

ДЕНДРОЛОГИЯ И ДЕКОРАТИВНОЕ САДОВОДСТВО

УДК 638.138.1:582.675.1:632.937.31

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ
CLEMATIS ARMANDII FRANCH. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ ЮЖНОГО
БЕРЕГА КРЫМА****Наталья Васильевна Зубкова**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: clematisnbs@mail.ru

В работе представлены результаты многолетнего (2021-2023 гг.) изучения пыльцы, продуцируемой *Clematis armandii* Franch. в условиях интродукции Южного берега Крыма, для выявления перспективности использования таксона в селекционном процессе. Изучены морфологические характеристики и качество пыльцы. Установлено, что пыльцевые зерна эллипсоидальной формы, в экваториальной проекции продолговато-округлые, трехбороздно-поровые, среднего размера. Выявлено, что у *Clematis armandii* Franch. в большинстве случаев формируется пыльца высокого качества 55,4% и 70,6%, что говорит о его перспективности в качестве отцовской родительской формы. Показано влияние погоднo-климатических условий года на изменение параметров качества мужского гаметофита в сторону стерильности. Также установлено, что при длительном хранении, более 140 дней пыльца теряет свое качество в 1,1-1,2 раза. Таким образом, для успешной гибридизации, долго хранившуюся пыльцу *C. armandii* целесообразно проверять на качество непосредственно перед ее использованием.

Ключевые слова: *Clematis armandii* Franch.; качество пыльцы; селекция; погоднo-климатические условия года; Никитский ботанический сад

Введение

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр (НБС-ННЦ) на протяжении всей своей истории занимается интродукцией цветочно-декоративных растений мировой флоры, в том числе и представителей рода *Clematis* L. семейства *Ranunculaceae* Juss., с целью расширения ассортимента высокодекоративных растений для широкого использования в озеленении региона и селекционных программах [18]. В результате этой работы здесь собрана коллекция клематисов, насчитывающая 127 видов, форм и сортов [6]. На базе, которой проводятся селекционные исследования, направленные на получение высокодекоративных сортов, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам региона, в том числе и вечнозеленых, так как они представляют собой перспективную группу растений для зеленого строительства, особенно в условиях круглогодичного курорта Южного берега Крыма (ЮБК). В этой связи актуальным является привлечение коллекционного вечнозеленого таксона *Clematis armandii* Franch. (клематис арманда) в селекционный процесс.

Clematis armandii Franch. – в естественных условиях распространен в субтропической зоне Центрального, Западного, и Южного Китая, где произрастает в разреженных лесах на опушках, склонах, подлеске, вдоль ручьев; от 100 до 2400 м н.у.м. В культуру как декоративное растение введен в 1900 г. Е.Г. Вильсоном (E.H. Wilson) [2].

В условиях интродукции на ЮБК *C. armandii*, сохраняет жизненную форму, и как в местах естественного произрастания, является вечнозеленой кустарниковой лианой. На одном кусте образует до 15 побегов 4,0-6,0 м длины. Кора на старых побегах глубоко-трещиноватая, серая. Листья простые и сложные из 3-5 листочков, крупные (11,1 x 3,8 см.), глянцевые, темно-зеленые, удлинненно-яйцевидной формы.

Смена листьев происходит в июне. Цветки звездообразные, диаметром до 6,0 см., чашелистиков 6 (4-5), они белые, эллиптической формы; пыльники светло-желтые. Обильно цветет в апреле – мае. На побеге развивается от 270 до 680 цветков. Завязывает семена, которые созревают в июне. В естественных условиях размножается семенами, в культуре как вегетативным (зелеными черенками, прививкой) так и семенным путем. Длительность прорастания семян 67-108 дней, всхожесть – 21%, семена сохраняют жизнеспособность в течение трех лет. На основании интегральной оценки по Л.С. Плотниковой [12] успешность интродукции *C. armandii* в условиях ЮБК оценена в 95 баллов, в связи, с чем относится к высокоперспективной группе [5]. Таксон обладает высокими декоративными (глянцевой темно-зеленой листвой, белыми душистыми цветками, пушистыми соплодиями) и хозяйственно биологическими качествами, засухоустойчив, устойчив к мучнистой росе. Относительно не требователен к почвам, но лучше растет на дренированных суглинках, на открытых, солнечных, защищенных от ветра местах. В условиях ЮБК успешно зимует в открытом грунте.

