

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 2 (121). - Б.36-47. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.2(121).1689

УДК 57.084.1

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ТОМАТА (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ К АЛЬТЕРНАРИОЗУ

Есимсеитова Асель Кайратовна

Докторант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: asel_1388@bk.ru

Абдрахманова Айша Бауыржановна

Магистрант

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

г. Астана, Казахстан

E-mail: aishabdrakhman@mail.ru

Абдуллаева Барчиной Мадаминовна

Магистр сельскохозяйственных наук

Региональный филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт

картофелеводства и овощеводства «Кайнар»

с. Кайнар, Казахстан

E-mail: barchinay.65@mail.ru

Муранец Анна Петровна

Кандидат биологических наук, доцент

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: muranets@rambler.ru

Токбергенова Журсинкул Абдугаппаровна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Региональный филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт

картофелеводства и овощеводства «Кайнар»

с. Кайнар, Казахстан

E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru

Какимжанова Алмагуль Апсаламовна

Доктор биологических наук, ассоциированный профессор

Национальный центр биотехнологии

г. Астана, Казахстан

E-mail: kakimzhanova@biocenter.kz

Аннотация

Томаты (*Solanum lycopersicum L.*) являются одной из важнейших продовольственных культур в мире. Альтернариоз, вызываемый грибом рода *Alternaria*, является одной из самых разрушительных болезней томатов во всем мире, при этом потери урожая могут достигать до 80%. В данном исследовании для скрининга томатов на устойчивость к альтернариозу

изучено 39 сортов и гибридов казахстанской селекции. Для скрининга на устойчивость к альтернариозу использован изолят гриба *Alternaria alternata* на искусственном инфекционном фоне. Оценивали степень заражения растений томата возрастом 40 и 70 дней и рассчитывали процент индекса заболеваемости (PDI). Генотипы Венера×Мечта и Глориях×BSS-335 показали высокую устойчивость к альтернариозу по сравнению с другими генотипами. Сорт томата Умит характеризовался, как устойчивый с PDI равным 10,0%. Таким образом, эти генотипы могут быть использованы в программах селекции для создания устойчивых сортов томата.

Ключевые слова: томат; альтернариоз; *Alternaria*; устойчивость; восприимчивость; *Solanum lycopersicum*; инокуляция.

Введение

Томаты (*Solanum lycopersicum L.*) являются одной из важнейших овощных культур в мире [1]. По данным на 2022 год, производство томатов в мире составило более 186,1 млн тонн [2]. Благодаря высокому содержанию фолиевой кислоты, витамина С и калия [3], антиоксиданта ликопина [4], плоды томата являются ценным компонентом в рационе человека и употребляются, как в свежем виде, так и в качестве переработанных консервных изделий и всевозможных добавок [5]. Также томаты являются незаменимым продуктом при профилактике сердечно-сосудистых заболеваний [6]. Однако на производство томатов влияют биотические стрессы, такие как вирусы, грибные болезни, насекомые и т.д. [7].

Альтернариоз, вызываемый грибом рода *Alternaria* [8], является одной из самых распространенных болезней томатов в мире и потери урожая могут достигать до 80% [9]. Благоприятными факторами для заражения являются теплые и влажные условия окружающей среды. Непосредственно прорастание конидий происходит при температуре 8-32°C с проникновением патогена через устьица или раны в ткани растений, тем самым вызывая инфекцию. Поражения появляются через 2-3 дня после заражения и зависят от условий окружающей среды [10]. Симптомы болезни проявляются в виде округлых пятен от коричневого до черного цвета, достигающие до 2 см в диаметре, которые появляются на нижних листьях. Затем листья желтеют и засыхают. Также известно, что распространение альтернариозов приходится на поздний этап вегетационного периода и достигает 90-100% [11].

В борьбе с альтернариозом используются различные методы, такие как агротехнический, биологический и химический контроль, свободный от болезней посадочный материал и использование устойчивых сортов. Эффективным методом в борьбе с альтернариозом является применение фунгицидов. Использование устойчивых сортов также является одним из важных методов борьбы с альтернариозом и получило широкое распространение в селекционных программах по всему миру. На сегодняшний день в мировой практике устойчивого сельского хозяйства наблюдается тенденция к сокращению использования химических веществ и безопасности для окружающей среды и здоровья человека [12].

Таким образом, использование устойчивых сортов является наиболее эффективной и устойчивой мерой в борьбе с альтернариозом. Интеграция устойчивых сортов позволит снизить применение химических веществ и принесет значительные выгоды, в том числе финансовые и экологические. Однако культивируемые сорта томатов восприимчивы к болезни и лишь немногие имеют устойчивость к альтернариозу. Устойчивость была выявлена у диких видов *S. habrochaites*, *S. pimpinellifolium* и *S. peruvianum*, которые были использованы в программе селекции томатов для создания устойчивых линий [10]. Целью данного исследования является скрининг 39 сортов и гибридов томата казахстанской селекции на устойчивость к альтернариозу и идентификация доноров устойчивости для использования в программах селекции.

Материалы и методы

Растительный материал

Для скрининга томатов на устойчивость к альтернариозу использовано 39 сортов и гибридов казахстанской селекции, из них два сорта получены методом индивидуального отбора из образцов иностранного происхождения. Остальные образцы получены методом половой гибридизации с последующим отбором на урожайность, крупноплодность, вкусовые качества

плодов и устойчивость к основным болезням. Семена были предоставлены Казахским научно-исследовательским институтом плодовоовощеводства (далее КазНИИПО), г. Алматы. Оценка устойчивости данных сортов и гибридов к альтернариозу была проведена в лаборатории биотехнологии и селекции растений на базе Национального центра биотехнологии.

Приготовление инокулюма

Изолят гриба *Alternaria alternata* был получен из собранных пораженных плодов и листьев томата. Полученный изолят был выделен в чистую культуру на питательной среде КМА (10 г картофеля, 10 г моркови, 20 г агара) в чашки Петри с добавлением тетрациклина (50 мг/л). Чашки инкубировали при температуре 25 ± 2 °C при 12-часовом фотопериоде для оптимального роста мицелия. Через 10 дней после культивирования в чашки Петри аккуратно добавляли 10-15 мл стерильной воды и каплю Tween-20, для лучшей смачиваемости спор [13]. Концентрация спор в полученной суспензии была определена с использованием камеры Горяева и составляла 10 000 спор/мл.

Скрининг генотипов на устойчивость к альтернариозу на искусственном инфекционном фоне

Семена сортов и гибридов томата высеяны в пластиковые кассеты размером 54×28 см, наполненные стерильным торфом. Перед посевом семена обработаны в слабом растворе перманганата калия. Далее 2-недельные растения (при образовании 3-4 листьев) вынимали из кассет и пикировали в пластиковые горшки размером 9×9×9 см, наполненные почвенной смесью торфа: вермикулит в соотношении 3:1. Растения выращивали под люминисцентными лампами при температуре 23 °C с 12-ти часовым фотопериодом. Инокуляция была проведена грибом *A. alternata* на растениях томата возрастом 40 и 70 дней. Инокуляцию проводили путем опрыскивания растений, которые потом накрывали пленкой для создания высокой влажности в течение 48 часов. После этого пленку убрали и понижали влажность до 85%. Эксперимент был проведен в трех повторениях, в одной повторности использовали 6 растений. Контролем служили растения без проведения инокуляции грибом *A. alternata*. Через 10 дней после инокуляции оценивали степень поражения каждого растения томата и рассчитывали процент индекса заболеваемости (PDI) по методике Pandey (2003) [13]:

$$PDI = \frac{\sum \text{всех оценок} \times 100}{\text{Общее количество наблюдений} \times \text{максимальная оценка}}$$

Согласно данной классификации, генотипы были отнесены к высокоустойчивым (HR) (0-5%), устойчивым (R) (5,1-12,0%), умеренно устойчивым (MR) (12,1-25,0%), умеренно восприимчивым (MS) (25,1-50,0%).

Статистический анализ

Статистический анализ проводился на языке программирования *Python 3* с использованием библиотеки *Pandas*, а также библиотеки *SciPy* для анализа дисперсии (ANOVA) и проведения множественных сравнительных тестов на основе метода Тьюки (HSD). Уровень статистической значимости был установлен на уровне 5% ($P \leq 0,05$).

Результаты

При оценке устойчивости через 5 суток после проведения инокуляции на некоторых сортах наблюдали симптомы заболевания на растениях томата - пожелтение листьев с последующим появлением хлоротичных пятен характерных для альтернариоза. На контрольных растениях (без инокуляции) признаки проявления альтернариоза не наблюдали. Скрининг сортов и гибридов на устойчивость к альтернариозу в искусственных условиях показал значительные различия среди генотипов. Так, индекс заболеваемости растений томата возрастом 40 дней варьировал от 0 до 36,7% и возрастом 70 дней от 0 до 40%. На основании процента индекса заболеваемости (PDI) генотипы классифицированы на значительно различающиеся группы (таблица 1, рисунок 1).

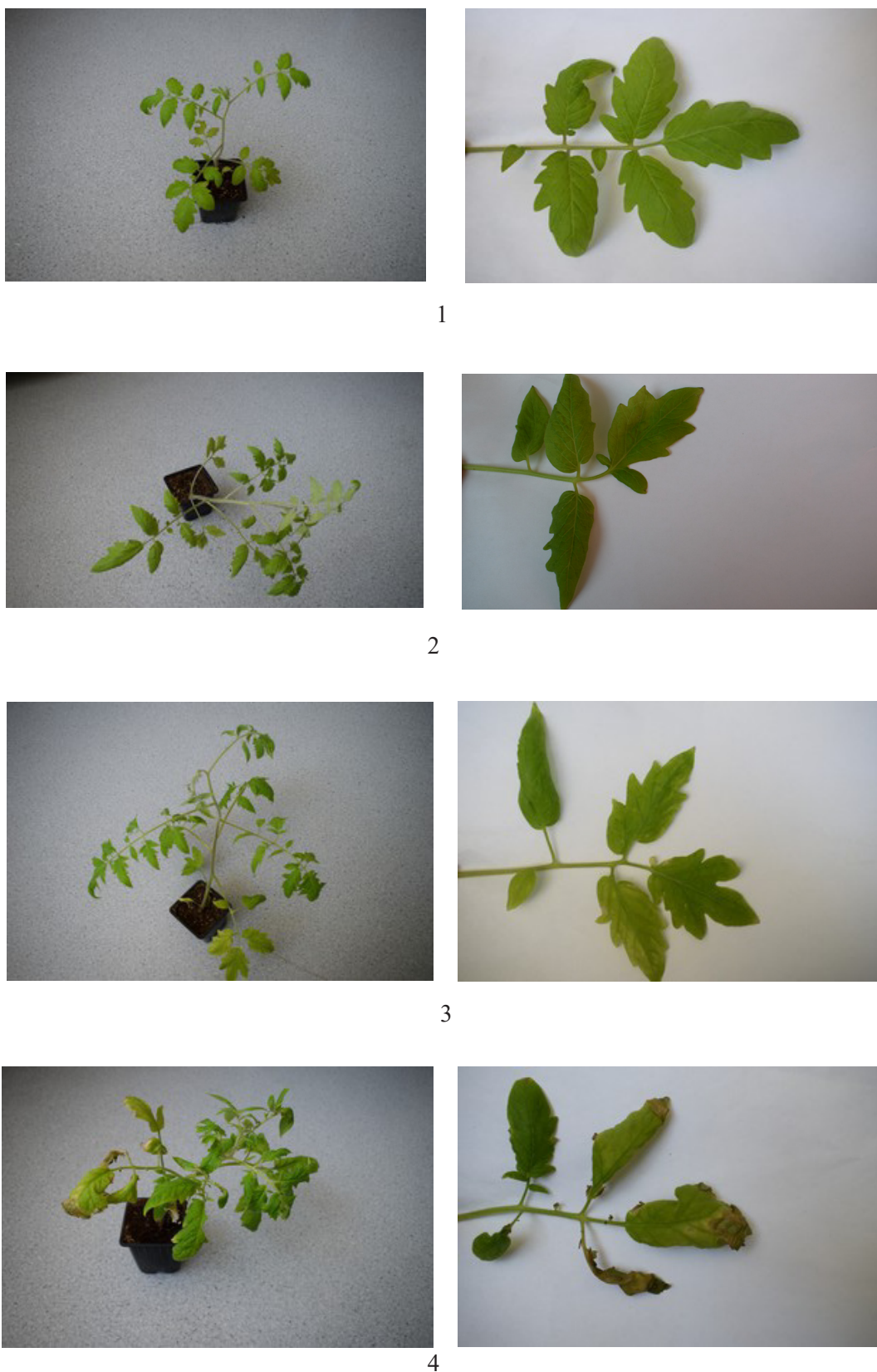


Рисунок 1 – Реакция растений томата после инокуляции изолятом гриба *A. alternata*:
1 - высокоустойчивый; 2 - устойчивый; 3 - умеренно устойчивый; 4 - умеренно восприимчивый

Из 39 генотипов томата возрастом 40 дней, которые использованы для скрининга, 9 были умеренно восприимчивыми, 26 - умеренно устойчивыми, один генотип проявил себя как устойчивый и 3 были высокоустойчивыми. Процент индекса заболеваемости для растений возрастом 70 дней показал следующие результаты: количество умеренно восприимчивых генотипов - 13, умеренно устойчивых - 23, устойчивых - 1 и высокоустойчивых два генотипа. Для большинства генотипов уровень реакции, на двух этапах наблюдений (40 и 70 дней), показал умеренную устойчивость к альтернариозу.

Среди сортообразцов томата возрастом 40 дней выделены генотипы Мечта, Таншолпан и К-10×Танаит, значение PDI которых показало умеренную устойчивость, но для возраста 70 дней они показали себя, как умеренно восприимчивыми с уровнем PDI 26,7%; 30% и 25,6% соответственно. Также изменение реакции на заболевание с устойчивого до умеренно устойчивого наблюдали у сорта Пламя с PDI 8,9% (40 дней) и 24,4% (70 дней). У сорта Умит, который показал реакцию, как высокорезистентный с PDI 3,3% (возраст 40 дней) наблюдали возрастание процента индекса заболеваемости до 10,0% (возраст 70 дней). Генотип Венера×Мечта и Глория×BSS-335 продемонстрировали высокую устойчивость к альтернариозу по сравнению с другими сортообразцами на двух этапах наблюдений.

Таблица 1 – Оценка на устойчивость к возбудителю альтернариоза при искусственной инокуляции сортов и гибридов томата

| № | Генотип | Возраст растения 40 дней | | Возраст растения 70 дней | |
|----|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | PDI | Устойчивость к болезни | PDI | Устойчивость к болезни |
| 1 | Самаладай | 27,8 | MS | 30,0 | MS |
| 2 | Меруерт | 21,1 | MR | 23,3 | MR |
| 3 | Лучезарный | 16,7 | MR | 23,3 | MR |
| 4 | Пламя | 8,9 | R | 24,4 | MR |
| 5 | Нарттай | 20,0 | MR | 21,1 | MR |
| 6 | Рассвет | 17,8 | MR | 21,1 | MR |
| 7 | Роза Востока × Г-205 | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 8 | Сюрприз | 27,8 | MS | 40,0 | MS |
| 9 | Лидер | 25,6 | MS | 36,7 | MS |
| 10 | Заря востока | 18,9 | MR | 20,0 | MR |
| 11 | Таншолпан | 20,0 | MR | 30,0 | MS |
| 12 | Г-103-88-2 | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 13 | Восторг | 23,3 | MR | 26,7 | MS |
| 14 | Огонек-777 | 20,0 | MR | 23,3 | MR |
| 15 | Умит | 3,3 | HR | 10,0 | R |
| 16 | Янтарь | 13,3 | MR | 13,3 | MR |
| 17 | Венера | 17,8 | MR | 24,4 | MR |
| 18 | Дарын | 30,0 | MS | 33,3 | MS |
| 19 | Аян | 20,0 | MR | 22,2 | MR |
| 20 | Мечта | 22,2 | MR | 26,7 | MS |
| 21 | Чудесный | 20,0 | MR | 24,4 | MR |
| 22 | Коркем | 26,7 | MS | 30,0 | MS |
| 23 | К-10 × Танаит | 20,0 | MR | 25,6 | MS |
| 24 | Г-2005 | 21,1 | MR | 21,1 | MR |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | |
|---|------------------------|--------|----|--------|----|
| 25 | Г-205 × Polset | 26,7 | MS | 33,3 | MS |
| 26 | Ситора × Сантьяго | 17,8 | MR | 18,9 | MR |
| 27 | Авицена × BBS-335 | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 28 | Китай-12 × Моя радость | 30,0 | MS | 35,6 | MS |
| 29 | Пламя × Polset | 20,0 | MR | 22,2 | MR |
| 30 | Авицена × Г-205 | 31,1 | MS | 31,1 | MS |
| 31 | Глория × BSS-335 | 0 | HR | 0 | HR |
| 32 | Лидер × Лучезарный | 36,7 | MS | 37,8 | MS |
| 33 | Искорка × Г-71-88-1 | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 34 | Авицена × ТМК | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 35 | Янгарь × BZ | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 36 | Венера × Мечта | 0 | HR | 0 | HR |
| 37 | Л-51-95-2 | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| 38 | Глория × Г-2001 | 18,9 | MR | 18,9 | MR |
| 39 | BSS-335 × Лидер | 20,0 | MR | 20,0 | MR |
| SEM | | 0,019 | | 0,022 | |
| CD (P=0.05) | | 0,0020 | | 0,0023 | |
| SEM - стандартная ошибка среднего (standard error of the mean); CD - критическая разница (critical difference); PDI - процент индекса заболеваемости; HR - высокоустойчивый; R - устойчивый; MR - умеренно устойчивый; MS - умеренно восприимчивый; S - восприимчивый; HS - высоковосприимчивый | | | | | |

Обсуждение

Устойчивые генотипы представляют большую ценность, как ресурс при использовании в программах селекции по созданию сортов [10, 14, 15]. По мнению Foolad и др., (2008) для ускорения процесса создания устойчивых сортов тестирование томатов на устойчивость к альтернариозу можно проводить в условиях теплицы на 7-8 недельных растениях. Так как часто в регионах из-за неподходящих условий окружающей среды или проявления других заболеваний проведение полевого скрининга затруднено. Данное исследование проведено нами с целью выявления источников устойчивости томата к альтернариозу. Для этого проведен скрининг 39 сортов и гибридов на растениях томата возрастом 40 и 70 дней в искусственных условиях, где оценена степень их устойчивости.

В исследованиях Yerasu и др., (2019) все генотипы в возрасте 40 дней показали наименьшее PDI по сравнению с 70 дневными растениями, исключением были два генотипа, где уровень восприимчивости не показал значительных изменений между двумя этапами наблюдений [15]. Также аналогичные данные получены в исследованиях Pandey и др., (2003) и Alizadeh и др., (2020) [13, 17]. Результаты исследований подтверждают, что восприимчивость к альтернариозу увеличивается с возрастом растения томата за исключением некоторых генотипов и может быть связана с особенностями сорта. При этом авторы сходятся во мнении, что скрининг томатов в искусственных условиях должен проводиться на растениях возрастом старше 50 дней.

Полученные нами результаты подтверждают эти данные. Генотипы Мечта, Таншолпан и К-10×Танаит показали умеренную устойчивость для растений возрастом 40 дней и умеренную восприимчивость для томатов возрастом 70 дней. Также у генотипов Пламя и Умит наблюдали возрастание процента индекса заболеваемости. По мнению Yerasu и др., (2019) это связано с возрастной резистентностью (age-related resistance), когда растение показывает уменьшение резистентности к патогену по мере роста и развития [15]. Многие ученые в своих исследованиях упоминают возрастную устойчивость как фактор, влияющий на резистентность растений к

патогенам и неблагоприятным условиям [18, 19], в особенности эти данные обширно описаны для фитофтороза томата [20, 21, 22].

Немногие сорта из культивируемых томатов (*S. lycopersicum*) имеют устойчивость к альтернариозу, как известно источники устойчивости были выявлены у диких видов *S. habrochaites*, *S. pimpinellifolium* и *S. peruvianum*, которые использовались в селекции для создания устойчивых сортов [10].

В результате исследований два генотипа Венера×Мечта и Глория×BSS-335 при искусственной инокуляции грибом *A. alternata* на двух этапах роста показали высокую устойчивость к альтернариозу. Сорт томата Умит характеризовался, как устойчивый. Таким образом, эти генотипы могут быть использованы в программах селекции для создания устойчивых сортов томата к альтернариозу.

Заключение

Проведена оценка устойчивости 39 сортов и гибридов томата казахстанской селекции к альтернариозу. Установлено, что восприимчивость к болезни увеличивается с возрастом растения томата и также связана с особенностями сорта. Генотипы классифицированы на четыре категории по проценту индекса заболеваемости растений: умеренно восприимчивые - 13, умеренно устойчивые - 23, устойчивые - 1 и два генотипа высокоустойчивые. Генотипы Венера×Мечта, Глория×BSS-335 и Умит являются ценными в программах селекции томата для повышения устойчивости к альтернариозу.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках проекта: AP19679502 «Поиск новых доноров и источников генов устойчивости к альтернариозу томата, и разработка *SCAR*-маркеров для создания устойчивых сортов» на 2023–2025 годы при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Boches, P., Evaluation of a subset of the *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* core collection for horticultural quality and fruit phenolic content [Text] / P. Boches, B. Peterschmidt, J.R. Myers // HortScience. - 2011. - Vol. 46. - P.1450-1455.
- 2 Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database - (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>).
- 3 Beecher, G.R. Nutrient content of tomatoes and tomato products [Text] / Experimental Biology and Medicine. - 1998. -Vol. 218(2). - P.98-100.
- 4 Vandenlangenberg, G.M. Influence of using different sources of carotenoid data in epidemiologic studies [Text] / G.M. Vandenlangenberg, W.E. Brady, L.C. Nebeling, G. Block, M. Forman, P.E. Bowen, Mares-Perlman J.A. // Journal of the American Dietetic Association. -1996. - Vol. 96. - P. 1271-1275.
- 5 Oruna-Concha, M.J. Differences in glutamic acid and 5'-ribonucleotide contents between flesh and pulp of tomatoes and the relationship with umami taste [Text] / M.J. Oruna-Concha, L. Methven, H. Blumenthal, C. Young, D.S. Mottram // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2007. - Vol. 55. - P. 5776-5780.
- 6 Collins, E.J. Tomatoes: An Extensive Review of the Associated Health Impacts of Tomatoes and Factors That Can Affect Their Cultivation [Text] / E.J. Collins, C. Bowyer, A. Tsouza, M. Chopra // Biology. - 2022. -Vol. 11. - P. 239.
- 7 Alsamir, M. An overview of heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) [Text] / M. Alsamir, T. Mahmood, R. Trethowan, N. Ahmad // Saudi journal of biological sciences. -2021. -Vol. 28. - P. 1654-1663.
- 8 Cannon, P.F. Fungal families of the world [Text] / P.F. Cannon, P.M. Kirk //Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International. -2007. - P. 456.

9 Nowicki, M. Alternaria Black Spot of Crucifers: Symptoms, Importance of Disease, and Perspectives of Resistance Breeding [Text] / M. Nowicki, M. Nowakowska, A. Niezgodna, E. Kozik // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. - 2012. - Vol. 76(1). - P. 5-19.

10 Adhikari, P., Current status of early blight resistance in tomato: an update [Text] / P. Adhikari, Y. Oh, D.R. Panthee // International journal of molecular sciences. - 2017. - Vol. 18(10). - P. 2019.

11 Ганнибал, Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода Alternaria [Текст]: Ганнибал Ф.Б. // Методические указания, РАСХН, - Санкт-Петербург. 2011. - №1. - 70 с.

12 Maurya, S. Management tactics for early blight of tomato caused by Alternaria solani: a review [Text] / S. Maurya, R. Regar, S. Kumar, S. Dubey // J. Plant Biol. Crop Res. - 2022. - Vol. 5. - P. 1062.

13 Pandey, K.K. Resistance to early blight of tomato with respect to various parameters of disease epidemics [Text] / K.K. Pandey, P.K. Pandey, G.Kaloo, M.K. Banerjee // Journal of General Plant Pathology. - 2003. - Vol. 69. - P. 364-371.

14 Rex, B. Screening of tomato (*Solanum lycopersicon* L.) genotypes by inducing systemic resistance against early blight disease caused by Alternaria solani [Text] / B. Rex, B. Gopu, N. Vinothini, S. Prabhu // Journal of Applied and Natural Science. - 2023. - Vol. 15. - P. 100-106.

15 Yerasu, S.R. Screening tomato genotypes for resistance to early blight and American serpentine leafminer [Text] / S.R. Yerasu, L. Murugan, J. Halder, H.C. Prasanna, A. Singh, B. Singh // Horticulture, Environment and Biotechnology. - 2019. - Vol. 60. - P. 427-433.

16 Foolad, M.R. Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato [Text] / M.R. Foolad, H.L. Merk, H. Ashrafi // Critical Reviews in Plant Sciences. - 2008. - Vol. 27. - P. 75-107.

17 Alizadeh-Moghaddam, G. Bio-genetic analysis of resistance in tomato to early blight disease, Alternaria alternata [Text] / G. Alizadeh-Moghaddam, Z. Rezayatmand, M. Nasr-Esfahani, M. Khozaei // Phytochemistry. - 2020. - Vol. 179. - P. 112486.

18 Panter, S.N. Age-related resistance to plant pathogens [Text] / S.N. Panter, D.A. Jones // Advances in Botanical Research. - 2002. - Vol. 38. - P. 251-280.

19 Adorada, D.L. Standardizing resistance screening to Pseudomonas fuscovaginae and evaluation of rice germplasm at seedling and adult plant growth stages [Text] / D.L. Adorada, B.J. Stodart, C.V. Cruz, G. Gregorio, I. Pangga, G.J. Ash // Euphytica. - 2013. - Vol. 192. - P. 1-16.

20 Runno-Paurson, E. Foliar resistance to the late blight pathogen Phytophthora infestans (Mont.) de Bary in a backcross of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Ando [Text] / E. Runno-Paurson, T. Tähtjärv, K. Tönismann, H. Peusha, A. Tsahkna, I. Jakobson, M. Koppel // Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science. - 2019. - Vol. 69. - P. 631-640.

21 Shah, S.R.A. Age-related resistance and the defense signaling pathway of Ph-3 gene against Phytophthora infestans in tomatoes [Text] / S.R.A. Shah, L.I. Tao, C.H.I. Haijuan, L. Lei, Z. Zheng, L. Junming, D. Yongchen // Horticultural plant journal. - 2015. - Vol. 1. - P. 70-76.

22 Mansfeld, B.N. Developmentally regulated activation of defense allows for rapid inhibition of infection in age-related resistance to Phytophthora capsici in cucumber fruit [Text] / B.N. Mansfeld, M. Colle, C. Zhang, Y.C. Lin, R. Grumet // BMC genomics. - 2020. - Vol. 21. - P.1-25.

References

1 Boches, P. Evaluation of a subset of the *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* core collection for horticultural quality and fruit phenolic content [Text] / P. Boches, B. Peterschmidt, J.R. Myers // HortScience. - 2011. - Vol. 46. - P.1450-1455.

2 Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database - (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>).

3 Beecher, G.R. Nutrient content of tomatoes and tomato products [Text] / Experimental Biology and Medicine. - 1998. - Vol. 218(2). - P.98-100.

4 Vandenlangenberg, G.M. Influence of using different sources of carotenoid data in epidemiologic studies [Text] / G.M. Vandenlangenberg, W.E. Brady, L.C. Nebeling, G. Block, M. Forman, P.E. Bowen, Mares-Perlman J.A. // Journal of the American Dietetic Association. - 1996. - Vol. 96. - P. 1271-1275.

5 Oruna-Concha, M.J. Differences in glutamic acid and 5'-ribonucleotide contents between flesh and pulp of tomatoes and the relationship with umami taste [Text] / M.J. Oruna-Concha, L. Methven, H. Blumenthal, C. Young, D.S. Mottram // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2007. - Vol. 55. - P. 5776-5780.

6 Collins, E.J. Tomatoes: An Extensive Review of the Associated Health Impacts of Tomatoes and Factors That Can Affect Their Cultivation [Text] / E.J. Collins, C. Bowyer, A. Tsouza, M. Chopra // Biology. - 2022. - Vol. 11. - P. 239.

7 Alsamir, M. An overview of heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) [Text] / M. Alsamir, T. Mahmood, R. Trethowan, N. Ahmad // Saudi journal of biological sciences. - 2021. - Vol. 28. - P. 1654-1663.

8 Cannon, P.F. Fungal families of the world [Text] / P.F. Cannon, P.M. Kirk // Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International. - 2007. - P. 456.

9 Nowicki, M. Alternaria Black Spot of Crucifers: Symptoms, Importance of Disease, and Perspectives of Resistance Breeding [Text] / M. Nowicki, M. Nowakowska, A. Niezgoda, E. Kozik // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. - 2012. - Vol. 76(1). - P. 5-19.

10 Adhikari, P. Current status of early blight resistance in tomato: an update [Text] / P. Adhikari, Y. Oh, D.R. Panthee // International journal of molecular sciences. - 2017. - Vol. 18(10). - P. 2019.

11 Gannibal, F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skohozyajstvennyh kul'tur i identifikaciya gribov roda Alternaria [Text] / F.B. Gannibal // Metodicheskie ukazaniya, RASKHN, Sankt-Peterburg. - 2011. - № 1. - S. 70.

12 Maurya, S. Management tactics for early blight of tomato caused by *Alternaria solani*: a review [Text] / S. Maurya, R. Regar, S. Kumar, S. Dubey // J. Plant Biol. Crop Res. - 2022. - Vol. 5. - P. 1062.

13 Pandey, K.K. Resistance to early blight of tomato with respect to various parameters of disease epidemics [Text] / K.K. Pandey, P.K. Pandey, G.Kaloo, M.K. Banerjee // Journal of General Plant Pathology. - 2003. - Vol. 69. - P. 364-371.

14 Rex, B. Screening of tomato (*Solanum lycopersicon* L.) genotypes by inducing systemic resistance against early blight disease caused by *Alternaria solani* [Text] / B. Rex, B. Gopu, N. Vinothini, S. Prabhu // Journal of Applied and Natural Science. - 2023. - Vol. 15. - P. 100-106.

15 Yerasu, S.R. Screening tomato genotypes for resistance to early blight and American serpentine leafminer [Text] / S.R. Yerasu, L. Murugan, J. Halder, H.C. Prasanna, A. Singh, B. Singh // Horticulture, Environment and Biotechnology. - 2019. - Vol. 60. - P. 427-433.

16 Foolad, M.R. Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato [Text] / M.R. Foolad, H.L. Merk, H. Ashrafi // Critical Reviews in Plant Sciences. - 2008. - Vol. 27. - P. 75-107.

17 Alizadeh-Moghaddam, G., Bio-genetic analysis of resistance in tomato to early blight disease, *Alternaria alternata* [Text] / G. Alizadeh-Moghaddam, Z. Rezayatmand, M. Nasr-Esfahani, M. Khozaei // Phytochemistry. - 2020. - Vol. 179. - P. 112486.

18 Panter, S.N., Age-related resistance to plant pathogens [Text] / S.N. Panter, D.A. Jones // Advances in Botanical Research. - 2002. - Vol. 38. - P. 251-280.

19 Adorada, D.L., Standardizing resistance screening to *Pseudomonas fuscovaginae* and evaluation of rice germplasm at seedling and adult plant growth stages [Text] / D.L. Adorada, B.J. Stodart, C.V. Cruz, G. Gregorio, I. Pangga, G.J. Ash // Euphytica. - 2013. - Vol. 192. - P. 1-16.

20 Runno-Paurson, E., Foliar resistance to the late blight pathogen *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in a backcross of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Ando [Text] / E. Runno-Paurson, T. Tähtjärv, K. Tönismann, H. Peusha, A. Tsahkna, I. Jakobson, M. Koppel // Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science. - 2019. - Vol. 69. - P. 631-640.

21 Shah, S.R.A. Age-related resistance and the defense signaling pathway of Ph-3 gene against *Phytophthora infestans* in tomatoes [Text] / S.R.A. Shah, L.I. Tao, C.H.I. Haijuan, L. Lei, Z. Zheng, L. Junming, D. Yongchen // Horticultural plant journal. - 2015. - Vol. 1. - P. 70-76.

22 Mansfeld, B.N. Developmentally regulated activation of defense allows for rapid inhibition of infection in age-related resistance to *Phytophthora capsici* in cucumber fruit [Text] / B.N. Mansfeld, M. Colle, C. Zhang, Y.C. Lin, R. Grumet // BMC genomics. - 2020. - Vol. 21. - P. 1-25.

**ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯНЫҢ ҚЫЗАНАҚ (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*)
СОРТТАРЫ МЕН БУДАНДАРЫНЫҢ АЛЬТЕРНАРИОЗ АУЫРУЫНА
ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ**

Есимсеитова Асель Кайратқызы

Докторант

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: asel_1388@bk.ru

Абдрахманова Айша Бауыржанқызы

Магистрант

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: aishabdrakhman@mail.ru

Абдуллаева Барчинай Мадаминовна

Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

«Қайнар» ЖШС Қазақ картоп және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының

облыстық филиалы

Қайнар а., Қазақстан

E-mail: barchinay.65@mail.ru

Муранец Анна Петровна

Биология ғылымдарының кандидаты, доцент

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: muranets@rambler.ru

Токбергенова Журсинкул Абдугаппарқызы

Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент

«Қайнар» ЖШС Қазақ картоп және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының

облыстық филиалы

Қайнар а., Қазақстан

E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru

Кәкімжанова Алмагүл Апсаламқызы

Биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор

Ұлттық биотехнология орталығы

Астана қ., Қазақстан

E-mail: kakimzhanova@biocenter.kz

Түйін

Қызанақтар (*Solanum lycopersicum L.*) әлемдегі ең маңызды азық-түлікеің бірі. *Alternaria* тұқымдас саңырауқұлақтардан туындаған альтернариоз бүкіл әлемдегі ең жойқын қызанақ ауруларының бірі болып табылады, сонымен қатар егіннің жоғалуы 80% дейін жетуі мүмкін. Бұл зерттеуде қызанақтың альтернариозға төзімділігін тексеру үшін қазақстандық селекцияның 39 сорттары мен будандары қарастырылды. Жасанды инфекциялық ортада альтернариозға

төзімділікті тексеру үшін *Alternaria alternata* саңырауқұлақ изоляты қолданылды. 40 және 70 күндік қызанақ өсімдіктерінің жұқтыру дәрежесін бағалап, ауру индексінің пайызы (PDI) есептелінді. Венера*Мечта және Глория*BSS-335 генотиптері басқа генотиптермен салыстырғанда альтернариозға жоғары төзімділік көрсетті. Умит қызанақ сорты PDI 10,0%-ға тең төзімді ретінде сипатталды. Осылайша, бұл генотиптерді қызанақтың төзімді сорттарын жасау үшін селекциялық бағдарламаларда қолдануға болады.

Кілт сөздер: қызанақ; альтернариоз; *Alternaria*; төзімділік; шалдыққыштық; *Solanum lycopersicum*; егу.

ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF TOMATO VARIETIES AND HYBRIDS (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) OF KAZAKH BREEDING TO EARLY BLIGHT

Yessimseitova Assel Kairatovna

Doctoral student

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: asel_1388@bk.ru

Abdrakhmanova Aisha Bauyrzhanovna

Master student

L.N. Gumilyov Eurasian National University

Astana, Kazakhstan

Email: aishabdrakhman@mail.ru

Abdullaeva Barchinay Madaminovna

Master of Agricultural Sciences

Regional branch of Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing "Kainar" LLP

Kainar, Kazakhstan

E-mail: barchinay.65@mail.ru

Muranets Anna Petrovna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: muranets@rambler.ru

Tokbergenova Zhursinkul Abduapparovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Regional branch of Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing "Kainar" LLP

Kainar, Kazakhstan

E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru

Kakimzhanova Almagul Apsalamovna

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

National Center for Biotechnology

Astana, Kazakhstan

E-mail: kakimzhanova@biocenter.kz

Abstract

Tomatoes (*Solanum lycopersicum L.*) are one of the most important food crops in the world. Early blight caused by a fungus of the genus *Alternaria* is one of the most devastating diseases of tomatoes worldwide, while crop losses can reach up to 80%. In this research, 39 varieties and hybrids of Kazakh

breeding were studied to tomatoes screening for resistance to early blight. An isolate of the fungus *Alternaria alternata* was used to screening for resistance to early blight on an artificial infectious background. The degree of infection of tomato plants at 40 and 70 days was assessed and the percentage of the disease index (PDI) was calculated. The genotypes of VeneraxMechta and GlorioxBSS-335 showed high resistance to early blight compared to other genotypes. The Umit tomato variety was characterized as sustainable with a PDI of 10.0%. Thus, these genotypes can be used in breeding programs to create resistant tomato varieties.

Keywords: Tomato; early blight; *Alternaria*; resistance; susceptibility; *Solanum lycopersicum*; inoculation.