

УДК 633.18:631.527.7:581.143.6(571.6)
ГРНТИ 68.35.29

DOI: 10.24411/1999-6837-2018-13053

Илюшко М.В., канд. биол. наук, доцент, ст. науч. сотр.;
Ромашова М.В., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.;
Гученко С.С., мл. науч. сотр.,
Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
п. Тимирязевский, г. Уссурийск, Приморский край, Россия
E-mail: ilyushkoiris@mail.ru

ТЕТРАПЛОИДНЫЙ РИС В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ *IN VITRO*

© Илюшко М.В., Ромашова М.В., Гученко С.С., 2018

Rice Oryza sativa L. – это диплоидный вид с основным числом хромосом $2n=24$, у которого известны тетраплоидные линии $2n=48$. Коммерческих сортов и гибридов тетраплоидного риса посевного на сегодняшний день не выведено. Целью исследования являлась оценка показателей продуктивности андроклинических тетраплоидных регенерантных линий риса, созданных в культуре пыльников *in vitro* гибридных растений F_2 20хКТ(2) (Hejiang 20хКТ-3), 35х96(2) (УкрНИИС 3435хУкр96) и сорта Каскад. Озерненность метелок регенерантов R_0 составила от 1 до 8 шт. Из четырех линий $R_{1от}$ гибрида 20хКТ(2) одна линия не возшла, семена образовались на двух растениях по 3-4 семени. Из 38 линий $R_{1от}$ гибрида 35х96(2) 27 не возшли, семена образовались только на одном в количестве 3 шт. После пересева на следующий год метелки оказались пустозерными. Четыре линии, полученные из растений сорта Каскад, не возшли, на пяти образовались семена. Продуктивная кустистость и длина метелки аналогична сорту Каскад. Семена крупные (масса тысячи зерен в пересчете 39,1-47,8 г.). Завязываемость семян низкая (в среднем 5,0-11,0 шт.), максимальное число зерен на метелке 22 шт. Сорт Каскад является безостым, тетраплоидные линии все были с остями: большая их часть в виде коротких шипиков 1-2 мм, отдельные цветочные чешуи заканчивались остями не более 10 мм. Последующая работа с культурой пыльников риса позволит получить дополнительно тетраплоидные линии, которые будут включены в селекционную работу. Продолжится оценка продуктивных линий от сорта Каскад.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *ORYZA SATIVA L.*, КУЛЬТУРА ПЫЛЬНИКОВ *IN VITRO*, ТЕТРАПЛОИД

UDC 633.18:631.527.7:581.143.6(571.6)

DOI: 10.24411/1999-6837-2018-13053

Pushko M.V., Cand. Biol. Sci. Associate Professor;
Romashova M.V., Cand. Biol. Sci., Senior Research Worker;
Guchenko S.S., Junior Researcher;
Primorskiy Research Institute of Agriculture
Timiryazevskii settlement, Ussuriisk, Primirskii krai, Russia,
E-mail: ilyushkoiris@mail.ru

TETRAPLOID RICE IN THE ANTHHER CULTURE IN VITRO

Rice Oryza sativa L. is a diploid species with basic chromosome number $2n=24$, which is known to have tetraploid lines $2n=48$. Commercial varieties and hybrids of tetraploid rice have not been bred for sowing today. The aim of the study was to evaluate indicators of productivity androclinium regenerant tetraploid lines of rice, developed in the anther culture *in vitro* of hybrid plants F_2 20×CT(2) (Hejiang 20×CT-3), 35×96(2) (UkrRIC 3435×Ukr96),

and variety Kaskad. Grain content of panicles of R0 regenerants amounted to from 1 to 8 pcs. Among the four lines R1 derived from hybrid 20×KT(2) one line did not come up; the seeds appeared on the two plants, 3-4 seeds per plant. Among the 38 lines, R1 derived from hybrid 35×96 (2) 27 did not come up; the seeds appeared only on one plant in the amount of 3 pieces. After resowing in the next year the panicles were empty. Four lines derived from plants of the Kaskad variety did not come up; five formed the seeds. Productive tilling capacity and length of panicle is similar to the Kaskad variety. Seeds are large (weight of a thousand grains amounted to 39.1-47.8 g). Seed-set rate is low (on average 5,0-11,0 pcs.), the maximum number of grains in panicle amounted to 22 pcs. Variety Kaskad is awnless; all tetraploid lines were with awns: a large part of them in the form of short spines 1-2 mm; some scales (chaff) ended with the awns not more than 10 mm. Subsequent work with anther culture of rice will make it possible to create additional tetraploid lines, which will be included in the breeding work. The assessment of the productive lines of the variety Kaskad is to be continued.

KEY WORDS: ORYZA SATIVA L., ANTHERS CULTURE IN VITRO, TETRAPLOID

Полиплоидия сыграла важнейшую роль в эволюции растений [2], в том числе многих культурных видов [3]. Формы с измененным набором хромосом, главным образом триплоиды и тетраплоиды, результативно используются в селекционном процессе сельскохозяйственных и декоративных растений [3, 7].

Рис *Oryza sativa* L. – это широко распространенный диплоидный вид с основным числом хромосом $2n=24$ [16]. При кратном увеличении пloidности, например, до тетраплоидного уровня $2n=48$, можно было бы ожидать, как в случае с другими культурами, улучшения показателей хозяйственно ценных признаков. Известны немногочисленные искусственно созданные тетраплоидные формы риса *O. sativa* характеризующиеся крупнозерностью, хорошим качеством крупы, но на метелках формируется небольшое число семян [6, 10, 16]. Такая завязываемость семян у тетраплоидного риса связана с низкой фертильностью пыльцы вследствие отклонений от нормального мейотического деления клеток [12]. Однако полиплоидная мейотическая стабильность (polyploidy meiosis stability – PMeS) различается у тетраплоидных линий, что ведет к дифференциации показателей фертильности пыльцы и завязываемости семян [10, 12] от 37 до 80% [11]. Таким образом, отбор тетраплоид-

ных линий по показателям продуктивности, в первую очередь, озерненности метелки, возможен и является перспективным направлением в создании тетраплоидного риса.

Культура пыльников *in vitro* в селекции риса используется для получения линий удвоенных гаплоидов, константных по морфологическим признакам, что позволяет ускорить селекционный процесс. Дополнительно образуются регенеранты риса с гаплоидным, триплоидным, тетраплоидным и пентаплоидным набором хромосом [4, 9], а так же анеуплоиды [1]. Тетраплоиды, наравне с удвоенными гаплоидами, относятся к группе продуктивных регенерантов. Доля тетраплоидных регенерантов риса в культуре пыльников *in vitro* некоторых случаях достигает 6-16% [13, 14, 17], в наших исследованиях 0,9% за счет спонтанного увеличения наборов хромосом [4]. Целью исследования являлась оценка показателей продуктивности тетраплоидных регенерантных линий риса, полученных в культуре пыльников *in vitro*.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования является рис посевной *Oryza sativa* L. подвида *japonica* Kato. Тетраплоидные линии созданы в культуре пыльников *in vitro* гибридных растений F_2 20×KT(2) (Hejiang 20×KT-3), 35×96(2) (УкрНИИС

3435xУкр96) и сорта Каскад, районированного в Приморском крае. Исходные гибриды выращивали на вегетационной площадке в сосудах до периода сбора метелок в 2015 г. Растения сорта Каскад выращивали осенью 2015 г. в климатической камере при температуре 24°C, освещенности 15 тыс. люкс, влажности 60%, фотопериоде 14/10 часов, инокуляцию пыльников проводили в декабре.

Перед введением в культуру *in vitro* пыльники риса подвергали воздействию низких положительных температур 5°C в течение семи дней, помещая метелки в цилиндры с водой. Инокуляцию пыльников проводили на индукционную питательную среду N₆ [8] парами в пробирки диаметром 14 мм.

Пыльники культивировали в темноте при температуре 25-27°C до образования каллуса 1-5 мм. Затем его переносили на среду N₆-рк [5] для вторичной дифференцировки побегов в пробирки диаметром 18 мм. Условия культивирования каллусов в культуральной комнате: освещенность 4 тыс. люкс, температура 22-25°C, фотопериод 16/8 часов. Для укоренения регенерантов использована среда MS с половинным минеральным составом макроэлементов [1], использованы пробирки диаметром 21 мм.

Зеленые регенеранты R₀ с развитой корневой системой высаживали в горшечную культуру и продолжали выращивать в условиях культуральной комнаты до образования семян. По морфологическим признакам все регенеранты разделили на пять групп: гаплоиды (растения

без семян с очень мелкими цветками), удвоенные гаплоиды (растения с семенами), тетраплоиды (растения с очень крупными немногочисленными семенами, выраженным килем и ребристостью на цветочной чешуе), растения без семян (сформировали цветки нормального размера, но не образовали семян на двух и более метелках) и погибшие на ранних этапах роста и развития растения.

Тетраплоидные растения R₁ и R₂ выращивали в сосудах на вегетационной площадке до созревания семян. Проводили биометрическую оценку вызревших метелок. Статистические расчеты (среднее значение признака, стандартное отклонение) проводились с использованием программы Statistica.

Результаты и их обсуждение. Всего было введено в культуру 7174 пыльника от 24 гибридов восьми гибридных комбинаций и 546 пыльников сорта риса Каскад. Только два гибридных и сортовых растения сформировали на каллусе тетраплоидные растения. Число каллусных линий с регенерантами у гибридного растения 20xKT(2) составило 13 шт. (инокулировано 80 пыльников), у гибрида 35x96(2) – 39 шт. (инокулировано 240 пыльников), у сортовых растений – 7 шт. Каллусных линий, на которых сформировались тетраплоидные растения, было значительно меньше: два у гибрида 20xKT(2), восемь у гибрида 35x96(2) и одна у сорта Каскад (табл.1). Формирование тетраплоидов носит случайный характер.

Таблица 1

Регенерация из каллусов в культуре пыльников риса *in vitro*

№ каллуса	Число, шт.						
	Общее число зеленых регенерантов	гаплоидов	удвоенных гаплоидов	тетраплоидов	погибших растений	растений без семян	альбиносов
1	2	3	4	5	6	7	8
20xкт(2)							
413.1.2	25	-	22	2	1	-	5
762.2.1	6	-	-	2	-	4	-
35x96(2)							
107.2.1	6	2	-	1	3	-	4
122.1.2	3	-	-	1	1	1	3
122.2.2	53	15	-	7	15	16	4
132.1.2	7	-	4	1	1	1	-

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
163.2.1	41	1	8	3	8	21	-
182.1.1	66	1	17	18	14	16	6
223.1.1	7	-	1	3	2	1	-
313.1.1	52	33	4	4	10	1	-
Каскад							
255.1.2	30	1	9	12	2	6	-

Ранее нами проведено сравнение морфологической идентификации регенерантов риса, полученных в культуре пыльников *in vitro*, с методом проточной цитометрии, который позволяет более точно по содержанию ядерной ДНК отнести растения к одной из групп регенерантов. Ошибка идентификации по морфологическим признакам составила 4,5%, при этом все тетраплоиды с помощью проточной цитометрии отнесены к тетраплоидам, а три растения, принятых нами за удвоенные гаплоиды, оказались тетраплоидами [4]. Это говорит о довольно высокой точности морфологической идентификации регенерантных растений.

На одной каллусной линии образуются регенеранты нескольких типов (табл. 1), в отдельных случаях сформировались зеленые регенеранты всех типов и альбиносы, например, каллусная линия 182.1.1. В пределах одной каллусной линии происходят геномные изменения от гаплоидного до тетраплоидного уровня.

Озерненность метелок тетраплоидных регенерантов R₀, полученных из гибридных растений, была от 1 до 8 шт., из сортовых растений – от 1 до 6 шт. Снижение семенной продуктивности при повышении уровня плоидности встречается на

многих культурах, и опыт показывает, что потеря фертильности может быть устранена последующим отбором на тетраплоидном уровне [7]. S. Tuetal. придерживается такой же точки зрения в отношении риса [16].

Регенеранты R₁, полученные от гибридных растений, высевали в сосуды на вегетационной площадке в 2016 году. Из четырех тетраплоидных линий от гибрида 20xKT(2) одна линия не взошла, семена образовались на двух растениях - по 3-4 семени. Из 38 линий от гибрида 35x96(2) 27 не взошли, семена образовались только на одном в количестве 3 шт. В 2017 году эти семена были пересеяны, метелки оказались пустозерными.

Тетраплоидные линии, полученные из растений сорта Каскад, высевали на вегетационной площадке в 2017 году. Четыре линии не взошли, на пяти линиях образовались семена. Изначально на них посеяно по 6, 4, 2, 3 и 2 семени, продуктивных оказалось 4, 1, 1, 1 и 1 растения, соответственно. На тетраплоидных линиях образовалось по четыре пыльника в цветках, в норме у диплоидного риса шесть пыльников.

Биометрические показатели метелок приведены в таблице 2.

Таблица 2

Биометрические показатели метелок тетраплоидного риса R₁, полученного в культуре пыльников *in vitro*, из растений сорта Каскад

Номер растения	Число продуктивных побегов, шт.	Длина метелки, см		Пустозерность, %		Число зерен, шт.		Масса зерна, г.		Масса 1000 зерен в пересчете, г.	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	лимиты	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	лимиты	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	лимиты	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	лимиты	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	лимиты
6.1	1	13,0	-	76,6	-	11	-	0,5	-	42,7	-
6.2	1	13,5	-	77,8	-	10	-	0,5	-	46,0	-
6.3	1	14,0	-	81,0	-	8	-	0,4	-	47,5	-
6.4	3	12,5±0,8	11,0–13,5	87,9±6,5	75–95	6,7±4,2	2–15	0,4±0,1	0,1–0,6	42,3±2,6	30,0–45,0
7	3	13,3±1,4	10,5–15,0	80,3±2,1	76–83	9,3±3,0	5–15	0,4±0,1	0,2–0,6	41,5±1,1	40,0–43,7
9	3	14,5±1,3	13,0–17,0	91,3±4,0	84–98	5,0±2,1	1–8	0,2±0,1	0,1–0,4	47,8±1,5	45,0–50,0
14	4	15,1±0,3	14,5–16,0	84,2±2,2	78–87	11,0±2,0	6–16	0,4±0,1	0,3–0,6	40,0±1,0	38,1–41,8
24	8	13,7±0,7	11,0–18,0	89,2±2,3	76–97	6,5±2,4	1–22	0,3±0,1	0,1–0,9	39,1±1,7	30,0–45,0
Каскад	4,2	14–16	-	-	-	-	-	-	-	31,8	-

Примечание. \bar{x} – среднее значение признака; $S\bar{x}$ – стандартная ошибка среднего значения признака

Продуктивная кустистость и длина метелки аналогична сорту Каскад. Семена крупные, превышают по массе исходный сорт на 27%. Завязываемость семян низкая, максимальное число зерен на метелке 22 шт. Таким образом, наши результаты полностью согласуются с литературными данными, касающимися низкой озерненности метелки тетраплоидного риса [6, 10, 16].

Этот признак у тетраплоидного риса связан с низкой фертильностью пыльцы [12]. Отметим, что доля продуктивных регенерантных растений R_1 от гибридов только 12%, а от сорта Каскад 42%, т.е. в первый же год посева на вегетационном участке тетраплоидные растения большей частью либо погибают, либо стерильны, но среди тетраплоидов гибридного происхождения доля таких растений много больше, чем среди тетраплоидов сортового происхождения. Возможно, хромосомные наборы сортовых растений более сбалансированы и менее абберантны в мейозе, чем у гибридных растений, что ведет к различной завязываемости семян. Некоторые авторы считают [16], что именно среди тетраплоидных гибридов имеются перспективные линии, которые могут стать основоположниками коммерческих линий, поскольку по отдельным показателям продуктивности демонстрируют гетерозисный эффект. В данной работе вначале получили тетраплоиды, а потом их скрестили между собой и оценили [16]. В нашем исследовании наоборот, вначале скрестили, потом методом культуры пыльников *in vitro* получили тетраплоидные формы.

Тетраплоиды от сорта Каскад получены все на одной каллусной линии (табл.1). Теоретически их можно считать клонально размноженным потомством, но наличие геномных изменений в пределах одной каллусной линии допускает и наличие генетической вариабельности среди продуктивных (удвоенные гаплоиды и тетраплоиды) и стерильных регенерантов (гаплоиды, бессемянные расте-

ния). Тетраплоиды не отличаются выровненностью биометрических показателей (табл. 2). Примечательно, что различия в элементах продуктивности были обнаружены среди гибридных тетраплоидов, полученных с разных метелок одного растения, среди различных растений в пределах одной линии, среди различных генераций в пределах одной линии [16].