В мировой практике используется в селекции, как вечнозеленый раннецветущий вид, на его основе, получено около 10 сортов [19].

Цель исследований – изучить морфологические особенности и качество пыльцы *C. armandii* при интродукции в условиях ЮБК, для выявления перспективности использования его в селекционном процессе.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2021-2023 гг. на экспозиционном участке лаборатории цветоводства НБС-ННЦ, территория которого расположена на ЮБК, и относится к Западному южнобережному субтропическому агроклиматическому району Крыма [3]. ЮБК характеризуется субтропическим климатом средиземноморского типа с засушливым, умеренно жарким летом умеренно мягкой зимой, и с неравномерным выпадением осадков, преобладание которых приходится на осенне-зимний период [14].

Материалом для исследования послужила пыльца инорайонного *C. armandii*, который произрастает в условиях культуры, с соблюдением необходимых для клематисов агротехнических мероприятий [1]. Сбор пыльцы проводили в период массового цветения (во второй и третьей декаде апреля). Пыльники подсушивали в тени, при комнатной температуре, полученную пыльцу помещали в пакеты из кальки и хранили в эксикаторе над хлористым кальцием в морозильной камере при -18°C . Для палинологических исследований использованы общепринятые методики [11, 13]. Анализ пыльцы проводили на временных препаратах, окрашенных ацетокармином. В 30 полях зрения подсчитывали долю окрашенных, т.е. фертильных, пыльцевых зерен. В каждом исследуемом году было проанализировано по 500 пыльцевых зерен. Временные препараты для замеров пыльцы готовились в глицерине, анализировали выборку из 50 пыльцевых зерен. Изучение препаратов проводили с помощью микроскопа Olympus CX41. Фото получены с помощью камеры Olympus U-TVO.5XC-3. Степень варьирования параметров пыльцы определяли по шкале изменчивости коэффициента вариации (C_v , %) по С.А. Мамаеву [8]. Обработку полученных данных проводили по общепринятым методам статистического анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Как известно палинологический анализ дополняет информацию об адаптации растений в новых природно-климатических условиях региона интродукции, и позволяет определить репродуктивный потенциал таксона для дальнейших селекционных программ, с целью получения продуктивного потомства.

В ходе изучения морфологических особенностей пыльцы *C. armandii* было установлено, что зрелые пыльцевые зерна способные к оплодотворению, имеют эллипсоидальную форму, в экваториальной проекции продолговато-округлые (рис. 1А), по характеру апертур трехбороздно-поровые. Скульптура поверхности экзины мелкосетчатая. В цитоплазме четко различается вегетативное ядро и одна генеративная клетка веретенообразной формы (рис. 1Б). Окраска пыльцы желтая. Пыльцевые зерна среднего размера [16]. Длина экваториальной оси варьирует от 13,4 до 22,9 мкм, при среднем значении $18,6 \pm 0,28$ мкм, полярной от 17,9 до 27,0 мкм, среднее $23,3 \pm 0,25$ мкм. Коэффициенты вариации (CV) степени однородности пыльцевых зерен по длинам осей невысокие и составили 10,9 % и 7,8% соответственно, что говорит о том, что пыльца изученного вида сравнительно выровнена по размеру.

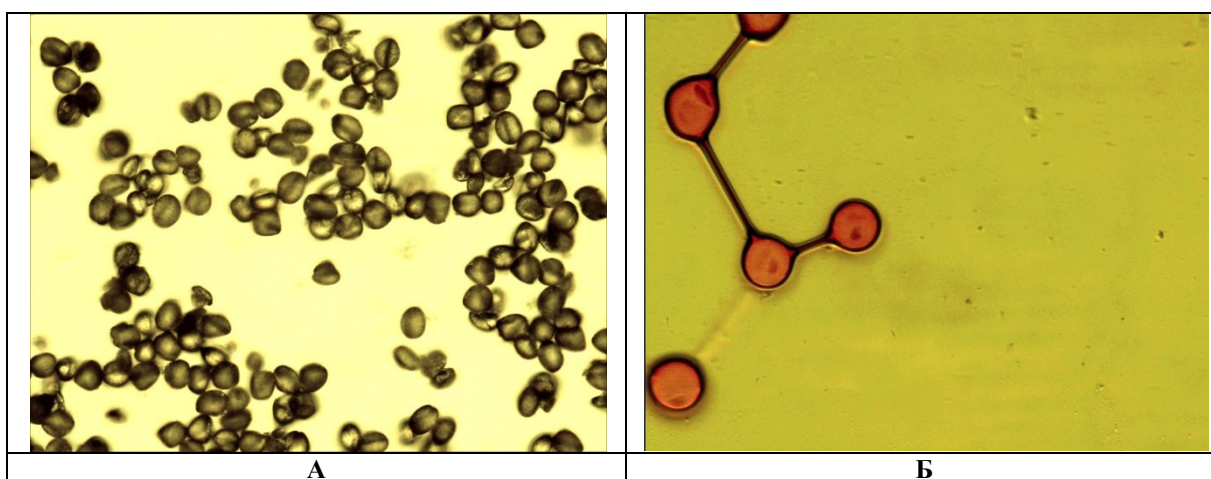


Рис. 1 Пыльцевые зерна *Clematis armandii* Franch. в сухом виде (А), в растворе ацетокармина (Б)

При исследовании качества пыльцы, т.е. ее фертильности, были получены результаты, существенно разнящиеся по годам (табл. 1).

Таблица 1

Качество пыльцы *Clematis armandii* Franch. в условиях интродукции ЮБК

Год	Общее число исследованных пыльцевых зерен (шт.)	Количество фертильной пыльцы, %	Коэффициент вариации, %
2021	500	34,6%±3,07	15,7
2022	500	55,4% ±2,6	13,3
2023	500	70,6%±2,58	18,6

Так минимальный процент (34,6) морфологически полноценной пыльцы у *C. armandii* отмечен, в 2021 г., максимальный (70,6) в 2023 г., в 2022 г. этот показатель составил 55,4%. Следовательно, степень стерильности пыльцевых зерен, в зависимости от года исследования, составила от 29,4 до 65,4%, и достигала менее трети от общего количества просмотренных пыльцевых зерен в 2023 г. и более половины и трети в 2021

и 2022 гг. соответственно. Таким образом, следует подчеркнуть, что в двух исследуемых годах, большинство пыльцевых зерен изучаемого таксона были фертильными, т.е. характеризовались высокой морфологической полноценностью, что позволяет в дальнейшем вовлекать пыльцу *C. armandii* в селекционный процесс.

Как показывают наши исследования, по годам различались и сроки наступления фаз фенологического развития *C. armandii* (табл. 2), что обусловлено неодинаковыми метеорологическими условиями. Так за три года исследуемого периода распускание почек начиналось в феврале. При этом различия в сроках начала данной фазы варьировали в пределах от 5 до 11 дней. Ранее всего 10.02 распустились почки в 2023 г., позже всего 21.02 в 2022 г.

Таблица 2

Фазы сезонного развития *Clematis armandii* Franch. в годы наблюдения

Фенологическая фаза	Годы исследования			Средняя за 2013-2020 гг.
	2021	2022	2023	
Начало распускания почек	15.02	21.02	10.02	16.02±15
Бутонизация	02.03	03.03	06.03	06.03±4
Начало роста побегов	21.03	20.03	13.03	12.03±9
Начало цветения	07.04	10.04	27.03	29.03±8
Начало массового цветения	12.04	11.04	03.04	04.04±6
Конец массового цветения	03.05	29.04	26.04	27.04±7
Конец цветения	11.05	04.05	02.05	29.04±7
Усыхание листьев	15.06	20.06	20.06	23.06±15
Конец роста побегов	08.07	05.07	26.06	27.06±12
Созревание семян	24.06	14.06	13.06	19.06±11
Продолжительность цветения	34	24	36	32±12
Продолжительность роста побегов	109	102	105	101±18

Начало роста побегов фиксировали во второй (13.03.23 г., 20.03.22 г) и третьей (21.03.21 г.) декаде марта, конец – в третьей декаде июня (26.06.23 г.) – первой декаде июля (05.07.22, 08.07.21 г.). Сроки начала и окончание роста побегов по годам также существенно различались и составили 7-8 и от 9 до 12 дней соответственно. Бутонизация в исследуемые годы отмечалась нами в первых числах марта с разницей в 3-4 дня. Начало цветения таксона приходилось на третью декаду марта (27.03.23 г.) – первую декаду апреля (07.04.21 г., 10.04.22 г.), конец – на первую (02.05.23 г., 04.05.22 г.) – вторую (11.05.21 г.) декаду мая. Следовательно, диапазон варьирования дат начало цветения составил от 11 до 15 дней, конец – от 7 до 9 дней. Усыхание листьев происходит во второй декаде июня с разницей в 5 дней, 15.06.21 г. и 20.06.22-23 гг. Сроки созревания семян в изучаемые годы приходились на вторую – третью декаду июня и разнились на 1 и 11 дней. Причем следует отметить, что во все исследуемые (2021-2023) годы прохождение большинства указанных фенологических фаз укладывались в пределах средних многолетних дат (см. табл. 2).

Сопряженность фенологической динамики *C. armandii* с основными метеорологическими показателями отражает успешность интродукции изучаемого таксона в условиях ЮБК.

В литературе указывается [4], что параметры, характеризующие пыльцу, подвержены очень сильным колебаниям по годам и тесно связаны с погодно-климатическими условиями в период формирования пыльцевых зерен. Данные других авторов также показывают, что нарушение процесса нормального развития мужского гаметофита – это ответные реакции различных видов растений на воздействие неблагоприятных внешних факторов [7, 9, 10]. Влияние факторов среды на формирование качественной пыльцы сосны обыкновенной в условиях предгорной

полосы Зауралья проанализировано в работе О.Е. Черепанова и соавторов [15]. Доказано, что резкое понижение температуры воздуха негативно сказывается на формировании и, как следствие, на качество пыльцы, а аномально высокая среднесуточная температура воздуха, совместно с относительной влажностью более 90 %, на протяжении нескольких дней приводит к образованию практически 100% фертильной пыльцы. Согласно результатам исследований, О. В. Ерещенко [4], оптимальной температурой для развития фертильной пыльцы березы повислой в условиях Барнаула является температура 8-10°C. С повышением и понижением температуры, увеличивается рост доли стерильных пыльцевых зерен, при этом низкая температура является более стрессовой для жизнеспособности мужского гаметофита. Л.Ф. Яндовка [17] исследуя процесс формирования пыльцы у некоторых плодовых косточковых (*Cerasus* и *Microcerasus*), отмечает, что повышенная температура влияет на качество мужского гаметофита положительно, а дефицит влаги в почве, так же, как и избыточное водообеспечение снижает процент фертильности пыльцевых зерен. Подобная закономерность была отмечена и для некоторых сортов клематиса предыдущими исследованиями автора [5].

Годы исследований (2021-2023 гг.) характеризовались различными метеорологическими условиями периода формирования пыльцы *C. armandii* (рис. 2).

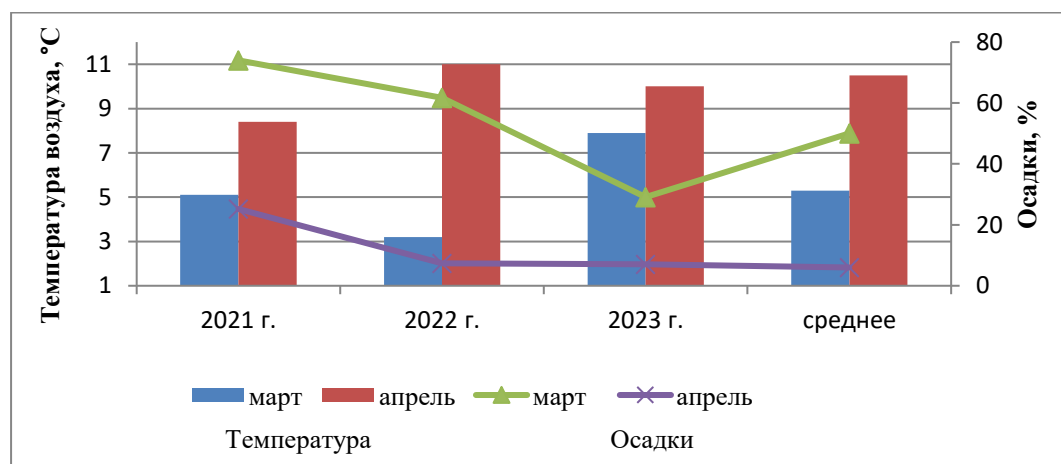


Рис. 2 Динамика температуры воздуха и осадков в годы исследования

Анализ показателей температуры воздуха и количество осадков за март, и первую декаду апреля показал, что в марте 2021 г. преобладала холодная с обильными осадками погода. Среднемесячная температура воздуха составила 5,1°C, что на 0,2°C ниже нормы. В первой половине марта было относительно тепло, во второй относительно холодно: среднесуточные температуры воздуха были в пределах – 1,7...+2,0°C, а минимальная ночью опускалась до –5,1°C. Осадков за месяц выпало 74 мм, что составило 148% от нормы. Погода первой декады апреля была также холодной и дождливой: максимальные температуры воздуха днем повышались до 18,9°C а минимальные ночью опускались до 3,1°C. В среднем за декаду температура воздуха составила 8,4°C, ниже нормы на 0,8°C, с количеством осадков выше нормы 417% (25,2 мм). В марте 2022 г. динамика температуры воздуха и осадков была близка к условиям 2021 г. неустойчивая с волнами тепла и холода, дождливая. В среднем за месяц температура воздуха была ниже нормы на 2,1°C (3,2°C). Осадки в сумме составили 61,7 мм или 123,4% от нормы. Однако среднедекадная температура апреля была заметно выше прошлогодней и составила 11°C, при норме 9,2°C, с количеством осадков 7,4 мм (117% от нормы). Сумма эффективных температур воздуха (нарастающим итогом с начала года) выше 10°C на конец первой декады апреля составляла 23°C, что выше

показателей 2021 г. на 15°C и выше средней многолетней на 6°C. Напротив метеорологические условия 2023 года отличались от таковых в предыдущие годы. Март характеризовался теплой и сухой погодой, температура воздуха превысила среднемноголетнюю на 2,6°C (7,9°C), при недостаточном количестве осадков (58,2%), в результате чего установилась сухая жаркая погода. Наблюдалось быстрое накопление суммы эффективных температур выше 10°C, и к концу месяца превысили норму в половину 14°C (норма 7°C).

Анализ связи качества пыльцы с метеорологическими условиями вегетационных периодов 2021-2023 гг. выявил, что благоприятный температурный фон и небольшое количество осадков 2023 г. способствовали формированию достаточно высокого процента качественной пыльцы (70,6). Невысокие температуры марта и обильные осадки марта–апреля 2022 г привели к увеличению доли стерильной пыльцы (44,6%), а аномальные климатические условия 2021 г. (избыток осадков, низкие температуры, а также их резкие перепады) явились причиной формирования высокой доли (65,4%) гетерогенной пыльцы.

Известно, что пыльца растений при длительном хранении теряет свое качество и как следствие способность к опылению. Поскольку *C. armandii* самый раннецветущий вид в коллекции, то возникает необходимость в выяснении вопроса о длительности хранения пыльцы, в связи с дальнейшим использованием ее для опыления видов и сортов с разными сроками цветения. В связи с этим определяли качество пыльцы в более поздние сроки, при хранении ее в холодильной камере в эксикаторе над хлористым кальцием (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения качества пыльцы *Clematis armandii* Franch. при хранении, n=500

Вид	Год сбора и просмотра	
	<i>Clematis armandii</i> Franch.	Сбор 22.04.2021 г
Просмотр 11.05.2021 г		Просмотр 05.10.2021 г
$34,6\% \pm 3,07$ V 15,7%		$27,9\% \pm 3,68$ V 14,9%
Сбор 22.04.2022 г		
Просмотр 17.05.2022 г		Просмотр 06.10.2022 г
$55,4\% \pm 2,6$ V 13,3%		$49,7\% \pm 1,87$ V 13,0%
Сбор 13.04.2023 г		
Просмотр 10.05.2023 г		Просмотр 06.10.2023 г
$70,6\% \pm 2,58$ V 18,6%		$60,7\% \pm 3,21$ V 19,1%

Из представленных данных видно, что при сборе пыльцы 22 апреля 2021 г. (просмотр 11 мая 2021 г.) количество качественной пыльцы составило 34,6%. Потери при хранении в холодильной камере над хлористым кальцием через 147 дней составили 6,7%. Тенденция снижения качества пыльцы при длительном хранении в 2022 и 2023 гг. сохранилась. При повторном просмотре через 142 и 149 дней этот показатель снизился в 1,1 и 1,2 раза соответственно. Таким образом, для успешной гибридизации, долго хранившуюся пыльцу *C. armandii* целесообразно проверять на качество непосредственно перед ее использованием.

Заключение

Результаты нашего исследования показали, что в отдельные исследуемые годы (2022 и 2023) *C. armandii* в условиях Южного берега Крыма, продуцировал морфологически качественную пыльцу (55,4 % и 70,6% соответственно). При этом

установлено, что изменение параметров качества мужского гаметофита в сторону стерильности тесно связано с воздействием экстремальных гидротермических факторов, таких как, обильные осадки, низкие температуры, а также их резкие перепады. Выявлено, что при длительном хранении (более 140 дней) качество пыльцы сокращается в 1,1-1,2 раза. Таким образом, *C. armandii* можно рекомендовать для использования в селекционном процессе, с учетом изменения качества пыльцы в период хранения.

