

Особую актуальность приобретает создание сортов, способных эффективно использовать биоклиматический потенциал региона без необходимости значительных внешних вмешательств. В этом контексте приоритетными направлениями становятся скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к биотическим стрессам, а также высокая адаптивность к конкретным почвенно-климатическим условиям [3]. Данные задачи особенно актуальны для юго-восточных регионов Казахстана, в частности Алматинской области, где нередко наблюдаются резкие перепады температур, возвратные заморозки и повышенная влажность в весенний период [4].

Интенсивные сорта, использовавшиеся в 80–90-х годах XX века, демонстрировали высокую продуктивность лишь при условии значительных затрат на агрохимикаты и орошение [5]. Однако в современных условиях такие технологии становятся экономически и экологически нецелесообразными. Селекция нового поколения направлена на создание экологически пластичных сортов, способных формировать стабильный урожай даже при умеренном агрофоне [6].

Выбор сорта становится стратегически важным элементом технологии возделывания, обеспечивающим до 60 % успеха всей производственной системы [7]. Особенно это касается таких культур, как огурец, чувствительных к условиям среды. Сорт, адаптированный к региональным условиям, может не только повысить урожайность, но и минимизировать потери от болезней и неблагоприятных погодных факторов [3,7].

Таким образом, развитие селекционной работы в овощеводстве — необходимое условие для устойчивого развития отрасли, адаптации к изменяющемуся климату и повышения продовольственной безопасности региона.

Методы и материалы

Мониторинг заболеваний

Исследование проводилось летом 2024 года в условиях зимней теплице РФ «Кайнар» ТОО «казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства». Объектом исследования служили 35 селекционных и коллекционных образцов огурца (таблица 1). Эксперименты выполнялись в трёх биологических и трёх технических повторностях.

Условия проведения экспериментов

Опыт закладывали и отбор плодов проводили по методике госсортоиспытания [8] Посев проведен 17 мая. Способ посева- семенами в грунт. Почвогрунт в теплице состоит из смеси перлита, торфа и кокосовой стружки с соотношением 1:1:1. Применяемая в теплице агротехника для культуры огурца - общепринятая для защищённого грунта. Растения выращивались с соблюдением стандартных агротехнических мероприятий.

Фенологические и фитопатологические наблюдения

Отмечались сроки основных фенологических фаз(всходы,цветение,плодоношение). Устойчивость к пероноспорозу оценивали в период массового плодоношения по 3-балльной шкале:

0 баллов - поражение листовой поверхности 0%;

1 балл – поражение $\leq 25\%$ - листовой поверхности;

2 балла – единичные пятна на единичных листьях -поражение листовой поверхности 12,5-25%;

3 балла – пятна на многих листьях - поражено 50-75% листьев.

Оценку проводили визуально на каждом растении с учетом повторностей.

При проведении научно-исследовательских работ были использованы следующие методические руководства:

-Методические указания по селекции огурца, М, Агропромиздат 1985 [9], в которых изложены базовые принципы отбора, оценки исходного материала и формирования селекционных популяций;

-Методические указания по селекции и семеноводству гетерозисных гибридов огурца М, 1985 с-3 [10], содержащие рекомендации по организации гибридизации, поддержанию и

воспроизводству исходных линий, а также методические приемы контроля качества гибридного материала.

Несмотря на то, что данные руководства были опубликованы в 1980-е годы, они по-прежнему сохраняют актуальность, так как содержат фундаментальные принципы полевых испытаний, фенологического учёта и фитопатологической оценки устойчивости растений, которые остаются универсальными и применимыми в современных условиях. Использование этих документов позволило обеспечить сопоставимость полученных данных с результатами ранее выполненных исследований в области селекции огурца, а также соблюсти преемственность методических подходов в проведении опытов.

Выделение ДНК

С 2024 года началась экспериментальная фаза исследования, в рамках которой осуществлялось выделение ДНК. Выделяли из свежих и гербаризированных листьев методом СТАВ. Качество и количество ДНК проверили в гель-электрофорезе в 1,8 % агарозном геле. Все лабораторные эксперименты выполнены на базе Центра биотехнологии растений Казахского Национального аграрного исследовательского университета (г.Алматы,Казахстан).

Молекулярный скрининг проводился методом ПЦР с применением молекулярных маркеров. ДНК выделяли из листьев 35 различных сортов огурца(таблица-1).

Таблица 1. Гибридные формы огурца по месту отбора образцов

Сорт гибрида	Место отбора образца
№284	Питомник предварительного сортоиспытания
№584	
№310	
№308	
№506	
№600	
№532	
№439	
№300	
№602	Питомник конкурсного сортоиспытания
№568	
№264	
К-22	
Асылым	
Георг F2	
Северин F2	Коллекционный питомник
Берн F2	
Г-530	Селекционный питомник F ₁ - F ₄
К-2-101 F3	
Гентле F3	
ВК-083 F2	
№519 F1	
№3 Корея F1	
К-1-78 F1	
К-1-81 F1	
К-1-115	
№4544	
№531 F1	
№297 F4	
№306 F3	
№293 F3	
К-1-63 F1	
К-1-50 F1	
К-1-1 F2	
К-2-108 F1	

Для идентификации генов устойчивости к пероноспорозу использовались маркеры CAPs_ENK60(локус Dm5.1) и SSR00772(локус Dm5.3). ПЦР проводили как по стандартным, так и по оригинальным протоколам [13]. Последовательности праймеров и размеры амплифицированных фрагментов представлены в таблице-2.

Таблица 2- Характеристики ДНК маркеров для идентификации аллельного состояния генов устойчивости к пероноспорозу

Устойчивые гены	Название маркера	Тип маркера	Последовательность праймера (5'→3')	Размер аллели (п.н.)
Dm5.1	ENK60	CAPs	F: - GAATAGATAGGCTACACTTT	490
	ENK60_		R: -GTATAAAACTTGAGTGAATT	400
Dm5.3	00772_F	SSR	F: - AGAAGCGTTGGGGGAAAATA	172
	00772_R		R: -TGCTACCTCACATGGTTTTG	

Постановка ПЦР. Реакционный состав и температурно-временные режимы подбирали согласно аннотации, прилагаемой к ферменту и характеристикам праймеров. Компоненты ОТ-ПЦР-РВ представляет собой, общий объём смеси 20 мкл, и каждый из них состоит 4мкл хромосомной ДНК, 0,5 мкл dNTP, 1,5 мкл MgCL₂, 0,88 мкл каждого праймера, 0,25 мкл Taq-полимеразы. Для реакционной смеси РТ-ПЦР анализа использовали амплификатор (QIAGEN Hilden, Germany, Rotor-Gene Q), запрограммированном на один цикл при 94°C для обратной транскрипции 2 мин 30 с, 94°C для активации полимеразы 30 с, затем 33 циклов при 55°C в течение 30 с., и 72°C в течение 1 мин и 72°C в течение 5 мин. Все компоненты произведены Thermo Fisher Scientific. Амплификацию проводили в термоциклере производства BIORAD. Продукты амплификации разделяли в 1,8% агарозном геле с добавлением бромида этидия. Определение длины амплифицированных фрагментов проводилось по сравнению с ДНК - маркерами «100 bp DNA Ladder» (Invitrogen Corporation). Визуализацию проводили с помощью системы iBright™ (Thermo Fisher Scientific).

Результаты и обсуждение

Пероноспороз (ложная мучнистая роса) по-прежнему остаётся одним из самых распространённых и опасных заболеваний огурца. В связи с этим основным направлением селекции является создание устойчивых сортов, адаптированных к различным агроклиматическим условиям. Для достижения этой цели необходимо выявлять и отбирать устойчивые источники, пригодные в качестве доноров в селекционных программах [11].