Для тетраплоидного риса характерна остистость, даже если исходная линия была полностью безостой [15, 16]. На одном и том же растении ости могут быть разной длины в зависимости от исходной гибридной формы, от которой получен тетраплоид [15]. Сорт Каскад является безостым, тетраплоидные линии все были с остями: большая их часть в виде коротких шипиков 1-2 мм, отдельные цветочные чешуи заканчивались остями не более 10 мм (рисунок). Ости разной длины на одном растении характерны для отдельных разновидностей диплоидного риса *O. sativa*. Считаем, что для коммерческих целей ости тетраплоидного риса такого размера не станут ограничением. Для китайских исследователей значительная остистость тетраплоидных форм является одной из проблем в промышленном использовании риса, хотя они смогли повысить фертильность отдельных линий и озерненность метелки более чем на 70% [15].

На сегодняшний день не известны коммерческие сорта и линии тетраплоидного риса. Немногочисленные исследователи тетраплоидов этой культуры едины во мнении, что здесь есть перспективы. Путем гибридизации и отбора удалось добиться определенных успехов, в частности повысить озерненность метелки [11, 16], определены цитогенетические факторы, отвечающие за фертильность пыльцы [12]. В нашей работе возникновение тетраплоидных линий риса является побочным незапланированным, хотя и прогнозируемым, явлением. Их наличие открывает возможности для работы в новом направлении. Как и в любой другой

селекционной работе по созданию исходного материала (гибридов, мутантов, соматоклонов, удвоенных гаплоидов или прочего) важен большой объем прорабатываемого материала, из которого ведется от-

бор. Опыт исследований на других культурах, показывает, что положительных результатов с тетраплоидами можно добиться при работе с большим числом генетически различающихся растений [7].



Рис. Семена риса: а – сорт Каскад; б – тетраплоидная форма риса, полученная в культуре пыльников *in vitro* (растение №14)

Последующая работа с культурой пыльников риса позволит получить дополнительно тетраплоидные линии, которые будут включены в селекционную работу. Кроме того, продолжится оценка продуктивных линий от сорта Каскад.

Выводы

1. В культуре пыльников *in vitro* дальневосточных гибридов и сорта риса Каскад в качестве побочного селекционного материала получены тетраплоидные линии;

2. Формирование тетраплоидных линий носит случайный характер: из 24 гибридных растений риса восьми гибридных комбинаций получено 10 каллусных

линий с тетраплоидами на двух гибридных растениях и одна каллусная линия на сорте Каскад;

3. Наряду с тетраплоидами на каллусной линии формируются регенеранты с иными наборами хромосом (гаплоиды, удвоенные гаплоиды и др.);

4. Тетраплоидные регенеранты риса R_0 (34 из гибридных растений и 12 из сорта Каскад) имели низкую озерненность метелки - от 1 до 8 шт.;

5. Три регенеранта R_1 от гибридов сформировали семена в количестве 3-4 шт, которые в поколении R_2 оказались стерильны;

6. Пять регенерантов R_0 от сорта Каскад образовали малочисленные семена:

число зерен на метелке в среднем от пяти до одиннадцати шт., максимальное значение 22 шт., масса тысячи зерен в среднем 39,1- 47,8 г.

7. Семена тетраплоидного риса, полученного от безостого сорта Каскад, имели короткие ости 1-10 мм, что является характерным для тетраплоидов.