Список литературы

1. *Бескаравайная М.А.* Методические указания по культуре мелкоцветковых клематисов в Крыму. – Ялта: ГНБС. – 1976. – 29 с.
2. *Бескаравайная М.А.* Клематисы лианы будущего. – Воронеж: Кварта, 1998. – 172 с.
3. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Гос. Никит. бот. сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92-120.
4. *Ерещенко О.В.* Влияние экологических факторов на процесс формирования пыльцы березы повислой в условиях городской экосистемы // Известия алтайского государственного университета. – 2014. – №3-1(83). – С. 25-28.
5. *Зубкова Н.В.* Биологические особенности представителей рода *Clematis* L. коллекции Никитского ботанического сада: Автореф. дисс... канд. биол. наук: 03.02.01 // Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН. – Ялта, 2017. – 23 с.
6. *Зубкова Н.В.* Культивирование и экспонирование коллекции клематиса (*Clematis* L.) Никитского Ботанического сада // Новости науки в АПК. – 2019. – Т. 2. №.1 (12). – С. 72-76. DOI: 10.25930/yef2-5c93
7. *Круглова А.Е.* Оценка качества пыльцевых зерен в зрелых пыльниках остролодочника сходного в условиях интродукции // Вестн. Удмуртского ун-та. – 2011. – Вып. 1. – С. 67-74.
8. *Мамаев С.А.* Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск, 1975. – С. 3-14.
9. *Николаевская Т.С.* Влияние заморозков на репродуктивные органы ежи сборной // Бот. журн. – 2002. – Т. 57, № 12. – С. 200-211.
10. *Новоселова Л.В.* Фертильность мужского и женского гаметофитов люцерны хмелевидной (*Fabaceae*) в связи с условиями произрастания // Вестник Пермского ун-та. – 2005. – Вып. 6. – С. 53-58.
11. *Паушева З.П.* Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1990. – 283 с.
12. *Плотникова Л.С.* Научные основы интродукции и охраны культурных растений флоры СССР. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
13. *Федоров А.А., Артюшенко З.Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений: Цветок. – М.: Наука, 1975. – 350 с.
14. *Фурса Д.И., Корсакова С.П., Амирджанов А.Г., Фурса В.П.* Радиационный и гидротермический режим Южного берега Крыма по данным агрометеостанции «Никитский сад» за 1930-2004 гг. и его учёт в практике виноградарства. – Ялта, 2006. – 54 с.
15. *Черепанова О.Е., Мицихина Ю.Д.* Влияние факторов среды (температуры и влажности воздуха) на качество пыльцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Аграрный Вестник Урала. – 2012. – №7 (99). – С. 72-73.

16. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. Введение в палинологию: в 2-х т. Покрытосеменные. – М.: Изд-во Иностран. лит-ры, 1956. – Т. 1. – 486 с.

17. Яндовка Л.Ф. Фертильность пыльцы у видов *Cerasus* и *Microcerasus* (Rosaceae) // Аграрный вестник Урала. – 2010. – №6 (72). – С.58-61.

18. Plugatar Yu.V., Klimenko Z.K., Ulanovskaya I.V., Zyкова V.K., Alexandrova L.M, Zubkova N.V., Smykova N.V., Plugatar S.A., Andriushenkova Z.P. The results of different methods used in breeding of perennial flower cultivars in the Nikita Botanical Gardens // Acta Horticulturae. – 2018. – Vol. 1201. – P. 515-519. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1201.68

19. The International *Clematis* Register and Checklist 2002 / Compiled by V. Matthews // International *Clematis* Registrar. – Published by The Royal Horticultural Society. – London, 2002. – 367 p.

Статья поступила в редакцию 05.06.2024 г.

Zubkova N.V. Morphological characteristics and pollen quality of *Clematis armandii* Franch. under the conditions of the Southern Coast of the Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2024. – № 152. – P. 7-14

The article presents the results of long-term (2021–2023) studies of pollen production in *Clematis armandii* Franch. under the introduction on the Southern Coast of the Crimea, in order to find out the prospects for its use in the breeding process. Morphological characteristics and quality of the pollen grains have been studied. It has been determined that the pollen grains are ellipsoidal in shape, oblong-rounded in the equatorial projection, tricolpate with three apertures, of medium size. It has been revealed that in most cases the species produces high quality pollen, 59.43% and 73.1%, which indicates its promise as a paternal parent in breeding process. The effect of the particular year weather conditions on changes in the male gametophyte parameters towards sterility has been shown. It has been also found that during long-term storage, more than 140 days, pollen quality decreases by 1.1 - 1.4 times. Thus, for successful hybridization, it is advisable to check the quality of long-stored *C. armandii* pollen just before use.

Key words: *Clematis armandii* Franch.; pollen quality; breeding; weather and climatic conditions of the year; Nikitsky Botanical Gardens