Генотипирование проведено для выявления образцов с генами устойчивости к пероноспорозу. Протестировано 35 образцов. С использованием ПЦР и ДНК-маркеров определяли наличие генов Dm5.1 и Dm5.3. Амплификация продуктов размером 400 и 490 п.н. с праймером CAPs_ENK60 указывала на наличие доминантных аллелей Dm5.1. Положительный результат получен у сортов: 584, 308, 506, 600, 532, 439, 300, 602, 568, К-22, Асылым, Северин F2, Берн F2, Г-530, К-2-101 F3, Гентле F3, ВК-083 F2, 519-F1, К-1-81 F1, К-1-115, 4544, 531 F1, 297 F4, 306 F3, 293 F3, К-1-1 F2 (рисунок-1). Эти образцы- потенциальные носители гена Dm5.1.

Выводы: Результаты ПЦР-амплификации с использованием праймера CAPs_ENK60, направленного на выявление доминантного аллеля устойчивости к пероноспорозу (ген Dm5.1) у 35 сортов огурца (*Cucumis sativus*).

Маркер молекулярной массы (М) расположен слева на обеих частях геля. Молекулярный скрининг показал, что 26 из 35 образцов (74,2%) содержали аллели, ассоциированные с локусом Dm5.1 (маркер CAPs_ENK60), у остальных 9 сортов амплификат отсутствует, что может указывать на рецессивный аллель или отсутствие соответствующего локуса.

Для выявления носителей гена устойчивости Dm5.3 нами был использован специфичный праймер SSR00772. В результате эксперимента, характерный фрагмент амплификации в размере 172 п.н. обнаружен у 32 сортов(91,4%): 284, 584, 310, 308, 506,600,532,439, 300, 602, 568, 264, К-22 ,Асылым, Георг F2, СеверинF2, Берн F2, Г-530, К-2-101 F3, Гентле F3, ВК-083 F2, 519- F1, К-1-78 F1, К-1-81 F1, К-1-115,4544, 531 F1, 297 F4, 306 F3, 293 F3, К-1-1 F2, К-2-

108 F1. Таким образом, locus Dm5.3 проявил более высокую диагностическую ценность по сравнению с Dm5.1, что согласуется с зарубежными исследованиями [1,5]. Результаты показаны на рисунке 2.

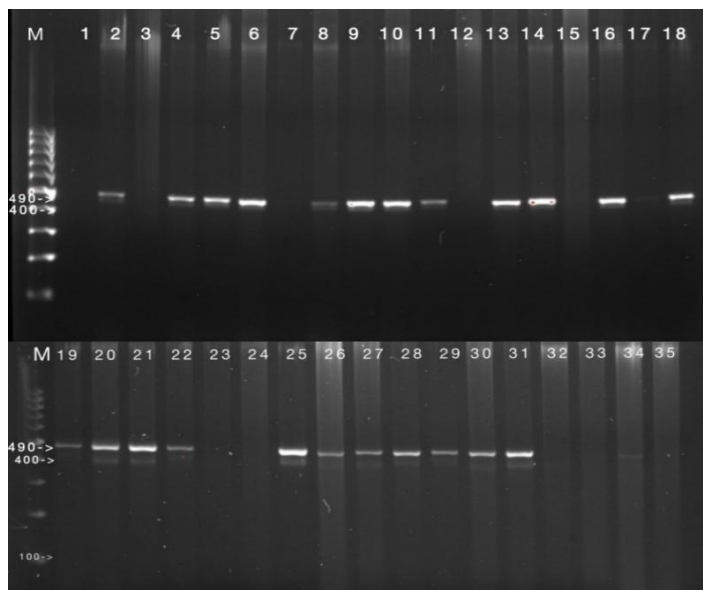


Рисунок -1. Результаты электрофоретического анализа продуктов амплификации ДНК-маркеров- CAPs_ENK60 (400-490bp) ген устойчивости к пероноспорозу

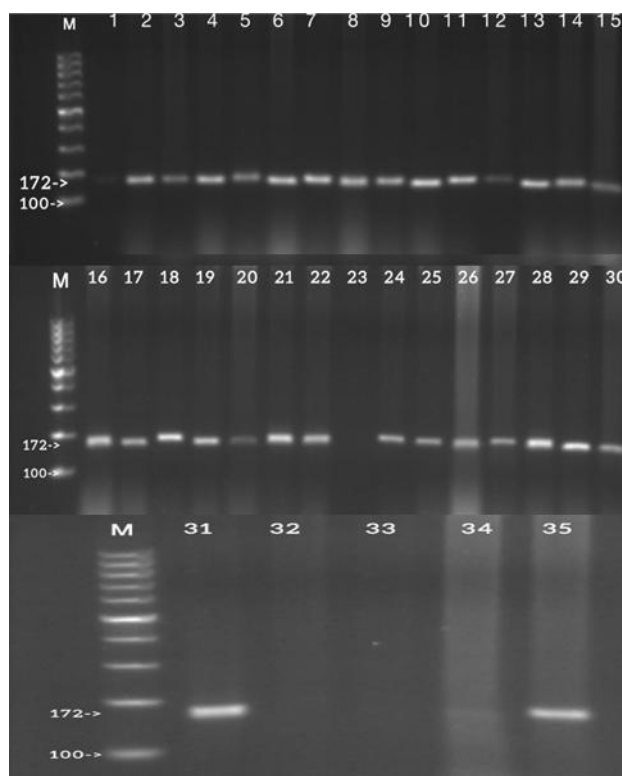


Рисунок-2. Результаты электрофоретического анализа продуктов амплификации ДНК-маркеров- SSR00772(172bp) ген устойчивости к пероноспорозу

Выводы: Результаты электрофоретического анализа продуктов ПЦР, полученных с использованием SSR-маркера SSR00772, ассоциированного с геном устойчивости к пероноспорозу (*Pseudoperonospora cubensis*) у 35 сортов огурца (*Cucumis sativus*).

Наличие амплификационного продукта размером 172 пар оснований (п.н.) указывает на присутствие аллеля, связанного с устойчивостью к патогену. Среди 35 проанализируемых

сортов устойчивость была подтверждена у 32 генотипов потналичию характерного амплификационного фрагмента. Оставшиеся три образца продемонстрировали отсутствие диагностируемого аллеля и, соответственно, восприимчивость к пероноспорозу.

Проведенный молекулярно-генетический анализ подтвердил применимость SSR - маркеры CAPs_ENK60 и Dm5.3-SSR00772 для идентификации устойчивых к пероноспорозу образцов огурца. Маркер Dm5.3-SSR00772 выявил устойчивость у 91,4 % образцов, что существенно выше, чем в ряде работ, включая исследование Пахратдиновой и Рсалиева [12], где аналогичный маркер определял устойчивость в меньшем проценте случаев.

Высокая частота обнаружения устойчивых аллелей в анализируемой популяции свидетельствует о прогрессе в селекционной работе и использовании современных методов молекулярной диагностики. Это позволяет сделать вывод о том, что применённый подход способен значительно повысить точность и эффективность отбора перспективных генотипов.

Результаты также указывают на ведущую роль локуса Dm5.3 в формировании устойчивости к *Pseudoperonospora cubensis* у исследованных образцов. Более высокая чувствительность маркера Dm5.3-SSR00772 по сравнению с CAPs_ENK60 может отражать как различия в структуре генетических регионов, так и влияние фоновых генетических факторов.

Тем не менее, для подтверждения и расширения полученных данных необходимы дополнительные исследования с увеличенным числом образцов и включением фенотипических испытаний в разных условиях. Кроме того, расширение набора маркеров позволит комплексно оценить генетическую устойчивость и повысить надёжность диагностики.

Полученные результаты подтверждают практическую ценность молекулярно-генетического анализа в селекции огурца, способствуя созданию устойчивых сортов и повышению продуктивности агропроизводства.

Международных исследованиях SSR-маркеры (Dm5.1, Dm5.3) широко применяются для ускорения селекции устойчивых форм огурца [2,7]. Однако большинство исследование проводилось на европейских и азиатских коллекциях, тогда как в Казахстане подобные исследования только начинают проводиться. Наши данные дополняют эти результаты, впервые демонстрируя эффективность маркер-ассоциированного анализа на местных сортах и гибридах, что открывает новые возможности для селекционной работы в регионе.

Фенологические наблюдения показали, что растения развивались в пределах нормы, что говорит об их хорошей адаптации к условиям выращивания.

Оценка поражения пероноспорозом проводилась по 3-балльной шкале: 0-1 балл - устойчивость, 2-3 восприимчивость. Образцы, определённые как устойчивые по молекулярным маркерам, показали минимальное поражение, что подтверждает связь между генотипом и фенотипом.

Совместное использование SSR-маркеров, полевых оценок и биометрии повышает точность отбора устойчивых генотипов и позволяет эффективно формировать новые сорта, устойчивые к пероноспорозу.

Для подтверждения результатов рекомендуется расширить число образцов, включить дополнительные локусы и проводить исследования в различных агроклиматических зонах. Такой подход обеспечит более высокую эффективность селекционной работы. Следует отметить, что полученные результаты носят предварительный характер, так как исследование проведено в течение одного сезона и в условиях одной теплицы. Для окончательной валидации выявленных генотипов необходимо проведение многократных экспериментов в различных агроклиматических зонах, а также включение дополнительных молекулярных маркеров.

Выводы

С помощью молекулярно-генетического анализа с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР) исследование было направлено на выявление наиболее устойчивых генотипов огурца к грибковому заболеванию среди казахстанских сортов.

Проведённое исследование подтвердило высокую эффективность использования молекулярных маркеров при селекции огурца на устойчивость к пероноспорозу. С

применением SSR-маркеров было проанализировано 35 селекционных образцов, среди которых у 26 образцов (74,2 %) с помощью маркера CAPs_ENK60 была выявлена ассоциация с локусом устойчивости Dm5.1, а у 32 образцов (91,4 %) — с локусом Dm5.3, используя маркер Dm5.3-SSR00772.

Сопоставление молекулярных данных с результатами полевых фенотипических наблюдений выявило наличие корреляции между носительством устойчивых аллелей и сниженной степенью поражения растений. Это подтверждает взаимосвязь генотипа и фенотипа в условиях заражения возбудителям.

Перспективными для селекции на устойчивость к пероноспорозу являются образцы №439, Северин F1, Берн F2 и сорт Асылым, обладающие высокой продуктивностью и подтвержденной устойчивостью.

Результаты исследования являются предварительными и требуют дальнейшей проверки в разных агроклиматических условиях, а также расширения набора используемых молекулярных маркеров для комплексной оценки устойчивости.

Полученные данные свидетельствуют о наличии генетически устойчивых форм, представляющих значительный интерес для дальнейшей селекционной работы, что позволит создавать новые сорта и гибриды с повышенной устойчивостью и стабильной урожайностью.

Благодарность. Данная работа была поддержана проектом Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по ПЦФ ННТП ИРН BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» (2024-2026).

Авторы выражают благодарность всем, кто оказал поддержку и содействие в процессе подготовки данной научной статьи, а также сотрудникам «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» за созданные условия для проведения исследования.

Список литературы

1. Yang F. et al. Genetic Basis of Agronomic Traits in Cucumber: A Review of QTL Mapping Studies //Molecular Plant Breeding. – 2025. – Т. 16.
2. Шойбекова *, А., Джантасов, С., & Нусипжанов, Н. (2021). Прививка Гибрида Огурца (Лат. Cucumis Sativus) На Подвои Тыквы (Лат. Cucurbita), Устойчивых К Патогену Fusarium. Izdenister Natigeler, (1 (89), 167–176. <https://doi.org/10.37884/1-2021/18>
3. Kumari P. et al. Studies on Heterotic Pattern for Earliness, Yield and Quality Traits in Cucumber by Utilizing Monoecious, Gynoecious and Parthenocarpic Lines //Tropical Plant Biology. – 2025. – Т. 18. – №. 1. – С. 23. <https://doi.org/10.1007/s12042-024-09390-0>
4. Абзетова Е.А. и др. Продуктивность тепличного огурца в зависимости от типов почв и норм внесения минеральных удобрений в условиях Юго-Восточного Казахстана. – 2015.
5. Kahveci E. et al. Genomic-assisted marker development suitable for Cscvy-1 selection in cucumber breeding //Frontiers in Plant Science. – 2021. – Т. 12. – С. 691576. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.691576>
6. Bhattarai K. et al. Improvement of crop production in controlled environment agriculture through breeding //Frontiers in Plant Science. – 2025. – Т. 15. – С. 1524601. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1524601>
7. Thapliyal V. et al. Utilizing novel parthenocarpic gynoecious cucumber (Cucumis sativus L.) inbreds for exploiting their heterotic potential under poly-house conditions //Euphytica. – 2023. – Т. 219. – №. 9. – С. 99. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03229-7>
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый общая часть. Москва 2019 г.
9. Кулякина Н. В., Юречко Т. К., Кузьмицкая Г. А. Наследник–новый сорт огурца дальневосточной селекции //Овощи России. – 2018. – №. 2. – С. 65-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-65-67>
10. Лаптев В. Н., Пучков М. Ю. Инновационные сорта и теоретические разработки отдела селекции и биотехнологии овощных культур внииоб и нпп" агропроектирование" за 45 лет

//Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – №. 1. – С. 5-18. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

11. Суханбердина Э. Х., Грушин А. А., Пискунова Т. М. Скрининг коллекции огурца по устойчивости к ложной мучнистой росе в зоне Нижнего Поволжья //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – №. 2. – С. 102-108. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-102-108>

12. Пахратдинова Ж. У., Рсалиев А. С., Амирханова Н. Т. Изучение генетических основ устойчивости сортов огурца к пероноспорозу на основе молекулярно-генетических маркеров //Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №. 11-3 (65). – С. 85-89. <https://Doi.Org/10.37884/1-2021/18>

13. Brunborg G., Rolstadaas L., Gutzkow K. B. Electrophoresis in the comet assay //Electrophoresis: Life Sciences Practical Applications. – 2018. – С. 526-652. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76880>

References

1. Yang F. et al. Genetic Basis of Agronomic Traits in Cucumber: A Review of QTL Mapping Studies //Molecular Plant Breeding. – 2025. – Т. 16.

2. Shojbekova *, A., Dzhantasov , S., & Nusipzhanov , N. (2021). Privivka Gibrida Ogurca (Lat. Cucumis Sativus) Na Podvoi Tykvy (Lat. Cucurbita), Ustojchivyyh K Patogenu Fusarium. Izdenister Natigeler, (1 (89), 167–176. <https://Doi.Org/10.37884/1-2021/18>

3. Kumari P. et al. Studies on Heterotic Pattern for Earliness, Yield and Quality Traits in Cucumber by Utilizing Monoecious, Gynoecious and Parthenocarpic Lines //Tropical Plant Biology. – 2025. – Т. 18. – №. 1. – С. 23. <https://doi.org/10.1007/s12042-024-09390-0>

4. Abzeitova E.A. i dr. Produktivnost' teplichnogo ogurtsa v zavisimosti ot tipov pochv i norm vneseniya mineral'nykh udobrenij v usloviyakh YUgo-Vostochnogo Kazakhstana. – 2015.

5. Kahveci E. et al. Genomic-assisted marker development suitable for Cscvy-1 selection in cucumber breeding //Frontiers in Plant Science. – 2021. – Т. 12. – С. 691576. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.691576>

6. Bhattarai K. et al. Improvement of crop production in controlled environment agriculture through breeding //Frontiers in Plant Science. – 2025. – Т. 15. – С. 1524601 <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1524601>

7. Thapliyal V. et al. Utilizing novel parthenocarpic gynoecious cucumber (Cucumis sativus L.) inbreds for exploiting their heterotic potential under poly-house conditions //Euphytica. – 2023. – Т. 219. – №. 9. – С. 99. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03229-7>

8. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops. Issue 1: General Part. Moscow, 2019.

9. Kulyakina N. V., YUrechko T. K., Kuz'mitskaya G. A. Naslednik–novyy sort ogurtsa dal'nevostochnoj seleksii //Ovoshhi Rossii. – 2018. – №. 2. – С. 65-67 <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-65-67>

10. Laptev V. N., Puchkov M. YU. Innovacionnye sorta i teoreticheskie razrabotki otdela seleksii i biotekhnologii ovoshchnykh kul'tur vniiob i npp" agrovnedrenie" za 45 let //Selekciya, semenovodstvo i tekhnologii vyrashchivaniya ovoshchnykh, bakhchevykh, tekhnicheskikh i kormovykh kul'tur. – 2014. – №. 1. – С. 5-18. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

11. Sukhanberdina E.H. KH., Grushin A. A., Piskunova T. M. Skrinig kolleksii ogurtsa po ustojchivosti k lozhnoj muchnistoj rose v zone Nizhnego Povolzh'ya //Trudy po prikladnoj botanike, genetike i seleksii. – 2019. – Т. 180. – №. 2. – С. 102-108. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

12. Pakhratdinova ZH. U., Rsaliev A. S., Amirkhanova N. T. Izuchenie geneticheskikh osnov ustojchivosti sortov ogurtsa k peronosporozu na osnove molekulyarno-geneticheskikh markerov //Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2017. – №. 11-3 (65). – С. 85-89. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-102-108>

13. Brunborg G., Rolstadaas L., Gutzkow K. B. Electrophoresis in the comet assay //Electrophoresis: Life Sciences Practical Applications. – 2018. – С. 526-652. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76880>

**А.К. Маденова^{1,2}, Е.Р. Қайыпжан *^{1,2}, С.К.Джантасов¹,
А.О.Нусупова¹, А.С.Джантасова¹**

¹Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru

ҚИЯРДЫҢ (*CUCUMIS SATIVUS* L.) ПЕРОНОСПОРОЗ ҚОЗДЫРҒЫШЫНА (*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS*) ТӨЗІМДІЛІГІН МОЛЕКУЛАЛЫҚ-ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аңдатпа

Пероноспороз (*Pseudoperonospora cubensis*) – ашық және қорғалған топырақ жағдайларында қиярға (*Cucumis sativus* L.) кең таралған және аса зиянды аурулардың бірі. Бұл ауру Қазақстанды қоса алғанда, қияр өсірілетін барлық негізгі аймақтарда кездеседі және өнімнің сапасы мен шығымын едәуір төмендетуі мүмкін. Қазіргі жағдайда пероноспороздан қорғанудың ең тиімді, экологиялық қауіпсіз әрі экономикалық жағынан тиімді тәсілі – патогенге генетикалық төзімділігі бар сорттар мен будандарды пайдалану.

Осы зерттеудің мақсаты – ПЦР-талдауы мен төзімділікке байланысты микросателлитті (SSR) маркерлерді қолдана отырып, пероноспорозға төзімді қияр үлгілерін молекулалық деңгейде сәйкестендіру болды. Зерттеуде қиярдың 35 селекциялық үлгісі талданды. SSR-маркерлерін қолдану арқылы төзімділіктің Dm5.1 және Dm5.3 QTL-аймақтарымен байланысы анықталды. Dm5.1 локусымен байланысты CAPs_ENK60 маркері 26 үлгіде (74,2 %) төзімділіктің болуын көрсетті. Dm5.3 аймағында орналасқан Dm5.3-SSR00772 маркері 32 үлгіде (91,4 %) төзімділікті растады.

Алынған нәтижелер молекулалық маркерлерді пероноспорозға төзімді қияр сорттарын селекциялауда тиімді пайдалануға болатынын көрсетеді. Айқындалған төзімді үлгілер болашақта жаңа төзімді сорттар мен будандарды жасауға бағытталған селекциялық бағдарламаларда үлкен қызығушылық тудырады.

Кілт сөздер: қияр, пероноспороз, төзімділік, SSR-маркерлер, Dm-гендер, QTL-аймақтар, селекция, ПТР-талдау (полимеразды тізбекті реакция)

**Madenova^{1,2}, Y.R. Kaiypzhan *^{1,2}, S. Jantassov¹,
A. Nussupova¹, A. Jantassova¹**

¹ Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute», Almaty, Kazakhstan, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS OF CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS* L.) RESISTANCE TO THE DOWNY MILDEW PATHOGEN (*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS*)

Abstract

Downy mildew, caused by the pathogen *Pseudoperonospora cubensis*, is one of the most harmful and widespread diseases of cucumber (*Cucumis sativus* L.), affecting plants in both open fields and protected environments. The disease has been reported in all major cucumber-growing regions, including Kazakhstan, and can lead to significant reductions in yield and product quality. Under current conditions, the most effective, environmentally safe, and economically justified

method of protecting plants from downy mildew is the use of varieties and hybrids with genetic resistance to the pathogen.

The aim of this study was the molecular identification of cucumber samples resistant to downy mildew using PCR analysis and microsatellite (SSR) markers associated with resistance loci. In total, 35 breeding cucumber samples were analyzed. Using SSR markers, an association of resistance with QTL regions Dm5.1 and Dm5.3 was established. The marker CAPs_ENK60, associated with the Dm5.1 locus, identified resistance in 26 samples (74.2%). The second marker, Dm5.3-SSR00772, located in the Dm5.3 region, confirmed resistance in 32 samples (91.4%).

The results demonstrate the high efficiency of using molecular markers in cucumber breeding for resistance to downy mildew. The identified resistant samples are of significant interest for further breeding efforts and can be used in programs to develop new resistant cucumber varieties and hybrids.

Key words: cucumber, downy mildew, resistance, SSR markers (Simple Sequence Repeat markers), Dm genes, QTL (Quantitative Trait Loci), breeding, PCR analysis (Polymerase Chain Reaction analysis)

Вклад авторов

С.К - Концептуализация

С.К - Курирование данных

А.Н., Е.К - Формальный анализ

Е.К., А.Д - Расследование.

Е.К., А.Д - Методология.

С.К - Администрирование проекта

Е.К., А.М - Ресурсы

С.К. - Программное обеспечение

А.Н., А.М - Надзор

А.Н.- Проверка

С.К - Визуализация

С.К., А.Н., А.М. - Написание обзор редактирование

МРНТИ 62.13.63

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/33>

Ш.А. Альпейсов^{1}, А.В. Коржиков², Г.Б. Ильмалиева³, Ж. Рамазанқызы⁴*

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, sh.alpeisov1960@gmail.com**

²*ТОО «Рийк Цваан», Алматы, Казахстан, korand07@mail.ru*

^{3,4} *ТОО «Urban Group», Алматы, Казахстан, Ilmalieva_g@mail.ru ramazan@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНОГО СЛОЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАМПИНЬОНА (AGARICUS BISPORUS)

Аннотация

В настоящее время в Казахстане активно развивается грибоводство, и, в частности, выращивание шампиньона. Для производства грибов в республике имеются значительные ресурсы и сырьевая база, состоящая из отходов продуктов переработки сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. Для полного цикла производства шампиньона в мировой практике используется сфагновый торф для насыпки покровного слоя на субстрат, но Казахстан не обладает какими-либо существенными его запасами. Импорт же из России и стран Западной Европы ведёт к значительным затратам.