Библиографический список

- 1 Гончарова, Ю.К. Использование метода культуры пыльников в селекции риса / Ю.К. Гончарова. – Краснодар: ВНИИ риса, 2012. – 91 с.
- 2 Грант, В. Видообразование у растений / В. Грант; Пер. с англ. – Москва: Мир, 1984. – 528 с.
- 3 Жученко, А.А. Адаптивная селекция растений (эколого-генетические основы): монография : в 2-х т. – Москва: Изд-во РУДН, 2001. Том II. – 708 с.
4. Илюшко, М.В. СОДЕРЖАНИЕ ЯДЕРНОЙ ДНК У РЕГЕНЕРАНТОВ РИСА (*Oryza sativa* L.), ПОЛУЧЕННЫХ В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ *in vitro* / М.В. Илюшко, М.В. Скапцов, М.В. Ромашова // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т.53, №3. – С.531-538.
5. Илюшко, М.В. Сравнительный анализ питательных сред для регенерации растений риса из каллуса в культуре пыльников *in vitro* / М.В. Илюшко // Известия ТСХА. – 2017. – Вып. 2. – С. 126-133.
6. Краснова, Е.В. Полиморфизм коллекционного материала риса / Е.В. Краснова, П.И. Костылев, А.А. Редькин // Таврический вестник аграрной науки. – 2015. – № 2(4). – С. 23-31.
7. Хафетов, Э.Б. Автополиплоидия – как эффективный механизм в селекции сельскохозяйственных растений / Э.Б. Хафетов, В.С. Щербак // Международные научные исследования. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 281-284.
8. Chu, C. The N₆ medium and its applications to anther culture of cereal crops / C. Chu // Proceedings of the Symposium on Plant Tissue Culture. – Peking : Science Press, 1978. – P. 43-50.
9. D'Amato, F. Cytogenetics of plant cell and tissue cultures and their regenerates / F. D'Amato // Critical Reviews in Plants Sciences. – 1985. – Vol. 3, № 1. – P. 73-112.
10. He, Y. Genome duplication effects on pollen development and the interrelated physiological substances in tetraploid rice with polyploidy meiosis stability / Y. He, Q. Wei, J. Ge [et al.] // Planta. – 2010. – Vol. 232. – P. 1219-1228.
11. He, Y. Using a polyploidy meiosis stability (PMeS) line as a parent improves embryo development and the seed set rate of a tetraploid rice hybrid / Y. He, J. Ge, Q. Wei [et al.] // Canadian Journal of Plant Sciences. – 2011. – Vol. 91. – P. 325-335.
12. Luan, L. A comparative cytogenetic study of the rice (*Oryza sativa* L.) auto tetraploid restorers and hybrids / L. Luan, X. Wang, W.B. Long [et al.] // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 9. – С. 1225-1233.
13. Mishra, R. Development and characterization of elite doubled haploid lines from two Indica rice hybrids / R. Mishra, G.J.N. Rao, R.N. Rao [et al.] // Rice Science. – 2015. – Vol. 22, № 6. – P. 290-299.
14. Rout, P. Doubled haploids generated through anther culture from an elite long duration rice hybrid, CRHR32: method optimization and molecular characterization / P. Rout, N. Naik, U. Ngangkham [et al.] // Plant Biotechnology. – 2016. – Vol. 33. – P. 177-186.
15. Song, Z.-J. Studies on awns in polyploidy rice (*Oryza sativa* L.) and preliminary cross experiments of a special awn low tetraploid rice / Z.-J.Song, C.-Q.Du, X.-H. Zhang [et al.] // Genet. Resour. Crop.Evol. – 2014. – Vol. 61, № 4. – P.797-807.
16. Tu, S. Production and heterosis analysis of rice auto tetraploid hybrids / S. Tu, L. Luan, Y. Liu [et al.] // Crop Science. – 2007. – Vol. 47. – P. 2356-2363.
17. Yamamoto, T. A study of somaclonal variation for rice improvement induced by three kinds of anther-derived cell culture techniques / T. Yamamoto, Y. Soeda, A. Nishikawa, H. Hirohara // Plant Tissue Culture Letters. – 1994. – Vol. 11, № 2. – P. 116-121.

Reference

- 1 Goncharova, Ju.K. Ispol'zovanie metoda kul'tury pyl'nikov v selekcii risa (Anthers Culture Method in Rice Breeding), Krasnodar, VNII risa, 2012, 91 p.
- 2 Grant, V. Vidoobrazovanie u rastenij (Plants Speciation), V. Grant, Per. s angl., Moskva, Mir, 1984, 528 p.
- 3 Zhuchenko, A.A. Adaptivnaja selekcija rastenij (jekologo-geneticheskie osnovy): monografija (Adaptive Plant Breeding (Ecologic and Genetic Bases) :monograph), v 2-h t., Moskva, Izd-vo RUDN, 2001, Tom II, 708 p.
4. Iljushko, M.V., Skapcov, M.V., Romashova, M.V. SODERZHANIE JA DERNYH DNK U REGENERANTOV RISA (*Oryza sativa* L.), POLUCHENNYH V KUL'TURE PYL'NIKOV *in vitro* (Content of Nuclear DNA in Rice Regenerants Obtained in Anthers Culture *In vitro*), *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2018, T.53, No 3, PP.531-538.
5. Iljushko, M.V. Sravnitel'nyj analiz pitatel'nyh sred dlja regeneracii rastenij risa iz kallusa v kul'ture pyl'nikov *in vitro* (Comparative Analysis of Nutrient Media for Rice Regeneration from Callus in Anther Culture *In vitro*), *Izvestija TSHA*, 2017, Vyp. 2, PP. 126-133.

6. Krasnova, E.V., Kostylev, P. I., Red'kin, A.A. Polimorfizm kollekcionnogo materiala risa (Polymorphism of Collection Material of Rice), *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki*, 2015, No 2(4), PP. 23-31.
7. Hafetov, Je.B., Shherbak, V.S. Avtopoliploidija – kak jeffektivnyj mehanizm v selekcii sel'skhozajstvennyh rastenij (Autopoliploidy - as an Effective Method in Agricultural Plant Breeding), *Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya*, 2016, T. 8, No 3, PP. 281-284.
8. Chu, C. The N₆ medium and its applications to anther culture of cereal crops / C. Chu // Proceedings of the Symposium on Plant Tissue Culture, Peking : Science Press, 1978, PP. 43-50.
9. D`Amato, F. Cytogenetics of plant cell and tissue cultures and their regenerates, F. D`Amato, *Critical Reviews in Plants Sciences*, 1985, Vol. 3, No 1, PP. 73-112.
10. He, Y. Genome duplication effects on pollen development and the interrelated physiological substances in tetraploid rice with polyploidy meiosis stability, Y. He, Q. Wei, J. Ge [et al.], *Planta*, 2010, Vol. 232, PP. 1219-1228.
11. He, Y. Using a polyploidy meiosis stability (PMeS) line as a parent improves embryo development and the seed set rate of a tetraploid rice hybrid, Y. He, J. Ge, Q. Wei [et al.], *Canadian Journal of Plant Sciences*, 2011, Vol. 91, PP. 325-335.
12. Luan, L. A comparative cytogenetic study of the rice (*Oryza sativa* L.) auto tetraploid restorers and hybrids, L. Luan, X. Wang, W.B. Long [et al.], *Генетика*, 2009, T. 45, No 9, PP. 1225-1233.
13. Mishra, R. Development and characterization of elite doubled haploid lines from two Indica rice hybrids, R. Mishra, G.J.N. Rao, R.N. Rao [et al.], *Rice Science*, 2015, Vol. 22, No 6, PP. 290-299.
14. Rout, P. Doubled haploids generated through anther culture from an elite long duration rice hybrid, CRHR32: method optimization and molecular characterization , P. Rout, N. Naik, U. Ngangkham [et al.], *Plant Biotechnology*, 2016, Vol. 33, PP. 177-186.
15. Song, Z.-J. Studies on awns in polyploidy rice (*Oryza sativa* L.) and preliminary cross experiments of a special awn low tetraploid rice, Z.-J.Song, C.-Q.Du, X.-H. Zhang [et al.], *Genet. Resour. Crop.Evol.*, 2014, Vol. 61, No 4, P.797-807.
16. Tu, S. Production and heterosis analysis of rice auto tetraploid hybrids / S. Tu, L. Luan, Y. Liu [et al.], *Crop Science*, 2007, Vol. 47, PP. 2356-2363.
17. Yamamoto, T. A study of somaclonal variation for rice improvement induced by three kinds of anther-derived cell culture techniques , T. Yamamoto, Y. Soeda, A. Nishikawa, H. Hirohara, *Plant Tissue Culture Letters*, 1994, Vol. 11, No 2, PP. 116-121.

УДК 635.21.6:631.5(571.6)
ГРНТИ 68.35.49; 68.29.19

DOI: 10.24411/1999-6837-2018-13054

Киселев Е.П., д-р с.-х. нау, академик РАН

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
с. Восточное, Хабаровский р-н, Хабаровский край, Россия,
E-mai::info@dvniih.ru

СОЗДАНИЕ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ШИРОКОРЯДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

© Киселев Е.П., 2018

Территория Дальнего Востока составляет 36% России, побережье прилегает к Тихому океану от Крайнего Севера (Чукотка) до Желтого моря, которое омывает берега Приморья. Основные сельхозугодья, в т.ч. и пашины, расположены в Приморье и Приамурье. Именно здесь больше всего проявляют себя мощные циклоны и тайфуны. Возделывание сельскохозяйственных культур в таких агроклиматических условиях возможно только с учетом выращивания культур на гребнях и грядах. Для таких условий нужны и особенные сорта, устойчивые к переувлажнению, болезням и вредителям. Муссонный климат Дальневосточного региона уже на первых этапах переселения крестьян из европейской территории России поставил задачу – не