestvo. Sreda. Razvitie. – 2009. - № 4. – S. 146-165.