

# Влияние высоких температур на развитие болезней и вредителей культурных растений

*Автор(и):* гл. ас. д-р Мария Христозова, Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска академия – София; гл.ас. д-р Дияна Александрова, Институт по овощарство – Пловдив, ССА

*Дата:* 25.07.2025 *Брой:* 7/2025



## Аннотация

За последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к повышению среднегодовых температур в глобальном масштабе. Это оказывает значительное влияние на сельскохозяйственное производство, включая физиологию культурных растений, агротехнические приемы и стабильность урожайности.

Повышенные температуры существенно влияют на динамику развития, распространения и биологию ряда экономически важных болезней и вредителей, создавая новые вызовы для защиты растений и устойчивого управления агроэкосистемами.

Многочисленные исследования подтверждают, что высокие температуры одновременно воздействуют на патогены, вредителей и устойчивость растений, приводя к смещению традиционных циклов развития, увеличению инфекционного давления и адаптации патогенных микроорганизмов. Высокотемпературный стресс оказывает широкий спектр воздействия на растения с точки зрения их физиологии и биохимии. Чаще всего физиологические повреждения у культурных растений в результате высоких температур выражаются в ожогах листьев и стеблей, преждевременном листопаде, подавлении роста молодых побегов, деформации или абортации плодов. Эти изменения приводят к существенному снижению фотосинтетической активности, нарушению водного баланса и, в конечном итоге, к снижению урожайности и ухудшению качества продукции. У некоторых видов также наблюдается ускоренное старение тканей, нарушение опыления, а также повышенная чувствительность к патогенам и абиотическим стрессовым факторам.



*Повреждение малины, вызванное высокими температурами*

Под влиянием температурного стресса плодовые культуры претерпевают значительные биохимические изменения, затрагивающие как первичный метаболизм, так и синтез защитных соединений. Среди наиболее распространенных реакций — повышенное накопление **активных форм кислорода**, которые индуцируют **окислительный стресс** в клетках (Mittler, 2002). Это активирует ферментативные антиоксидантные системы, направленные на детоксикацию и стабилизацию целостности мембран

(Hasanuzzaman et al., 2013). Кроме того, наблюдается усиленный синтез **осмопротекторных веществ**, таких как пролин, сахара и глицерин, которые поддерживают удержание воды и защищают белки от денатурации (Wahid et al., 2007). Температурный стресс также ингибирует активность ключевых ферментов, связанных с фотосинтезом, нарушает метаболизм макроэлементов (таких как  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) и снижает синтез хлорофилла, приводя к фотодеградации (Camejo et al., 2005).



*Повреждение сливы и лещины, вызванное высокими температурами*

При длительном стрессе регистрируется накопление **фенольных соединений, флавоноидов и фитоалексинов**, которые выполняют защитную функцию, включая антимикробную активность, но часто за счет роста и плодоношения (Krasensky & Jonak, 2012). Интенсивность биохимического ответа является видоспецифичной и сортоспецифичной и зависит от возраста растения и предшествующих условий выращивания.

У зерновых культур установлено, что высокие температуры приводят к снижению активности фермента нитратредуктазы, регулирующего азотный обмен. Это сильно влияет как на состав, так и на массу зерна (Paulsen, 1994).

Помимо растений, высокие температуры также влияют на развитие болезней и вредителей.

Температура является одним из основных факторов, сильно влияющих на распространение и развитие насекомых (Stange and Ayres, 2010). Насекомые являются пойкилотермными организмами, т.е. не имеют собственной постоянной температуры тела. Они принимают температуру окружающей среды и зависят от нее. Все метаболические процессы происходят в определенных температурных пределах. С повышением температуры большинство видов насекомых начинают потреблять большее количество пищи, ускоряется их развитие, и они становятся более активными, что, в свою очередь, влияет на их жизненный цикл, численность популяции и географическое распространение (Porter et al., 1991). Некоторые виды не могут адаптироваться к более высоким температурам, что приводит к замедлению развития и сокращению их популяций. С другой стороны, существует множество видов насекомых, для которых более высокие температуры способствуют более быстрому размножению, увеличению числа поколений и повышению плотности популяции (Bale et al., 2002; