

DOI 10.12737/7746

УДК: 633.12:631.524.84

**ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ
FAGOPYRUM ESCULENTUM MOENCH В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Кадырова Л.Р., Кадырова Ф.З.

Аннотация. Задачей исследований послужило изучение эмбриологических особенностей и семенной продуктивности отдельных сортов *Fagopyrum esculentum* Moench в условиях умеренно континентального климата Республики Татарстан. У изученных сортов выявлены разнообразные нарушения хода эмбриологических процессов. Фертильность пыльцы составила в среднем 80,0 %. Показана высокая индивидуальная и межсортовая изменчивость потенциальной семенной продуктивности и коэффициента продуктивности, а также их зависимость от погодных условий. Выявлен низкий коэффициент продуктивности. Предложены косвенные методы оценки коэффициента продуктивности (по величине озерненности соцветий и хозяйственному коэффициенту), позволяющие значительно сократить время определения данного параметра. Предложенные методы могут быть использованы для отбора высокопродуктивных форм.

Ключевые слова: гречиха посевная, эмбриологические процессы, семенная продуктивность.

Введение. Низкая и нестабильная урожайность гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench является основным сдерживающим фактором, мешающим широкому распространению этой ценной культуры. Вопреки значительным успехам селекции [1], генетический потенциал продуктивности создаваемых сортов реализуется на низком уровне. Поэтому различные аспекты репродуктивной биологии, проливающие свет на причины низкой семенной продуктивности гречихи, по-прежнему остаются актуальными.

Эмбриология гречихи посевной достаточно подробно изучена. Формирование мужской и женской генеративной сферы цветка, опыление, оплодотворение, эмбриогенез и эндоспермогенез гречихи описаны в ряде работ [2, 3, 4 и др.]. Показано, что на ход эмбриологических процессов оказывают влияние условия внешней среды. Данные по потенциальной семенной продуктивности гречихи посевной отрывочны. В связи с чем целью наших исследований стало изучение эмбриологических особенностей и семенной продуктивности отдельных сортов диплоидной гречихи в условиях умеренно континентального климата Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы исследования. Исследования проводились в период с 2001 по 2009 годы. Материал отбирали в питомнике конкурсного сортоиспытания на селекционном севообороте ТатНИИСХ (Лаишевский муниципальный район Республики Татарстан). Исследовали сорта селекции Татарского НИИСХ: Каракитянка, Саулык, Черемшанка, Батыр, Никольская, перспективный образец ТВС, ряд сортов инорайонной

селекции: первый селекционный сорт Богатырь селекции Шатиловской СХОС, СИР 3 Сибирского НИИРС, Черноплодная – Белорусского НИИЗ, Чишминская – селекции Башкирского НИИСХ, Молва и Деметра селекции ВНИИЗБК. Для изучения семенной продуктивности [5] в фазе уборочной спелости отбирались растения с пробных площадок общей площадью 0,5 м². Подсчет раскрывшихся цветков производили при помощи микроскопа МБС-1. Изготовление постоянных препаратов эмбриологических структур проводили по общепринятой методике [6], препараты изучали с помощью микроскопа МБИ-3. Фертильность пыльцы определяли йодным методом [6] в полевых условиях при помощи микроскопа МБД-2,5. Обработка полученных данных проводилась методами математической статистики [7,8].

Анализ и обсуждение результатов исследования. Изучение семенной продуктивности сортов гречихи, различающихся по продолжительности вегетационного периода, показало высокую индивидуальную изменчивость потенциальной семенной продуктивности. Так, у сорта Никольская в 2008 г. количество семян на растении колебалось от 163 до 5541 штук. Коэффициент вариации по данному признаку составил у разных сортов от 63,6 до 102,8%. Потенциальная семенная продуктивность сильно подвержена средовому влиянию. В благоприятном по гидротермическим условиям вегетации 2008 году у сорта Никольская насчитывалось в среднем 968,6 цветков на растении, а в более засушливых условиях 2009 года – лишь 386,8 цветков (табл. 1). Сорта также различаются по величине потенциаль-

Таблица 1. Семенная продуктивность сортов гречихи, 2008-2009 гг.

Сорт	Год	$\bar{x} \pm s_x$, признака		Коэффициент продуктивности, %
		Потенциальная семенная продуктивность	Реальная семенная продуктивность	
Черемшанка	2008	1142,1±187,6	83,4±21,9	7,3
Батыр	2008	992,9±161,0	54,7±7,0	5,5
Никольская	2008	968,6±161,0	79,5±12,5	8,2
	2009	386,8±87,9	17,1±8,7	4,4

ной семенной продуктивности. Максимальное среднее значение признака отмечено у сорта Черемшанка.

