

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ\*

Елена Николаевна Киселева, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник  
Максим Анатольевич Раченко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

Анна Максимовна Раченко, ведущий инженер

СИФИБР СО РАН, г. Иркутск, Россия

E-mail: bigmks73@rambler.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты работы по изучению влияния генотипа, а также условий возделывания малины ремонтантной на жизнеспособность пыльцы. Исследования проводили в 2021–2023 годах на коллекционном участке Биоресурсного центра СИФИБР СО РАН (г. Иркутск). Объект изучения – сорта малины с ремонтантным типом плодоношения, возделываемые в открытом грунте и теплицах с пленочным и поликарбонатным покрытием. Качество опыления прямо коррелирует с продуктивностью культуры. Мы исследовали взаимосвязь между жизнеспособностью пыльцы отобранной в разные сроки и различных условиях возделывания (открытый и закрытый грунт) и продуктивностью растений малины ремонтантной. В открытом грунте высокая жизнеспособность пыльцы отмечена в период массового цветения (1 августа) –  $71,8 \pm 7,86\%$ , в теплице с поликарбонатным покрытием с 1 августа по 1 сентября –  $74,5 \pm 6,42... 75,9 \pm 9,78\%$ . Корреляционный анализ показал влияние жизнеспособности пыльцы на качество плодов и продуктивность растений с  $1 \text{ м}^2$ . Коэффициент корреляции во всех вариантах стремится к единице и может быть оценен как сильный. По коэффициенту детерминации связь между жизнеспособностью пыльцы и массой плодов –  $98\%$ , размером плодов –  $68\%$ , продуктивностью –  $92\%$ . Результаты могут помочь в разработке оптимальных условий для возделывания культуры в закрытом грунте и подборе пластичного сорта.

**Ключевые слова:** Прибайкалье, малина ремонтантная, открытый и закрытый грунт, пыльца, опыление, продуктивность

## EFFECTS OF GREENHOUSE CONDITIONS ON POLLEN VIABILITY OF REMONTANT RASPBERRY

E.N. Kiseleva, PhD in Agricultural Sciences, Researcher

M.A. Rachenko, Grand PhD in Agricultural Sciences, Chief Researcher

A.M. Rachenko, Lead Engineer

SIFIBR SB RAS, Irkutsk, Russia

E-mail: bigmks73@rambler.ru

**Abstract.** The article presents the results of the study of the genotype influence, as well as the cultivation conditions of remountant raspberries on the pollen viability. The studies were carried out in 2021–2023 at the collection site of the Bioresource Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk). The object of the study is raspberry varieties with a remountant type of fruiting, grown in open ground and greenhouses with film and polycarbonate covering. The quality of pollination directly correlates with the productivity of the crop. We investigated the relationship between the pollen viability collected at different times and under different cultivation conditions (open and closed ground) and the productivity of remountant raspberry plants. In open ground, high pollen viability was noted during the period of mass flowering (August 1) –  $71.8 \pm 7.86\%$ , in a greenhouse with a polycarbonate covering from August 1 to September 1 –  $74.5 \pm 6.42... 75.9 \pm 9.78\%$ . Correlation analysis showed the influence of pollen viability on the fruit quality and plant productivity from  $1 \text{ m}^2$ . The correlation coefficient in all variants tends to one and can be assessed as strong. According to the determination coefficient, the relationship between pollen viability and fruit weight is  $98\%$ , fruit size –  $68\%$ , productivity –  $92\%$ . The results can help in developing optimal conditions for cultivating crops in closed ground and selecting a flexible variety.

**Keywords:** Baikal region, remountant raspberry, open and closed ground, pollen, pollination, productivity

Плоды малины обыкновенной с ремонтантным типом плодоношения имеют важное продовольственное значение для региона. Возможность выращивания культуры в закрытом грунте позволяет продлить сезон потребления свежей ягодной продукции. [1] При разработке такой технологии важно учитывать способность

культуры к сохранению жизнеспособности пыльцы при высоких температурах. Пыльцевые зерна малины трехбороздно-оровые, шаровидно-сплюсненной формы. Длина полярной оси –  $20,4...22,5 \text{ мкм}$ , экваториальный диаметр –  $22,1...25,5 \text{ мкм}$ . Скульптура тонкая, мелкобугорчатая. Цвет пыльцы – светло-серый. [14, 15]

\* Минобрнауки России для ФГБУН Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (Пер. № НИОКТР – 122041100049-0) «Изучение генетического контроля, молекулярных и физиолого-биохимических путей формирования и регуляции устойчивости растений в резко меняющихся условиях внешней среды». (Руководитель: д.б.н. В.К. Войников) № проекта в госзадании – 0277-2022-0006. Благодарность выражается ЦКП «Биоаналитика» и ЦКП «Биоресурсный центр» Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск, Россия) за возможность использования в исследованиях оборудования и коллекционного материала / The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of RAS (Project State Registration No – 122041100049-0 “The study of genetic control, molecular and physiological-biochemical ways of formation and regulation of plant resistance in dramatically changing environmental conditions.” (Supervisor: Doctor of Biological Sciences V.K. Voynikov) The project number in the state assignment is 0277-2022-0006. Gratitude is expressed to the CCP “Bioanalytics” and the CCP “Bioresource Center” of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS (Irkutsk, Russia) for the opportunity to use equipment and collection materials in research.

Количество и качество плодов зависит от успешности опыления и сорта. [10, 13] Важный показатель, который напрямую связан с продуктивностью растений, – жизнеспособность пыльцы. [3, 17] Исследователи отметили влияние на фертильность пыльцы, помимо генотипа, таких факторов как: погодные условия года и агротехника. [5] Также можно выделить роль температурного стресса. [2, 11, 12] В полевых условия разница температур даже в  $5^{\circ}\text{C}$  существенно влияет на скорость роста пыльцевых трубок. [18] В литературе имеются сведения о действии неблагоприятных погодных условий (дождь, экстремально низкие или высокие температуры, пониженная влажность воздуха) на созревание и жизнеспособность пыльцы. [5, 9] В закрытом грунте рост и развитие растений, а также урожайность зависят от влажности, почвы и концентрации кислорода. [16] Изучение жизнеспособности пыльцы позволит скорректировать агротехнические приемы и повысить эффективность возделывания культуры.

Цель работы – выявление лучших продуктивных сортов малины ремонтантной для эффективного возделывания в условиях закрытого грунта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2021–2023 годах на коллекционном участке Биоресурсного центра СИФИБР СО РАН (г. Иркутск). Объект изучения – сорта малины с ремонтантным типом плодоношения, возделываемые в открытом грунте и теплицах с пленочным и поликарбонатным покрытием.

Пыльцу собирали в период интенсивного цветения в один день во всех трех вариантах с бутонов, близких к распусканию и максимально рыхлых (не менее чем от 5 цветков) (рис. 1).

Температура закрытого грунта зависит от влажности воздуха в теплице и системы проветривания. В теплицах для возделывания малины ремонтантной было организовано фронтальное и боковое проветривание. В дневное время с июля по сентябрь разница температуры воздуха между открытым грунтом и теплицей с поликарбонатным покрытием составила  $9 \pm 5,3^{\circ}\text{C}$ , пленочной –  $4 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). Влажность воздуха в теплицах из-за поливов была выше, чем в открытом грунте.

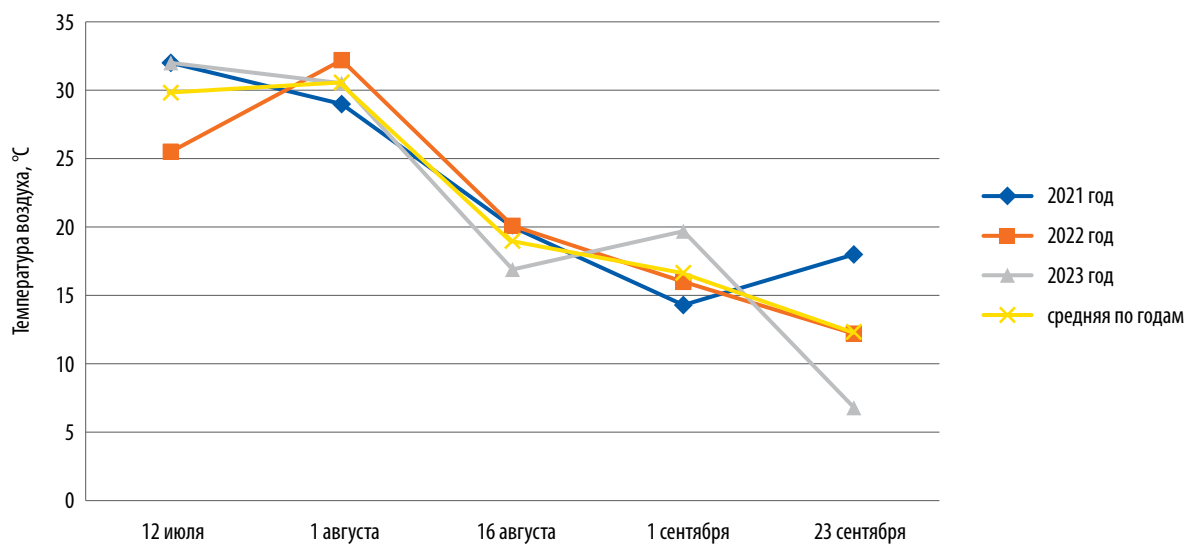


Рис. 1. Температура воздуха в открытом грунте при отборе проб.

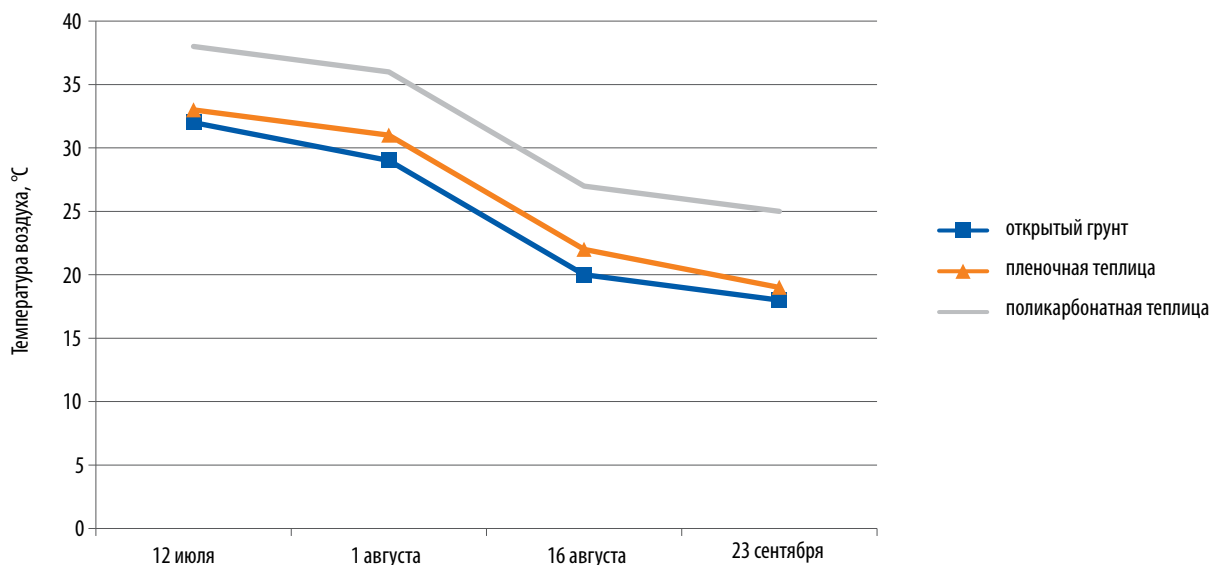


Рис. 2. Средняя разница температуры воздуха в открытом и закрытом грунте.

В день сбора пыльцевые зерна высевали на каплю питательной среды, нанесенной на стекло, повторность – трехкратная. Затем стекла выкладывали в чашки Петри и помещали в термостат, где выдерживали при температуре 24°C.

Для прорастания пыльцы использовали 0,5%-й раствор агар-агара с 10%-м содержанием сахарозы. [4, 6] Рост пыльцевых трубок всех образцов проверяли ежедневно. Пыльцевые зерна начинали прорастать на вторые сутки. Оценку жизнеспособности пыльцы проводили на третьи сутки, подсчитывая под микроскопом при 60-кратном увеличении в трех повторностях все прорастающие пыльцевые зерна с длиной трубки равной или больше диаметра пыльцы (рис. 3). Процент жизнеспособности пыльцы определяли по количеству проросших пыльцевых зерен изучаемых сортов малины.

Вегетационный период 2021 года характеризовался средней температурой воздуха – 13,6°C, количеством осадков – 478,7 мм, 2022 – 14,8°C и 263 мм, 2023 – 15,1°C и 417 мм соответственно. Минимальная температура в 2021 году была зафиксирована 2 сентября (минус 0,5°C), в ночь с 25 на 26 сентября – минус 2,4°C. В 2022 году первые заморозки наблюдали 3 сентября – минус 1,9°C, в ночь на 26 сентября – минус 1,2°C. В 2023 году первое понижение температуры зафиксировано 10 сентября (минус 1,8°C), в ночь на 26 – минус 1,9°C. Сумма активных температур выше 5°C составила по годам 2395°C (2023), 1843°C (2022), 2076°C (2021). Для успешного возделывания малины ремонтантной (80% потенциальной продуктивности) сумма активных температур (САТ) должна быть от 1700°C. Условия вегетационных периодов в годы исследования соответствовали требованиям культуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В открытом грунте начало вегетации малины ремонтантной отмечается с III декады апреля по II мая. В закрытом грунте из-за более раннего оттаивания почвы оно смещается на две недели раньше. [7, 8] К моменту, когда растение накапливает САТ выше 0°C – 600...1000°C, в зависимости от сорта, начинается формирование бутонов. Разница температурного режима в открытом и закрытом грунте в дневное время – 5...15°C, ночное – 2...6°C, что позволяет быстрее накапливать САТ в условиях теплицы. В закрытом грунте растения на две недели раньше проходят фазы фенологического развития, чем в открытом (табл. 1).

Самые ранние распутившиеся цветы отмечены в теплице с поликарбонатным покрытием в 2023 году 8 июня, в открытом грунте – 1 июля 2023 года. К этому моменту растение накапливает САТ выше 0°C более 1000°C. Для формирования плодов САТ выше 0°C должна быть более 1300°C. Скорость прохождения фенологических фаз зависит как от генотипа, так и условий окружающей среды. Самый продолжительный период развития растений – от начала вегетации до бутонизации (до 50 дн.), от начала бутонизации до начала цветения (14...16 дн.).

Малина ремонтантная характеризуется растянутым цветением и плодоношением, вплоть до наступления устойчивых и продолжительных отрицательных температур. [8]

В открытом грунте наиболее высокая жизнеспособность пыльцы отмечена в период массового цветения (1 августа) – 71,8 ± 7,86%, в теплице с поликарбонатным покрытием – с 1 августа по 1 сентября (74,5 ± 6,42%...75,9 ± 9,78%). В отборах в начале цветения от 12 июля (период с самыми высокими температурами воздуха) жизнеспособность пыльцы равномерная – от 32,1 ± 6,61% в поликарбонате до 39,8 ± 14,7% в открытом грунте. Существенно низкая отмечена в открытом грунте (23 сентября) – 0,9 ± 0,58%, в теплице с пленочным покрытием – 11,9 ± 1,8%, поликарбонатным – 36,5 ± 12,23%. Это показывает восприимчивость пыльцы к низким ночным температурам в открытом грунте в сентябре (минус 0,5... минус 1,9°C) (рис. 4).

В поликарбонатной теплице без проветривания и обогрева ночью температура воздуха на 4...6°C выше, чем в открытом грунте, в пленочной, осенью – 0,5...2,0°C.

Влияние температуры воздуха на жизнеспособность пыльцы прослеживается только в открытом грунте, где коэффициент корреляции составил 0,56 к средней температуре воздуха, 0,51 – максимальной и 0,77 – минимальной. Коэффициент детерминации показывает воздействие на жизнеспособность пыльцы максимальных температур на 25%, минимальных – на 58%. Низкая влажность воздуха в открытом грунте в ясные дни (33...44%) уменьшает жизнеспособность пыльцы на 15% (табл. 2).

В теплице с поликарбонатным покрытием влияние температуры и влажности воздуха на жизнеспособность пыльцы незначительное. Поскольку коэффициент корреляции к температурам меньше 0,3, то ее можно оценить как слабую. Корреляционный коэффициент между жизнеспособностью пыльцы и влажностью воздуха составил –0,35 (средняя отрицательная).

Таблица 1.

Феноритмика развития растений малины ремонтантной в закрытом и открытом грунте

Условия выращивания	Дата																		
	14.4	22.4	5.5	15.5	25.5	31.5	2.6	8.6	15.6	21.6	28.6	11.7	18.7	26.7	1.8	18.8	25.8	1.10	15.10
Пленочная теплица	п	п	в	в	в	в	в	в	б	б	ц	з	з	с	с	с	с	с	с
Поликарбонатная теплица	в	в	в	в	в	б	б	ц	ц	з	з	с	с	с	с	с	с	с	с
Открытый грунт	п	п	п	в	в	в	в	в	в	б	б	ц	з	з	с	с	с	с	п

Примечание. п – покой, в – начало вегетации, б – начало бутонизации, ц – начало цветения, з – завязь, с – созревание плодов.

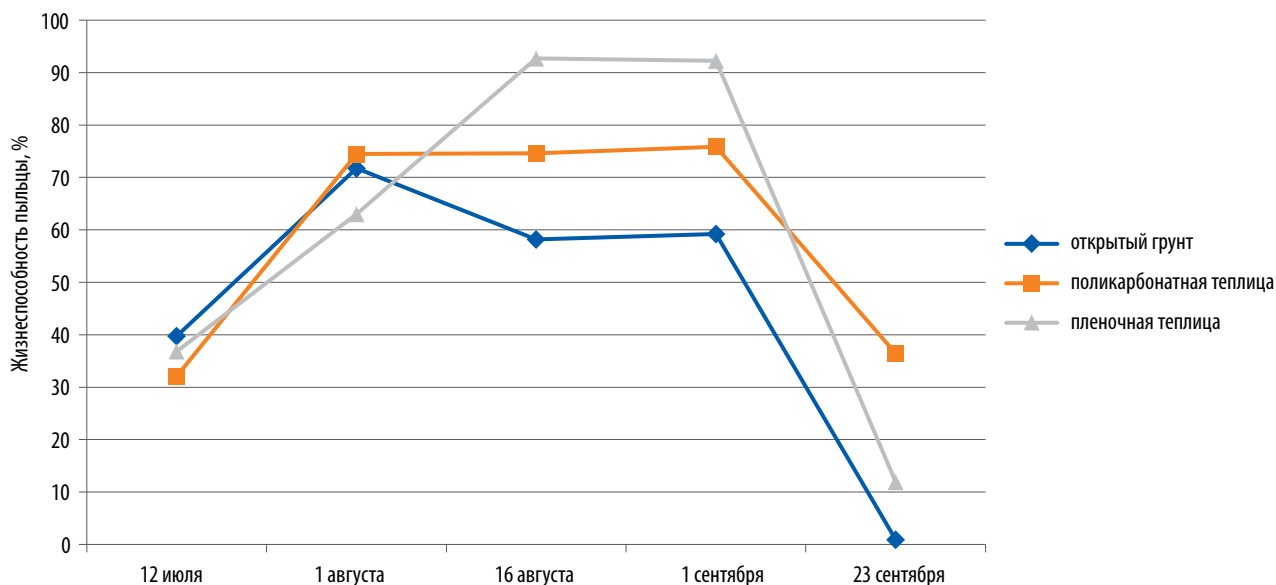


Рис. 4. Жизнеспособность пыльцы малины ремонтантной в разных условиях произрастания, средняя за 2021–2023 годы.

Таблица 2.

**Корреляционный анализ между жизнеспособностью пыльцы и температурой и влажностью воздуха, коэффициент корреляции/коэффициент детерминации (R/R<sup>2</sup>)**

Условия выращивания	Температура воздуха, °C			Влажность воздуха, %
	максимальная	минимальная	средняя суточная	
Открытый грунт	0,5086/0,2587	0,7666/0,5876	0,5557/0,3088	-0,4909/0,1528
Поликарбонатная теплица	-0,1577/0,0248	0,1295/0,0167	0,0885/0,0078	-0,34658/0,1201
Пленочная теплица	0,1192/0,1420	0,4492/0,2017	0,0749/0,0056	0,5609/0,3146

В пленочной теплице отмечено положительное воздействие на жизнеспособность пыльцы влажности воздуха ( $R=0,56$ ) на 31% и понижения температуры воздуха в ночное время ( $R=0,45$ ) на 20%. Корреляцию можно оценить как среднюю. Влияние высоких дневных температур слабое ( $R=0,12$ ).

Для исследования были отобраны образцы пыльцы от шести сортов и двух отборных форм. У некоторых генотипов жизнеспособность пыльцы сохраняется независимо от температурных и водных стрессов (рис. 5).

В открытом грунте можно выделить сорт *Оранжевое чудо* и форму 32-151-1 (49,6 и 49,3%) с наибольшим процентом жизнеспособной пыльцы, форму 37-15-4 – с наименьшим (около 31,4%). В закрытом грунте высокий процент жизнеспособной пыльцы был у сортов *Брянское диво* и *Бриллиантовая* (более 70%), в пленочной теплице – *Оранжевое чудо* (49,6%).

По результатам однофакторного дисперсионного анализа установлено достоверное влияние генотипа растения на жизнеспособность пыльцы во всех трех вариантах. Принимается альтернативная гипотеза (1), так как все средние данные отличаются друг от друга. Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное. Наименьшая существенная разница для 5%-го уровня значимости ( $НСП_{05}$ ) равна 16,19 для теплицы с пленочным покрытием, 17,49 – с поликарбонатным, 19,20 – для открытого грунта. Коэффициент вариации (CV) – 18,7%, 15,27 и 19,20% соответственно.

Размер плодов малины ремонтантной, в зависимости от условий выращивания, отличается незначительно – 0,1...0,3 см (табл. 4). Масса плодов в теплице с поликарбонатным покрытием выше на 18%, чем у плодов в открытом грунте и на 2,2%, чем в теплице с пленочным покрытием. Получена высокая продуктивность с 1 м<sup>2</sup>, в среднем более 1392 г, что на 58% выше, чем в открытом грунте и 13%, чем в теплице с пленочным покрытием.

Корреляционный анализ показал влияние жизнеспособности пыльцы на качество плодов и продуктивность растений с 1 м<sup>2</sup>. Коэффициент корреляции во всех вариантах стремится к единице и может быть оценен как сильный. По коэффициенту детерминации связь между жизнеспособностью пыльцы и массой плодов 98%, размером плодов – 68%, продуктивностью – 92%

**Выводы.** В открытом грунте у малины ремонтантной высокая жизнеспособность пыльцы отмечена в период массового цветения (1 августа) –  $71,8 \pm 7,86\%$ , в теплице с поликарбонатным покрытием с 1 августа по 1 сентября –  $74,5 \pm 6,42...75,9 \pm 9,78\%$ . Установлено влияние жизнеспособности пыльцы на качество плодов и продуктивность растений с 1 м<sup>2</sup>. Коэффициент корреляции во всех вариантах оценен как сильный. В условиях закрытого грунта высокий процент жизнеспособной пыльцы показали сорта *Брянское диво* и *Бриллиантовая* (более 70%).

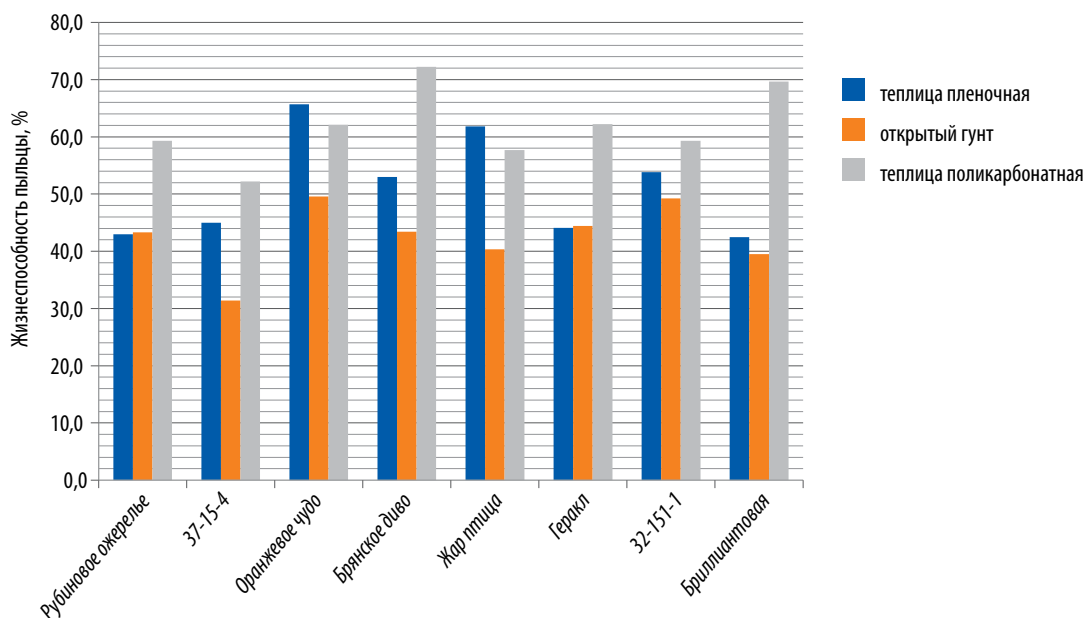


Рис. 5. Средняя жизнеспособность пыльцы разных сортов малины ремонтантной, возделываемой в открытом и закрытом грунте.

Дисперсионный анализ средней жизнеспособности пыльцы разных сортов малины ремонтантной, возделываемой в открытом и закрытом грунте

Таблица 3.

Условия выращивания	Sx (ошибка опыта)	CV (коэффициент вариации)	НСР <sub>05</sub> (наименьшая существенная разница для 5%-го уровня значимости)	F факт (критерий Фишера)	F теор (критерий Фишера)
Пленочная теплица	5,55	18,7	16,19	17,7	7,0
Поликарбонатная теплица	6,01	15,27	17,49	12,1	7,0
Открытый грунт	5,74	19,20	16,74	9,8	7,0

Средние продуктивность и вес плодов малины ремонтантной в закрытом и открытом грунте (2021–2023 годы)

Таблица 4.

Условия выращивания	Средняя масса плодов, г	Средний размер плодов, см	Продуктивность, г/м <sup>2</sup>	Средняя жизнеспособность пыльцы, %
Пленочная теплица	5,24±0,72	3,49±0,25	1198,70±212,41	59,3
Поликарбонатная теплица	5,36±1,18	3,65±0,24	1392,22±304,29	46,0
Открытый грунт	4,35±0,75	3,35±0,36	580,41±45,24	58,7
Коэффициент корреляции (R) жизнеспособности пыльцы к показателям продуктивности	0,988934	0,824194	0,963817	–
Коэффициент детерминации (R <sup>2</sup> ) жизнеспособности пыльцы к показателям продуктивности	0,97799	0,67929	0,92894	–

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

- Акимов С.В., Викулина А.Н., Деменко В.И. и др. Несезонное производство ягодной продукции малины красной в условиях отапливаемых зимних теплиц. Овощи России. 2019. № 5. С. 58–66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-58-66>
- Васеха В.В., Козловская З.А., Васильева М.Н. и др. Рекомендации по подбору сортов-опылителей для современного сортимента плодовых культур и фундука // Плодоводство. 2016. Т. 28. С. 245–255.
- Гаврилова О.А., Тихонова О.А. Качество пыльцы видов и отдаленных гибридов в семействе grossulariaceae dc //

Agricultural sciences. Успехи современного естествознания. 2016. № 12. С. 68–73. <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2016/12-1/36263.pdf>

- Горина В.М., Месяц Н.В. Жизнеспособность пыльцы абрикоса. Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 51. С. 13–16. <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/275>
- Грибановская Т.В. Биологические особенности пыльцы некоторых плодовых культур // материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Мичуринск. 2000. Ч. 1. С. 20–25.
- Замбурова Д.С., Шериева С.А., Ситников М.Н. и др. Изучение жизнеспособности пыльцы плодовых культур

- после воздействия сверхнизких температур // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24849>
7. Киселева Е.Н., Раченко М.А., Камышова Л.Е., Раченко А.М. Оценка сортов и форм ремонтантной малины по скороспелости в условиях Предбайкалья / Мат. II межд. науч. – практ. конф. «геномика и современные биотехнологии в размножении, селекции и сохранении растений». 2021. С. 187–188. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47461819>
  8. Киселева Е.Н., Раченко М.А., Раченко А.М. Оценка перспективы возделывания ремонтантной малины в закрытом грунте в условиях Южного Прибайкалья / Мат. межд. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения докт. с-х наук, профессора В.И. Солодуна / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского; Молодёжный: Изд-во Иркутский ГАУ. 2022. С. 115–125. <https://irsau.ru/structure/science/materialy/10-202022.pdf>
  9. Маракаева Т.В., Казыдуб Н.Г. Определение жизнеспособности пыльцы фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) в разное время суток в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Advances in current natural sciences*. № 6. 2016. С. 96–99. <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2016/6/35973.pdf>
  10. Цаценко Л.В., Керимов Р.В. Пыльца растений и ее характеристики в условиях меняющегося климата // Научный журнал КубГАУ. 2023. № 186(02). С. 1–15. <http://ej.kubagro.ru/2023/02/pdf/18.pdf>
  11. Яндовка Л.Ф., Деева Л.А. Биологические особенности пыльцы некоторых представителей родов *Malus*, *Cerasus*, *Pyrus* и *Sorbus* в связи с УФ облучением // Вестник российских университетов. Математика. Вестник ТГУ. 2004. Т. 9. С. 35–39. <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-pylttsy-nekotoryh-predstaviteley-rodov-malus-cerasus-pyrus-i-sorbus-v-svyazi-s-uf-oblucheniem>
  12. Яндовка Л.Ф. Фертильность пыльцы у видов *Cerasus* и *Microcerasus* (*Rosaceae*) // Аграрный вестник Урала. 2010. № 6 (72). С. 58–61. <https://cyberleninka.ru/article/n/fertilnost-pylttsy-u-vidov-cerasus-i-microcerasus-rosaceae/viewer>
  13. Åsa Lankinen, Sandra A M Lindström, Tina D'Hertefeldt Variable pollen viability and effects of pollen load size on components of seed set in cultivars and feral populations of oilseed rape // *PLoS One*. 2018. № 13(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204407>
  14. Asilbeyova T.M., Gavriloval Olga. Pollen morphology of the genus *Rubus* L. (*Rosaceae*) from Azerbaijan. 2019. [https://www.researchgate.net/publication/339398504\\_Pollen\\_morphology\\_of\\_the\\_genus\\_Rubus\\_L\\_Rosaceae\\_from\\_Azerbaijan](https://www.researchgate.net/publication/339398504_Pollen_morphology_of_the_genus_Rubus_L_Rosaceae_from_Azerbaijan)
  15. Asilbeyova T., Gavriloval O., Krasovskaya L. Pozhidaev A. Palynomorphological study of Azerbaijanian *Rubus* species in comparison with the morphology of pollen of the whole genus. 2023. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3574701/v1>
  16. Chen L.Y., Xiao X., Xiao J. Flower and reproductive characteristics of different large-flowered taxa of *Epimedium*. *J. Plant Res.* 2019. № 39. PP. 808–816. <https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2019.06.002>
  17. Gavriloval O.A., Tikchonova O.A. Apertural pollen types in the *Grossulariaceae* family // *Abstr.6 th Balkan Botanical Congress: Book of abstracts – Rijeka. Croatia.* 2015. PP. 25.
  18. Lankinen Å. In vitro pollen competitive ability in *Viola tricolor*: temperature and pollen donor effects // *Oecologia*. 2001. № 128. PP. 492–498. <https://doi.org/10.1007/s004420100681>
- ## REFERENCES
1. Akimova S.V., Vikulina A.N., Demenko V.I. i dr. Nesezonnoe proizvodstvo yagodnoj produkcii maliny krasnoj v usloviyah otaplivaemyh zimnih teplic. *Ovoshchi Rossii*. 2019. № 5. S. 58–66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-58-66>
  2. Vasekha V.V., Kozlovskaya Z.A., Vasil'eva M.N. i dr. Rekomendacii po podboru sortov-opylitelej dlya sovremennogo sortimenta plodovyh kul'tur i funduka // *Plodovodstvo*. 2016. T. 28. S. 245–255.
  3. Gavriloval O.A., Tihonova O.A. Kachestvo pyl'cy vidov i ot-dalennyh gibridov v semejstve grossulariaceae dc // *Agricultural sciences. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2016. № 12. S. 68–73. <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2016/12-1/36263.pdf>
  4. Gorina V.M., Mesyac N.V. Zhiznesposobnost' pyl'cy abrikosa. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017. № 51. S. 13–16. <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/275>
  5. Gribanovskaya T.V. Biologicheskie osobennosti pyl'cy nekotoryh plodovyh kul'tur // *materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh. Michurinsk*. 2000. Ch. 1. S. 20–25.
  6. Zamburova D.S., Sherieva S.A., Sitnikov M.N. i dr. Izuchenie zhiznesposobnosti pyl'cy plodovyh kul'tur posle vozdejstviya sverhnizkih temperatur // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24849>
  7. Kiseleva E.N., Rachenko M.A., Kamyshova L.E., Rachenko A.M. Ocenka sortov i form remontantnoj maliny po skorospe-losti v usloviyah Predbajkal'ya / *Mat. II mezhd. nauch. – prakt. konf. «genomika i sovremennye biotekhnologii v razmnozhenii, selekcii i sohranении растений»*. 2021. S. 187–188. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47461819>
  8. Kiseleva E.N., Rachenko M.A., Rachenko A.M. Ocenka perspektivy vozdelvaniya remontantnoj maliny v zakrytom grunte v usloviyah Yuzhnogo Pribajkal'ya / *Mat. mezhd. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 70-letiyu so dnya rozhdeniya dokt. s-h nauk, professora V.I. Soloduna / Irkut. gos. agrar. un-t im. A.A. Ezhevskogo; Molodëzhnyj: Izd-vo Irkutskij GAU*. 2022. S. 115–125. <https://irsau.ru/structure/science/materialy/10-202022.pdf>
  9. Marakaeva T.V., Kazydub N.G. Opredelenie zhiznesposobnosti pyl'cy fasoli obyknovnoy (*Rhaseolus vulgaris*) v raznoe vremya sutok v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // *Advances in current natural sciences*. № 6. 2016. S. 96–99. <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2016/6/35973.pdf>
  10. Cacenko L.V., Kerimov R.V. Pyl'ca rastenij i ee harakteristiki v usloviyah menyayushchegosya klimata // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2023. № 186(02). S. 1–15. <http://ej.kubagro.ru/2023/02/pdf/18.pdf>
  11. Yandovka L.F., Deeva L.A. Biologicheskie osobennosti pyl'cy nekotoryh predstaviteley rodov *Malus*, *Cerasus*, *Pyrus* i *Sorbus* v svyazi s UF oblucheniem // *Vestnik Rossijskijh universitetov. Matematika. Vestnik TGU*. 2004. T. 9. S. 35–39. <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-pylttsy-nekotoryh-predstaviteley-rodov-malus-cerasus-pyrus-i-sorbus-v-svyazi-s-uf-oblucheniem>
  12. Yandovka L.F. Fertil'nost' pyl'cy u vidov *Serasus* i *Microcerasus* (*Rosaceae*) // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2010. № 6 (72). S. 58–61. <https://cyberleninka.ru/article/n/fertilnost-pylttsy-u-vidov-cerasus-i-microcerasus-rosaceae/viewer>
  13. Åsa Lankinen, Sandra A M Lindström, Tina D'Hertefeldt Variable pollen viability and effects of pollen load size on components of seed set in cultivars and feral populations of oilseed rape // *PLoS One*. 2018. № 13(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204407>

14. Asilbeyova T.M., Gavrilova Olga. Pollen morphology of the genus *Rubus* L. (Rosaceae) from Azerbaijan. 2019. [https://www.researchgate.net/publication/339398504\\_Pollen\\_morphology\\_of\\_the\\_genus\\_Rubus\\_L\\_Rosaceae\\_from\\_Azerbaijan](https://www.researchgate.net/publication/339398504_Pollen_morphology_of_the_genus_Rubus_L_Rosaceae_from_Azerbaijan)
15. Asilbeyova T., Gavrilova O., Krasovskaya L. Pozhidaev A. Palynomorphological study of Azerbaijani *Rubus* species in comparison with the morphology of pollen of the whole genus. 2023. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3574701/v1>
16. Chen L.Y., Xiao X., Xiao J. Flower and reproductive characteristics of different large-flowered taxa of *Epimedium*. *J. Plant Res.* 2019. № 39. PP. 808–816. <https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2019.06.002>
17. Gavrilova O.A., Tikhonova O.A. Apertural pollen types in the Grossulariaceae family // *Abstr. 6 th Balkan Botanical Congress: Book of abstracts – Rijeka. Croatia. 2015. PP. 25.*
18. Lankinen Å. In vitro pollen competitive ability in *Viola tricolor*: temperature and pollen donor effects // *Oecologia.* 2001. № 128. PP. 492–498. <https://doi.org/10.1007/s004420100681>

Поступила в редакцию 10.03.2025

Принята к публикации 24.03.2025

УДК 631.445.52

DOI: 10.31857/S2500208225020101, EDN: HUVMGZ

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ ПРИБРЕЖНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Марина Ильясовна Джалалова, кандидат биологических наук

Прикаспийский институт биологических ресурсов – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

E-mail: d.marina.66@mail.ru

**Аннотация.** Процессы сукцессии идут непрерывно на всей планете. Изменения происходят во всех экосистемах естественным или искусственным путем. В зависимости от причин, вызвавших смену биоценоза, сукцессии подразделяют на природные и антропогенные. Для прибрежной растительности характерны экологические сукцессии, представляющие собой последовательную смену биоценозов на одной и той же территории под воздействием различных факторов. Приморские равнины Прикаспия – наиболее молодые участки суши, растительный покров которых еще не сформировался и находится на разных стадиях сукцессионного развития. На флору и растительность регионов повлияли трансгрессивные и регрессивные этапы истории Каспийского моря. Береговая линия постоянно менялась под действием природных и антропогенных факторов. В 1996 году произошло изменение водного баланса моря, которое привело к снижению его на 26,96 м. В настоящее время Каспийское море находится в регрессивной фазе. Возникает задача определения дальнейшего развития динамических изменений прибрежной растительности. В статье представлены результаты наблюдений за динамикой растительности на стационарных трансектах, расположенных на ключевых площадках, отличающихся по степени обводненности. С помощью кластерного анализа выделено три экотона растительных сообществ. Прибрежная полоса Каспийского моря Республики Дагестан рассмотрена как модель, изучение которой позволяет проследить экологические сукцессии растительности, связанные с изменениями уровня воды.

**Ключевые слова:** Республика Дагестан, сукцессии, экотопы, растительность, динамика

## ECOLOGICAL SUCCESSIONS OF COASTAL VEGETATION IN THE CASPIAN SEA LEVEL MODERN DYNAMICS CONDITIONS

M.I. Dzhalalova, PhD in Biological Sciences

Pricaspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center RAS, Mahachkala, Republic of Dagestan, Russia

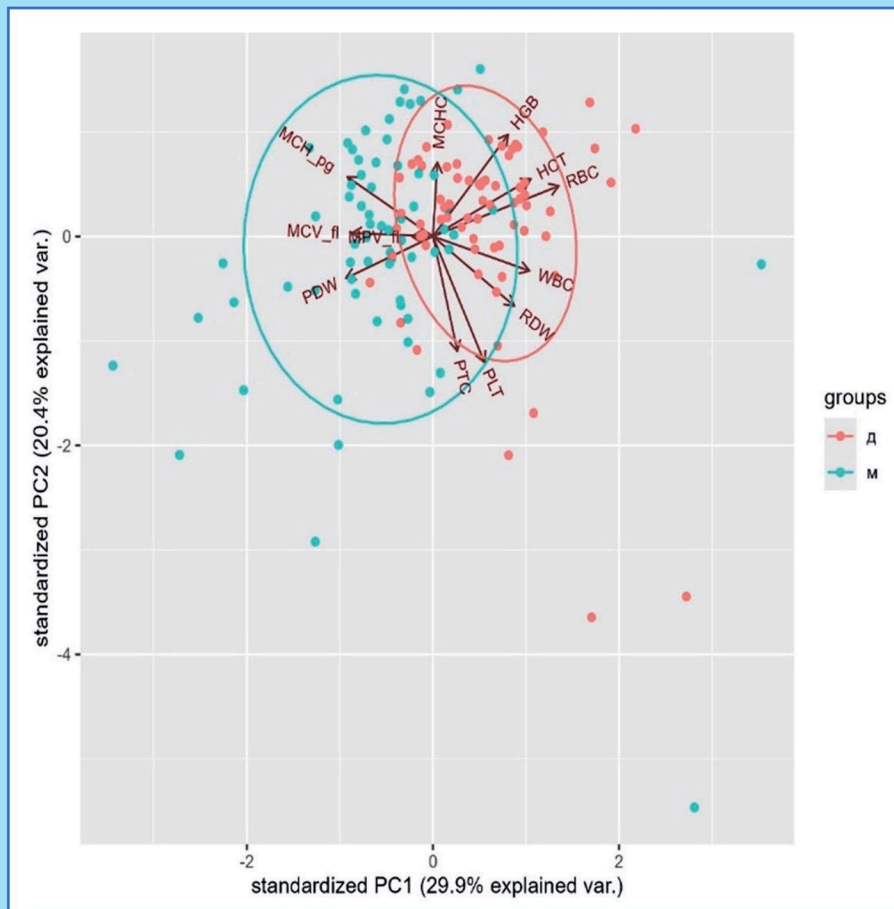
E-mail: d.marina.66@mail.ru

**Abstract.** Succession processes occur continuously throughout the planet. Changes occur in all ecosystems, either naturally or artificially. Depending on the reasons that caused the change in biocenosis, successions are divided into natural and anthropogenic. Coastal vegetation is characterized by ecological successions, which represent a successive change of biocenoses in the same territory under the influence of both natural and anthropogenic factors. The coastal plains of the Caspian region are the youngest land areas, the vegetation cover of which has not yet formed and is at different stages of successional development. The flora and vegetation of the regions were significantly influenced by the transgressive and regressive stages of the history of the Caspian Sea. The coastline was constantly changing under the influence of natural and, nowadays, anthropogenic factors. In 1996, a change in the water balance of the sea occurred, which led to a decrease in the level of the Caspian Sea to approximately –26.96 m. In 2000, the sea level dropped by about 30 cm, and by 2002 it had stabilized and was at about –27 m. Since 2006, the decline in the level of the Caspian Sea began and by 2022 it had reached a critical level of –28.7 m. At the present stage, the Caspian Sea is in a regressive phase. The task arises of determining the further development of dynamic changes in coastal vegetation. The results of observations of the dynamics of vegetation on stationary transects located at key sites differing in the degree of water flow are presented. Using cluster analysis, 3 ecotopes of plant communities were identified. The coastal strip of the Caspian Sea of the Republic of Dagestan is, as it were, a “model”, the study of which allows us to trace the ecological succession of vegetation associated with changes in water levels.

**Keywords:** Republic of Dagestan, succession, ecotopes, vegetation, dynamics



Рис. 3. Прорастание пыльцевых зерен малины ремонтантной.



Распределение гематологических показателей *герфордского* скота в пространстве главных компонент.