

РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ РАСТЕНИЙ ТОМАТА: ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ

Наргиза Омонова Махмуджонова
доцент кафедры карантина и защиты растений
Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий

EARLY DIAGNOSIS OF TOMATO PLANT DISEASES: TRADITIONAL AND MODERN APPROACHES TO DIAGNOSIS

Nargiza Omonova Makhmudzhanovna
Associate Professor, Department of Plant Quarantine and Protection,
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies

Аннотация: В данной статье анализируются методы диагностики, направленные на выявление основных грибковых, бактериальных и вирусных заболеваний растений томата (*Solanum lycopersicum L.*). На основе местных и международных исследований освещается роль ранней диагностики и её значение в определении стратегий химической и биологической борьбы. Также рассматриваются перспективы автоматизированной диагностики с использованием технологий, основанных на искусственном интеллекте.

Ключевые слова: болезни томатов, методы диагностики, молекулярная диагностика, серологические тесты, фитопатогены, LAMP, qPCR, биологический контроль

Abstract: This article analyzes diagnostic methods aimed at identifying major fungal, bacterial, and viral diseases of tomato plants (*Solanum lycopersicum L.*). Based on local and international research, the role of early diagnosis and its significance in determining chemical and biological control strategies are highlighted. The article also explores the prospects of automated diagnostics using artificial intelligence-based technologies.

Keywords: tomato diseases, diagnostic methods, molecular diagnostics, serological tests, phytopathogens, LAMP, qPCR, biological control

Томат (*Solanum lycopersicum L.*) является одним из самых распространённых овощей в мире и играет важную роль в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. Он богат витаминами и минералами,

полезными для здоровья человека, особенно высоким содержанием ликопина — вещества с антиоксидантными свойствами. Высокая урожайность и качество томата зависят от эффективности агротехнических мероприятий, а также от мер по профилактике и борьбе с заболеваниями.

В процессе выращивания томатов различные заболевания, вызываемые грибами, бактериями и вирусами, представляют серьёзную угрозу для роста, развития и урожайности растений. При отсутствии надлежащего контроля эти болезни могут привести к значительному снижению урожайности. Например, такие грибковые заболевания, как фитофтороз (*Phytophthora infestans*) и альтернариоз (*Alternaria solani*), вызывают появление крупных некротических пятен на листьях, стеблях и плодах томата. Бактерии, такие как *Ralstonia solanacearum*, поражают корневую систему растения, что может привести к серьёзным потерям. Вирусные болезни, например, вирус табачной мозаики (TMV) и вирус жёлтой курчавости листьев томата (TYLCV), вызывают деформации в росте растений и снижение урожайности.

Своевременная диагностика заболеваний и методы выявления их патогенов имеют важное значение в сельском хозяйстве. Традиционные методы диагностики, такие как визуальная оценка и лабораторные исследования, позволяют определить симптомы заболеваний. Однако данные методы не всегда достаточно эффективны для точного выявления патогена. Поэтому современные методы диагностики, в частности молекулярная биология и серологические тесты, играют важную роль в раннем выявлении болезней. Например, такие молекулярные методы, как полимеразная цепная реакция (ПЦР), ПЦР в реальном времени (qPCR) и изотермическая амплификация (LAMP), обеспечивают высокую точность и оперативность в диагностике заболеваний.

Проведено множество научных исследований по диагностике и методам выявления болезней томатов. В этом направлении проводятся исследования ведущими мировыми учёными, направленные на раннее

выявление заболеваний, их точную диагностику и разработку эффективных стратегий управления.

1. Традиционные методы диагностики

Начальный этап выявления заболеваний томатов чаще всего осуществляется с помощью визуальной оценки. Основываясь на внешних признаках и симптомах заболеваний, можно поставить предварительный диагноз, как это показано в фундаментальных исследованиях таких учёных, как Agrios (2005) и Strange (2003). В их работах подробно описаны симптомы, вызываемые фитопатогенами, факторы их распространения и влияние на урожайность. Однако из-за сложности точной идентификации заболевания только на основании визуальной оценки необходимы дополнительные лабораторные анализы.

Методы выделения и идентификации патогенных микроорганизмов на основе микробиологических и лабораторных исследований были разработаны Klement и соавт. (1990). В их исследованиях описаны методы культивирования патогенных грибов и бактерий в искусственной среде и определения их морфологических характеристик. Несмотря на то, что этот метод может дать точные результаты, он требует много времени и имеет ограничения из-за сложности выращивания некоторых патогенов.

2. Серологические методы диагностики

Для выявления вирусных и бактериальных заболеваний томатов эффективными считаются серологические тесты, в частности метод ELISA (ферментный иммуносорбентный анализ). Метод ELISA, разработанный Clark и Adams (1977), основан на реакции антиген-антитело между вирусами или бактериями и широко используется в настоящее время. В исследованиях López и соавт. (2003) показана высокая эффективность ELISA для обнаружения таких заболеваний, как вирус жёлтой курчавости листьев томата (TYLCV) и вирус увядания пятнистого томата (TSWV). Хотя метод

точен и экономичен, в некоторых случаях он может давать ложноположительные или ложноотрицательные результаты.

3. Молекулярные методы диагностики

В последние годы достижения молекулярной биологии значительно расширили возможности выявления возбудителей заболеваний. Одним из наиболее широко используемых методов является полимеразная цепная реакция (ПЦР), разработанная Маллисом и Фалуной в 1987 году. Этот метод позволяет с высокой точностью обнаруживать генетический материал патогенов. В дальнейшем Шаад и соавторы (2001) усовершенствовали технологию, разработав метод количественной ПЦР (qPCR), который обеспечил ещё более быструю и эффективную диагностику заболеваний.

Преимуществами молекулярных методов диагностики являются высокая чувствительность и способность обнаруживать патогены даже при их низкой концентрации. Например, в исследованиях Лопеса и соавторов (2005) было продемонстрировано, что методы ПЦР и qPCR эффективны для идентификации бактериальных болезней томатов, таких как *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Кроме того, метод петлевой изотермической амплификации (LAMP), разработанный Нотоми и соавторами (2000), выгодно отличается от традиционной ПЦР более высокой скоростью получения результатов и простотой применения в лабораторных условиях.

4. Современные технологии диагностики

В последние годы ведутся активные исследования по автоматизированной диагностике заболеваний томатов с использованием технологий искусственного интеллекта (AI) и обработки изображений. В исследовании Моханти и соавторов (2016) была разработана система автоматического распознавания признаков заболеваний на листьях томата с применением алгоритмов глубинного обучения (deep learning). Такой подход

способствует раннему выявлению заболеваний и может значительно помочь фермерам в своевременном принятии мер по борьбе с патогенами.

5. Местные исследования

В Узбекистане проведён ряд научных работ, посвящённых диагностике заболеваний томатов и изучению их распространения. В частности, учёные Института генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан провели исследования по выявлению вирусных заболеваний томатов и разработке методов их молекулярной диагностики. Кроме того, научно-исследовательские институты сельского хозяйства и высшие учебные заведения Узбекистана разрабатывают биологические и агрохимические меры борьбы с заболеваниями томатов.

Анализ изученной литературы показывает, что для диагностики заболеваний томатов применяются различные методы. Традиционные методы (визуальная оценка, микробиологический анализ) просты и недороги, однако отличаются низкой точностью. Серологические методы (например, ELISA) обеспечивают средний уровень точности и эффективны для диагностики бактериальных и вирусных заболеваний. Молекулярные методы диагностики (ПЦР, количественная ПЦР, LAMP) отличаются высокой точностью и быстротой получения результатов. Современные технологии, включая искусственный интеллект и анализ изображений, открывают новые возможности для автоматизации процессов диагностики и оперативной помощи фермерам.

Таким образом, для раннего выявления заболеваний томатов и эффективной борьбы с ними необходимо интегрировать традиционные, серологические и молекулярные методы диагностики. Целью данной статьи является разработка рекомендаций по эффективным подходам к выявлению фитопатогенов томата и их практическому применению.

Применение современных методов диагностики томатных заболеваний в Узбекистане позволяет своевременно выявлять инфекции, целенаправленно

использовать химические средства и повышать урожайность. Серологические и молекулярные методы диагностики обеспечивают более быстрые и точные результаты по сравнению с традиционными методами. В результате фермеры и агрономы могут разрабатывать эффективные стратегии борьбы с заболеваниями и способствовать дальнейшему развитию томатоводства.

Список использованных источников:

1. Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5-е изд.). Elsevier Academic Press.
2. Clark, M. F., & Adams, A. N. (1977). Характеристики микропланшетного метода иммуноферментного анализа для обнаружения растительных вирусов. *Journal of General Virology*, 34(3), 475-483.
3. Klement, Z., Rudolph, K., & Sands, D. C. (1990). *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado.
4. López, M. M., Bertolini, E., Olmos, A., Caruso, P., Gorris, M. T., Llop, P., Penyalver, R., & Cambra, M. (2003). Инновационные инструменты для обнаружения вирусов и бактерий, патогенных для растений. *International Microbiology*, 6(4), 233-243.
5. López, M. M., Llop, P., Olmos, A., Marco-Noales, E., Cambra, M., & Bertolini, E. (2005). Решают ли молекулярные методы проблемы обнаружения патогенных бактерий и вирусов растений? *Current Issues in Molecular Biology*, 7(1), 65-100.
6. Mullis, K., & Faloona, F. (1987). Специфический синтез ДНК *in vitro* посредством цепной реакции, катализируемой полимеразой. *Methods in Enzymology*, 155, 335-350.
7. Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N., & Hase, T. (2000). Изотермическая амплификация ДНК методом LAMP. *Nucleic Acids Research*, 28(12), e63.
8. Schaad, N. W., Berthier-Schaad, Y., Sechler, A., & Knorr, D. (2001). ПЦР в реальном времени для одностадийной диагностики *Xylella fastidiosa* за один час. *Phytopathology*, 91(2), 206-212.

9. Strange, R. N. (2003). *Introduction to Plant Pathology*. Wiley-Blackwell.
10. Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). Использование глубинного обучения для автоматического выявления болезней растений на основе изображений. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419.
11. Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан (2022). Результаты научных исследований по диагностике и биологической борьбе с заболеваниями томатов. *Журнал сельского хозяйства Узбекистана*, 1(5), 45-56.
12. Омонова, Н. М., Абдуллаева, Х. З., & Гофурова, Ю.К. (2019). Эффективность применения фунгицидов против грибковых болезней томата. Прорывные научные исследования как двигатель науки (pp. 91-94).
13. Омонова, Н.М. (2013). Применение фунгицидов против грибковых болезней томата. *SCIENCE AND WORLD*, 54.
14. Omonova, N. M., & Mukhtazar, K. (2019). Methods of fight against temperature diseases in natural damages. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 8.
15. MAHMUDJONOVNA, O. N., & MUHAMMADIYEVICH, B. F. Protection of Tomatoes From Phytophthora. *JournalNX*, 6(12), 384-389.
16. Maxmudjonovna, O. N. (2022). Cultivation of potatoes on the basis of rhizobacteria *Bacillus subtilis* T2011, *Azotobacter chroococcum* XH2018.
17. Омонова, Н. М., & Эргашова, Х. И. (2021). Помидор фитофтороза. *POLISH SCIENCE JOURNAL*, 61.