У изученных сортов гречихи пыльник четырехгнездный, его стенка развивается по типу однодольных. В гнезде пыльника насчитывается в среднем 8-10, до 16 микроспороцитов. Цитокинез при микроспорогенезе симультанный, зрелое пыльцевое зерно трехклеточное.

Завязь одногнездная, содержит единственную ортотропную, битегмальную, крассиноцеллярную семязпочку. Тип мегаспорогенеза моноспориический, зародышевый мешок развивается по *Polygonum*-типу.

Зародыш развивается по *Asterad*-типу. Эндосперм на ранних стадиях развития – нуклеарный.

Кроме нормального хода эмбриологических процессов нами было обнаружено значительное количество нарушений в ходе микроспоро- и микрогаметогенеза.

Обнаружены многочисленные случаи приостановки нормального развития спорогенной ткани еще до начала микроспорогенеза, иногда сопровождающиеся разрушением клеток стенки пыльника. Данное нарушение встречается у всех сортов, особенно часто у Черноплодной и ТВС.

Практически у всех изученных сортов, кроме СИР 3 и Деметры, было обнаружено явление цитомиксиса, возникающее при делении клеток спорогенной ткани (рис. 1.1.). Данное нарушение приводит к дегенерации части или всех микроспороцитов в гнезде пыльника, часто во всех гнездах тычинки или даже во всех тычинках цветка. Иногда сгустки хроматина, разделенные клеточными стенками, бывают соединены между собой хроматиновыми мостиками. Цитомиксис обнаруживается чаще всего в парциальных соцветиях, расположенных в основании тирса. Значительная частота данного нарушения зафиксирована у сортов Черноплодная, Чишминская, Саулык и ТВС.

У изученных сортов наблюдали нарушения в ходе мейоза. Они были зафиксированы как в первом, так и во втором делении мейоза, как

следствие были обнаружены неполные тетрады микроспор и микроядра, хроматиновые мосты, тетрады с неравными микроспорами, пентады, гексады и, особенно часто, октады микроспор (рис. 1.2.). Нарушения в процессе мейоза были зафиксированы у СИР 3, Чишминской, часто у Черноплодной, Саулык и ТВС. В результате нарушения образуются пыльцевые зерна разных размеров (рис. 1.3.) с разным, неравным гаплоидному, набором хромосом в ядрах – такая пыльца частично или полностью стерильна. Мелкая или, наоборот, гигантская пыльца была обнаружена у всех изученных сортов.

Были зафиксированы случаи нарушения функции тапетума, приводящие к образованию дефектной пыльцы. В этом случае наблюдается преждевременное отмирание клеток тапетума, в результате пыльцевая оболочка нормально развиваться не может, происходит слипание пыльцы в гнезде пыльника.

В среднем фертильность пыльцы у изученных сортов составила 80 %. Повышенной фертильностью пыльцевых зерен выделились сорта Каракитянка и Деметра. Ранее на опыте также было показано, что у гречихи в условиях засухи происходят глубокие патологические изменения при формировании микроспор и значительное снижение фертильности [9].

В женской репродуктивной сфере гречихи также обнаружены нарушения хода эмбриологических процессов:

В профазе I около мегаспороцита со стороны халазы обнаруживаются разрушающиеся клетки нуцеллярной ткани. В результате материнская клетка мегаспор также разрушается.

Обнаружен также случай приостановки развития на этапе формирования женского гаметофита у сорта Каракитянка, что может приводить к разрушению семязпочки еще до образования зародышевого мешка.

Были также обнаружены гипертрофированные зародышевые мешки после завершения цветения цветка, образующиеся в результате отсутствия оплодотворения.

Установлена остановка развития на различных стадиях формирования зародыша и эндос-

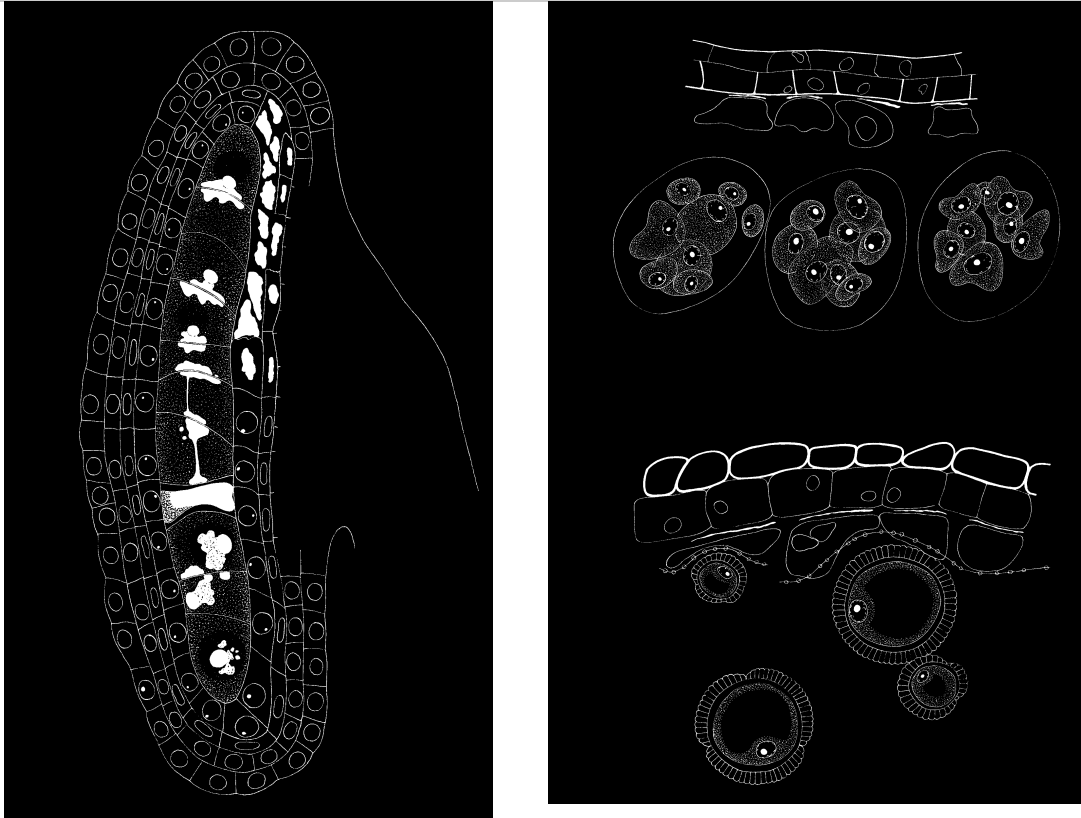


Рисунок 1. Нарушения в микроспорогенезе (увел. 338).

1.1. – цитомиксис, 1.2. – октады микроспор, 1.3. – различная по размерам пыльца гречихи.

перма. Так, у морфотипа ТВС зафиксирован случай приостановки развития 8-клеточного зародыша. В других случаях наблюдалось разрушение уже крупных зародышей с вполне развитыми семядолями. Во всех случаях первопричиной становилось прекращение развития эндосперма, влекущее за собой гибель и разрушение зародыша.

У всех сортов обнаружены многочисленные случаи дегенерации всех цветков в соцветии. На продольных срезах через соцветие видно, что наиболее сильному разрушению подвержены первые в парциальных соцветиях цветки. Чаще всего дегенерация соцветий обнаруживалась у сорта Деметра.

В результате всех перечисленных нарушений коэффициент продуктивности колебался от 4,4 до 8,2 %. Т.е. только 4,4-8,2 % распустившихся цветков реализовались в полноценные выполненные семена. Максимальное значение признака было отмечено у сорта Никольская, оно составило 21,1 %. Коэффициент продуктивности также демонстрировал высокую индивидуальную изменчивость. Наличие изменчивости по коэффициенту продуктивности говорит о возможности отбора в популяциях более озерненных форм.

Мы обнаружили, что вне зависимости от принадлежности сорта к тому или иному морфотипу коэффициент продуктивности у них достоверно коррелирует с озерненностью соцветий, а также с хозяйственным коэффициентом. Выявленные достоверные корреляции коэффициента продуктивности с другими расчетными критериями (озерненностью соцветий и хозяйственным коэффициентом) позволяют осуществлять оценку данного признака косвенными методами и, таким образом, существенно экономить время. Озерненность соцветий как критерий отбора успешно применяется в Татарском НИИСХ при создании высокопродуктивных сортов гречихи.

Выводы. Изучение эмбриологических особенностей у гречихи посевной в условиях Республики Татарстан показало многочисленные нарушения в процессах микро- и мегаспорогенеза, мегагаметогенеза, а также эмбриогенеза и эндоспермогенеза. Выявлены случаи дегенерации цветков. Фертильность пыльцы составила в среднем 80 %. У ряда сортов определены потенциальная и реальная семенная продуктивность и их изменчивость. Коэффициент продуктивности характеризуется низкими значениями. Предложены косвенные методы оценки коэффициента продуктивности у гре-

Литература

1. Romanenko G.A. 30 years of International Buckwheat Research Association (IBRA) – marks and tendencies // «Advances in buckwheat research» Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. July 19-23, 2010, Orel, Russia. Orel, 2010. P. 13-15.
2. Марьяхина И.Я., Микулович Т.П., Балева С.В. Цитоэмбриологическая характеристика этапов органогенеза гречихи в связи с гетеростилией // Морфогенез растений. М.: Изд-во МГУ, 1961. Т.1. С. 301-304.
3. Паушева З.П. Цитологические и эмбриологические особенности гречихи // Генетика цветка и проблема совместимости у гречихи. М.: Наука, 1988. С. 53-66.
4. Kadirova L., Sytnikov A. Reproductive biology of buckwheat // «Advances in buckwheat research» Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. July 19-23, 2010, Orel, Russia, – Orel, 2010. – P. 331-339.
5. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. / Под ред. Т.Б. Батыгиной. - С.-Петербург: Мир и семья, 2000. Т.3. 640 с.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
8. Пакет программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS. Версия-2.08. Тверь, 1999.
9. Низовцева Р.В. Микроспорогенез и гречихи при недостатке воды в почве // 22 Герценовские чтения. Естественные (мат. Межвузовской конференции). Л., 1970. С. 32-35.

Сведения об авторах:

Кадырова Луиза Равилевна – кандидат биологических наук

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) государственный университет», г. Казань, Россия

Кадырова Фануся Загитовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: fanusa51@rambler.ru

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

REPRODUCTIVE BIOLOGY FEATURES OF *FAGOPYRUM ESCULENTUM MOENCH* IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

L.R. Kadyrova, F.Z. Kadyrova

Abstract. The task of research is the study of embryological characteristics and seed production of certain varieties of *Fagopyrum esculentum Moench* in a moderate continental climate of the Republic of Tatarstan. All kinds of violations of embryological processes were revealed at the studied varieties. The pollen fertility was averaged 80.0%. The high individual variability and intervarietal potential seed production and productivity factor were displayed, as well as their dependence on weather conditions. A low coefficient of efficiency was revealed. The authors proposed indirect methods for estimating the productivity index (according to the granulation size of inflorescences and to the economic factor), which let significantly to reduce the determination time of this parameter. The proposed methods can be used for the selection of high productive forms.

Key words: buckwheat, embryological processes, seed productivity.

References

1. Romanenko G.A. 30 years of International Buckwheat Research Association (IBRA) – marks and tendencies // «Advances in buckwheat research». Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. July 19-23, 2010, Orel, Russia. Orel, 2010. P. 13-15.
2. Maryakhina I.Ya., Mikulovich T.P., Baleva S.V. Cytoembryological characteristic of buckwheat organogenesis stages in connection with heterostyle. [Tsitoembriologicheskaya kharakteristika etapov organogeneza grechikhi v svyazi s geterostiliyey]. // *Morfogenez rasteniy. - Plant morphogenesis*. M.: Izd-vo MGU, 1961. Vol. 1. P. 301-304.
3. Pausheva Z.P. *Tsitologicheskie i embriologicheskie osobennosti grechikhi*. // *Genetika tsvetka i problema sovmestimosti u grechikhi*. [Cytological and embryological features of buckwheat. // Genetics and compatibility problem of buckwheat]. M.: Nauka, 1988. P. 53-66.
4. Kadirova L., Sytnikov A. Reproductive biology of buckwheat. // «Advances in buckwheat research». Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. July 19-23, 2010, Orel, Russia, – Orel, 2010. – P. 331-339.
5. *Embriologiya tsvetkovykh rasteniy. Terminologiya i kontseptsii*. [Flowering plants embryology. Terminology and concepts]. / Editorship T.B. Batyginoy. - S.-Peterburg: Mir i semya, 2000. Vol. 3. P. 640.
6. Pausheva Z.P. *Praktikum po tsitologii rasteniy*. [Workshop on plants cytology]. M.: Agropromizdat, 1988. P. 271.
7. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Field experience technique]. M.: Kolos, 1985. P. 336.
8. *Paket programm statisticheskogo i biometriko-geneticheskogo analiza v rastenievodstve i seleksii AGROS*. (Software package on statistical and biometric and genetic analysis in plant breeding and AGROS). Version-2.08. Tver, 1999.
9. Nizovtseva R.V. *Mikrosporigenez u grechikhi pri nedostatke vody v pochve*. // 22 *Gertsenovskie chteniya. Estestvoznaniye (mat. Mezhevuzovskoy konferentsii)*. (Microsporigenesis of buckwheat at water scarcity in the soil. // 22nd Gertsenov reading. Natural science (Proceedings of Interuniversity Conference)). L., 1970. P. 32-35.

Authors:

Kadyrova Luiza Ravilevna – PhD of Biology

Kazan (Volga) State University, Kazan, Russia

Kadyrova Fanusya Zagitovna – Doctor of Agriculture, professor, e-mail: fanusa51@rambler.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia