УДК 631.52:633.853.494

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–3–183–51–57

Влияние температуры и влажности воздуха на жизнеспособность пыльцы рапса озимого

Д.В. Старикова,
науч. сотрудник
Ю.Д. Сырова,
мл. науч. сотрудник
Л.А. Горлова,
зав. отделом, канд. биол. наук

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 275-79-10
E-mail: raps@vniimk.ru

Для цитирования: Старикова Д.В., Сырова Ю.Д., Горлова Л.А. Влияние температуры и влажности воздуха на жизнеспособность пыльцы рапса озимого // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 51–57.

Ключевые слова: рапс озимый, пыльца, жизнеспособность, температура, влажность, сорт, гибрид.

Условия окружающей среды оказывают прямое влияние на формирование и функционирование генеративных органов растений. Параметры, характеризующие жизнеспособность пыльцевых зерен, тесно связаны с погодными условиями, а именно с температурой и влажностью воздуха. Очень часто фаза начала цветения у рапса озимого (конец марта – начало апреля) попадает в неблагоприятные условия. В статье представлены результаты изучения влияния основных погодных факторов (заморозки, низкая влажность) на прорастание пыльцевых зерен сортов Лорис, Сармат и гибридов 40059 × Jesper 16–132 и 40008 × INRA озимого рапса селекции ФНЦ ВНИИМК в апреле 2020 г. Жизнеспособность пыльцы определяли методом Б. А. Транковского путем подсчета количества проросших пыльцевых зерен на искусственной питательной среде, вычисляя процент проросших пыльцевых зерен по отношению к общему их числу. Определена оптимальная концентрация раствора сахарозы (20 %) питательной среды для прорастивания пыльцы сортов и гибри-

дов рапса озимого. Исследования показали, что пониженные температуры воздуха от -0,5 до -1,9 °C в сочетании с влажностью воздуха от 39 до 86 % во время начала цветения культуры оказывают негативное действие на прорастание пыльцевых зерен. Жизнеспособность пыльцы сортов Лорис и Сармат составила в среднем 47 и 37 % соответственно. Пыльцевые зерна гибридов (F1 40059 × Jesper 16-132 и F1 40008 × INRA) обладали меньшей жизнеспособностью – 38 и 21 % соответственно, что говорит о более высокой чувствительности тканей репродуктивных органов к низким температурам и низкой влажности.

UDC 631.52:633.853.494

Impact of temperature and air moisture on pollen viability

D.V. Starikova, researcher
Yu.D. Syrova, junior researcher
L.A. Gorlova, PhD in agriculture, head of the department

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Тел.: (861) 275-79-10
E-mail: raps@vniimk.ru

Key words: winter rapeseed, pollen, viability, temperature, moisture, variety, hybrid.

The environments have a direct impact on formation and functioning of the generative organs in plants. Parameters characterizing viability of pollen grains are closely linked with weather conditions, especially temperature and air moisture. Very often a phase of a beginning of flowering of winter rapeseed (end of March – beginning of April) lasts in unfavourable conditions. In April 2020, we studied influence of the main weather factors (frosts, low moisture) on germination of pollen grains of the varieties Loris, Sarmat and hybrids 40059 × Jesper 16–132 and 40008 × INRA of winter rapeseed bred in VNIIMK. Pollen viability was determined by B.A. Trankovsky's method, accounting amount of germinating pollen grains on the artificial nutrient medium, calculating a percentage of germinating pollen grains to their total quantity. We determined optimal concentration of sucrose solution (20%) in a nutrient medium for germination of pollen of winter rapeseed varieties and hybrids. Due to our results, lowered air temperatures (from -0.5 to -1.9 °C) combined with air moisture from 39 to 86% in a period of beginning of crop flowering negatively influenced on germination of pollen grains. Viability of pollen of the varieties Loris and Sarmat was in average 47 and 37%, respectively. Pollen grains of the hybrids (F1 40059 ×

Jesper 16-132 and F1 40008 × INRA) had less viability – 38 and 21%, respectively, this certifies higher susceptibility of tissues of the reproductive organs to low temperature and moisture.

Введение. Рапс (*Brassica napus* L.) – вторая по значимости масличная культура в мире, используется в основном для питания человека и как биодизельное топливо, также она ценится за высокие кормовые достоинства зеленой массы и получаемых после извлечения из семян масла высокобелковых жмыхов и шротов [2; 4]. Данная культура является факультативным самоопылителем. Степень самоопыления, по материалам большинства исследователей, может достигать 60–90 %, а уровень перекрестного опыления от 10 до 100 %. Перекрестное опыление у рапса осуществляется в основном энтомофильно, его охотно посещают пчелы, осы, шмели. Также пыльца может переноситься и анемофильно [6].

Цветение рапса озимого начинается утром (с 8 ч) и продолжается до 18–20 ч в зависимости от метеоусловий. При влажной прохладной погоде цветок может распускаться, но пыльники не вскрываются, что увеличивает длительность цветения. Наибольшая способность прорастания пыльцевых зерен на рыльцах пестика отмечается в первые три дня, а через 6 суток завязываемость семян уже уменьшается в 6,5 раз [12].

По данным Г.М. Осиповой, зрелая пыльца рапса – двухъядерная, состоит из вегетативного и генеративного ядер. При прорастании пыльцевого зерна происходит деление генеративного ядра и образование двух спермиев. Пыльцевая трубка достигает зародышевого мешка за 20–30 мин, слияние гамет продолжается 2–3 ч [6].

Пыльцевые зерна ярового рапса, возделываемого в Сибирском регионе, – желтые, удлиненно-эллиптические, размером 16,2–18,9 × 35,1–36,8 мкм [6]. Изучение морфологических характеристик пыльцы желтосемянного и сизосемянного ярового рапса в условиях Краснодарского

края показало, что зрелые пыльцевые зерна имеют желтую окраску, овально-эллиптическую или удлиненно-эллиптическую форму, пористую, сетчатообразную поверхность, а их размеры составляли 27,6–29,8 × 38,2–41,5 мкм [11]. Внешний вид пыльцевого зерна под электронным микроскопом при разном увеличении представлен на рисунке 1 [15; 16].

а

б

Рисунок 1 – Внешний вид пыльцевого зерна под электронным микроскопом: а – при 400-кратном увеличении [15]; б – при 200-кратном увеличении [16]

Зрелые пыльцевые зерна – трехпоровые, трёхклеточные. Содержат в своем составе крахмал, жир, флавоноиды и обладают поверхностным покрытием, состоящим из каротиноидов, растворенных в жирах. Спермии имеют телофатические ядра веретеновидной формы [6].

Известно, что общее количество пыльцевых зерен, образуемых одним цветком

рапса, составляет 30–36 тыс. шт., а завязь цветка в среднем содержит 30 семян [4]. Предположительно на каждую семяпочку рапса приходится около одной тысячи пыльцевых зерен. По мнению С.Ю. Кравцова, потенциальная продуктивность завязи зависит от погодных условий и различна по годам.

Важнейшим фактором, обеспечивающим нормальное оплодотворение и качество завязавшихся семян, является жизнеспособность пыльцы [10]. Она снижается у растений, пострадавших от засухи, обезвоживания, теплового стресса, заморозков и УФ-излучения [14]. Морфологические изменения пыльцевых зёрен зависят и от воздействия таких факторов, как пожары, радиация, повышенная концентрация тяжёлых металлов и пестицидов, прежде всего гербицидов [3]. Осипова Г.М. утверждает, что жизнеспособность пыльцы рапса высокая. В стерильных условиях и при пониженной температуре ее можно хранить в течение года. При комнатной температуре пыльца может храниться 2–3 недели, но спустя 3–4 дня степень завязываемости семян снижается [6].

Температура и влажность являются одними из лимитирующих факторов, действующих на разных этапах развития растений и обуславливающих снижение урожайности любых сельскохозяйственных культур, в том числе и рапса. В период бутонизации, цветения, плодообразования, воздействие как высоких, так и низких температур, снижает фертильность пыльцы, завязываемость стручков, что приводит к существенному уменьшению урожайности [8].

В практической работе при гибридизации селекционеру, в первую очередь, приходится работать с цветком рапса, изучая закономерности взаимоотношения пыльцевых зерен и секреторной деятельности пестиков [5; 13]. Показатели жизнеспособности пыльцы имеют решающее значение для прогнозирования качества семенной продукции при проведении работ по гибридизации самонесовместимых

растений и созданию гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности. Также важным является знание о жизнеспособности пыльцевых зерен при проведении кастрации и нанесении пыльцы на рыльца пестиков в разные дни, когда опыление растений, в силу разных обстоятельств, происходит не свежесобранной пылью, а спустя время.

Целью исследований являлось изучение жизнеспособности пыльцы, влияние температурного режима и влажности воздуха на прорастание пыльцевых зёрен у современных сортов и гибридов рапса озимого селекции ВНИИМК.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020 г. на опытном поле ВНИИМК, расположенном в центральной зоне Краснодарского края. В качестве материала использовали сорта и гибриды озимого рапса селекции ВНИИМК: Лорис, Сармат, F1 40059 × Jesper 16–132, F1 40008 × INRA.

Пыльцу собирали с только что раскрывшихся цветков, расположенных на центральной кисти. Жизнеспособность пыльцы определяли по методу Б.А. Транковского путем подсчета количества проросших пыльцевых зерен на искусственной питательной среде [7]. На предметное стекло наносили пипеткой несколько капель питательной среды. После чего свежесобранную пыльцу при помощи пинцета равномерно распределяли по питательной среде путём осторожного стряхивания.

Предметное стекло с пылью помещали во влажную камеру чашки Петри, которая обеспечивает неизменность концентрации сахарного раствора. Чашки Петри помещали в термостат на сутки при температуре 24 °C для проращивания. Подсчет жизнеспособных и нежизнеспособных пыльцевых зерен проводили в 2-кратной повторности с использованием цифрового микроскопа, при 20-кратном увеличении в 10 полях зрения с последующей фотофиксацией.

Результаты и обсуждение. Для изучения жизнеспособности пыльцы различных сельскохозяйственных культур широкое применение получил метод

влажной камеры, основанный на способности пыльцы растений прорасти в водном растворе сахарозы или глюкозы. Для посева пыльцы плодовых растений берут концентрации раствора сахарозы – 5, 10 и 15 %, для горчицы была подобрана 15%-ная концентрация [7; 9]. Определение оптимальной плотности раствора сахарозы для рапса озимого проводилось путём проращивания пыльцы сортов и гибридов на питательной среде с концентрацией 1, 10, 15, 20 и 25 %. Наилучшие данные были получены в варианте с 20%-ным раствором (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость прорастания пыльцевых зёрен рапса озимого от разных концентраций сахарозы, %

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2020 г.

Сорт, гибрид	Концентрация сахарозы, %				
	1	10	15	20	25
Лорис	0	13	81	91	88
Сармат	0	15	85	80	78
F1 40059 × Jesper 16–132	0	4	72	73	68
F1 40008 × INRA	0	35	55	65	60

Пыльцевые зерна начинали прорастать через 4–5 ч после посева. Проросшими считали пыльцевые зерна, пыльцевые трубки которых по размерам превышали длину пыльцевого зерна. Для сортов это 30 мкм, для гибридов – 40 мкм (рис. 2). Жизнеспособность пыльцы определяли путем вычисления процента проросших пыльцевых зерен по отношению к их общему количеству.

На жизнеспособность и качество пыльцы растений, как уже говорилось выше, оказывают влияние разные факторы. Результаты исследований на озимом рапсе показывают, что погодные условия непосредственно воздействуют на формирование и функционирование генеративных органов растений. Низкая влажность и аномально низкие температуры воздуха в фазе начала цветения рапса в 2020 г. повлияли на количество проросших пыльцевых зёрен.

а

б

Рисунок 2 – Размер пыльцевых зерен рапса озимого под микроскопом (ориг.):
а – пыльцевые зерна сорта Лорис;
б – пыльца гибрида F1 40059 × Jesper 16–132

В ранние утренние часы (6:00) наблюдались пониженные температуры воздуха от -0,5 до -1,9 °С. Влажность воздуха в это время в разные дни варьировала от 39 до 86 % (табл. 2). Отбор пыльцы проводили в 12:00 и уже через два часа закладывали во влажную камеру для проращивания.

Таблица 2

Характеристика погодных условий, складывающихся в начальный период цветения рапса озимого (утро, 6:00)

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2020 г.

Параметры	Дата			
	08.04	09.04	13.04	14.04
Температура воздуха, °С	-1,2	-0,5	-1,9	-0,6
Влажность воздуха, %	39	60	86	77

Низкие температуры ночью и утром 8 апреля (-1,2 °C) в сочетании с низкой влажностью воздуха (39 %) отрицательно сказались на жизнеспособности пыльцы, которую определяли через сутки. У сорта Сармат проросло 5 % от общего числа пыльцевых зёрен, у сорта Лорис – 30 %, а пыльца гибридов оказалась не жизнеспособной (рис. 3).

Рисунок 3 – Степень прорастания пыльцевых зёрен сортов и гибридов рапса озимого, %

Аналогичные показатели были получены у пыльцы, собранной на следующий день (9 апреля: температура воздуха -0,5 °C, влажность воздуха 60 %). Ее жизнеспособность у сортов Сармат и Лорис составила 18 и 15 % соответственно. Пыльцевые зёрна гибридов также практически не проросли.

Повышение влажности воздуха до 86 %, даже при минусовой температуре в утренние часы (-1,9 °C), увеличило жизнеспособность пыльцы у сорта Сармат до 88 %, у сорта Лорис – до 80 %. Количество проросших пыльцевых зёрен у гибрида F1 (40059 × Jesper 16-132) составило 85 %, у гибрида F1 (40008 × INRA) – 61 %.

Небольшое снижение жизнеспособности пыльцы наблюдалось при отборе 14 апреля. В этот день были отмечены заморозки: на поверхности почвы температура составила -2,0 °C, минимальная температура воздуха -0,6 °C в сочетании с влажностью 77 %. В сложившихся условиях наилучшие данные получены у гиб-

рида F1 40008 × INRA – 87 % и сорта Лорис – 63 %.

Исходя из полученных нами экспериментальных данных, можем предположить, что сложившиеся в 2020 г. погодные условия оказали отрицательное влияние на прорастание пыльцевых зёрен. Сорта Лорис и Сармат оказались менее чувствительны к стрессовым условиям. За период исследований жизнеспособность пыльцевых зёрен сортов составила в среднем 47 и 37 % соответственно. Пыльцевые зерна гибридов F1 40059 × Jesper 16-132 и F1 40008 × INRA обладали меньшей жизнеспособностью – 38 и 21 % соответственно. На основании полученных данных можно предположить, что изучаемые гибриды характеризуются невысокой резистентностью тканей репродуктивных органов к заморозкам и низкой влажности. Также наблюдения показали, что у сортов пыльцевые зёрна через сутки после прорастания сохранили свою форму, стенки не разрушены, пыльцевые трубки имели нормальное строение (рис. 4а).

Прорастающая пыльца гибридов сохраняла свое нормальное состояние только в течение 4–5 ч после посева во влажную камеру. Через сутки отмечалось начало разрушения оболочки пыльцевых зёрен, а также аномалии роста пыльцевых трубок в виде их скручивания, образования перетяжек и утолщений на концах булавовидной формы (рис. 4б).

а

б

Рисунок 4 – Проросшие пыльцевые зерна рапса озимого через сутки после закладки во влажную камеру (ориг.):

а – сорт Лорис;

б – гибрид F1 40008 × INRA

Для рапса озимого складывающиеся неблагоприятные условия в период бутонизации, цветения, плодообразования снижают жизнеспособность пыльцы и, как следствие, завязываемость стручков, что приводит к существенному снижению урожайности (рис. 5). Пониженная жизнеспособность пыльцы на начальных этапах цветения рапса озимого в апреле 2020 г. негативно сказалась на завязываемости стручков в нижней части центральной кисти. Если нормальный размер стручка рапса озимого находится в пределах 6,0–8,0 см, длина нижних стручков сорта Сармат составила всего 2,0–4,0 см, соответственно и семян в них сформировалось в 2 раза меньше.

Рисунок 5 – Центральная кисть растения сорта Сармат в фазе «зелёного стручка» (11.06.2020 г.)

Вероятнее всего, низкие температуры воздуха в совокупности с низкой влажностью воздуха во время цветения рапса озимого в условиях 2020 г., повлиявшие на жизнеспособность пыльцы, повлекут за собой снижение количества семян на 10–15 %.

Выводы. Основываясь на полученных данных, мы можем сделать вывод, что гидротермические условия, сложившиеся в фазе начала цветения в 2020 г., оказали негативное действие на прорастание пыльцевых зёрен, завязываемость стручков и количество семян в стручках.

Пыльца изучаемых гибридов рапса озимого более чувствительна к стрессовым условиям и показала меньшую ус-

тойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Ткани репродуктивных органов исследуемых сортов рапса озимого более резистентны к низким температурам и влажности.

Список литературы

1. Беккер Х. Селекция растений. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 425 с.
2. Гончаров С.В., Карпачев В.В. Глобализация семенных рынков масличных культур на примере рапса // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 102–106.
3. Звягина А.С. Показатели фертильности мужского гаметофита как критерий в биотестировании влияния гербицидов на репродуктивную систему озимой мягкой пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 98. – С. 658–664.
4. Кравцов С.Ю. Биологические основы первичного семеноводства безруковых сортов рапса и сурепицы: дис. ... канд. с.-х. наук / Сергей Юрьевич Кравцов. – М., 1988. – 160 с.
5. Лях В.А., Сорока А.И. Пыльцевой отбор как способ интенсификации селекции масличных культур // Научно-технический бюллетень Института олійних культур НААН. – 2014. – № 20. – С. 72–80.
6. Осипова Г.М. Рапс в Сибири (морфо-биологические, генетические и селекционные аспекты). – Новосибирск, 1998. – С. 41–47.
7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 208–210.
8. Санько Н.В., Жолік Г.А. Цветение и плодообразование озимого рапса // Биология и совершенствование агротехники сельскохозяйственных культур. – Минск, 2008. – Вып. 4. – С. 178–182.
9. Трубина В.С., Горлов С.Л., Сердюк О.А. Приёмы повышения завязываемости семян при внутривидовой гибридизации горчицы сарептской (*Brassica juncea* L.) // Мат-лы 7-й междунар. конф. молод. уч. и спец. «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур», посвященной 100-летию со дня основания ВНИИМК. – Краснодар, 2013. – С. 233–237.
10. Френкель Р., Гадун Э. Механизмы опыления, размножения и селекции растений. – М.: Колос, 1982. – 384 с.

11. Халилова Л.А. Исходный материал для селекции желтосемянного ярового рапса: дис. ... канд. биол. наук / Людмила Анатольевна Халилова. – Краснодар, 2002. – 137 с.

12. Шпота В.И., Кравцов С.Ю. Некоторые особенности биологии цветения рапса и сурепицы // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – Краснодар, 1985. – Вып. I (88). – С. 8–9.

13. Шумилина Д.В., Батманова А.И. Повышение эффективности опыления капусты белокочанной в случае низкой жизнеспособности пыльцы // Научно-практический журнал «Овощи России». – 2014. – № 4 (25). – С. 10–13.

14. Bots M., Mariani C. Pollen viability in the field // Universitet Nijmegen. – 2005. – P. 2–52.

15. Википедия. *Brassica napus* Pollen: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brassica_napus_Pollen_400x.jpg?uselang=ru#filelinks (Дата обращения: 03.06.20, свободный).

16. Pinterest. Microscope images of plant seeds and pollens: Rapeseed (*Brassica napus*) pollen grain: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pinterest.ru/pin/350999364691274445/> (Дата обращения: 04.06.20, свободный).

References

1. Bekker Kh. Seleksiya rasteniy. – M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2015. – 425 s.

2. Goncharov S.V., Karpachev V.V. Globalizatsiya semennykh rynkov maslichnykh kul'tur na primere rapsa // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 102–106.

3. Zvyagina A.S. Pokazateli fertil'nosti muzhskogo gametofita kak kriteriy v biotestirovanii vliyaniya gerbitsidov na reproduktivnuyu sistemu ozimoy myagkoy pshenitsy // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 98. – S. 658–664.

4. Kravtsov S.Yu. Biologicheskie osnovy pervichnogo semenovodstva bezerukovykh sortov rapsa i surepitsy: dis. ... kand. s.-kh. nauk / Sergey Yur'evich Kravtsov. – M., 1988. – 160 s.

5. Lyakh V.A., Soroka A.I. Pyl'tsevoy otbor kak sposob intensifikatsii seleksii maslichnykh kul'tur // Naukovo-tekhnichnyi byulleten' Institutu oliynikh kul'tur NAAN. – 2014. – № 20. – S. 72–80.

6. Osipova G.M. Raps v Sibiri (morfobiologicheskie, geneticheskie i selektsionnye aspekty). – Novosibirsk, 1998. – S. 41–47.

7. Pausheva Z.P. Praktikum po tsitologii rasteniy. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1988. – S. 208–210.

8. San'ko N.V., Zholik G.A. Tsvetenie i plodoobrazovanie ozimogo rapsa // Biologiya i sovershenstvovanie agrotekhniki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – Minsk, 2008. – Vyp. 4. – S. 178–182.

9. Trubina V.S., Gorlov S.L., Serdyuk O.A. Priemy povysheniya zavyazyvaemosti semyan pri vnutrividovoy gibrizatsii gorchitsy sareptskey (*Brassica juncea* L.) // Mat-ly 7-y mezhdun. konf. molod. uch. i spets. «Aktual'nye voprosy biologii, seleksii, tekhnologii vzdelyvaniya i pererabotki maslichnykh kul'tur», posvyashchenoy 100-letiyu so dnya osnovaniya VNIIMK. – Krasnodar, 2013. – S. 233–237.

10. Frenkel' R., Gadun E. Mekhanizmy opyleniya, razmnozheniya i seleksii rasteniy. – M.: Kolos, 1982. – 384 s.

11. Khalilova L.A. Iskhodnyy material dlya seleksii zheltosemyannogo yarovogo rapsa: dis. ... kand. biol. nauk / Lyudmila Anatol'evna Khalilova. – Krasnodar, 2002. – 137 s.

12. Shpota V.I., Kravtsov S.Yu. Nekotorye osobennosti biologii tsveteniya rapsa i surepitsy // Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VNIIMK. – Krasnodar, 1985. – Vyp. I (88). – S. 8–9.

13. Shumilina D.V., Batmanova A.I. Povyshenie effektivnosti opyleniya kapusty belokachannoy v sluchae nizkoy zhiznesposobnosti pyl'tsy // Nauchno-prakticheskii zhurnal «Ovoshchi Rossii». – 2014. – № 4 (25). – S. 10–13.

14. Bots M., Mariani C. Pollen viability in the field // Universitet Nijmegen. – 2005. – P. 2–52.

15. Vikipediya. *Brassica napus* Pollen: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brassica_napus_Pollen_400x.jpg?uselang=ru#filelinks (Data obrashcheniya: 03.06.20, svobodnyy).

16. Pinterest. Microscope images of plant seeds and pollens: Rapeseed (*Brassica napus*) pollen grain: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.pinterest.ru/pin/350999364691274445> (Data obrashcheniya: 04.06.20, svobodnyy).

Получено: 18.06.2020   Принято: 05.10.2020
Received: 18.06.2020   Accepted: 05.10.2020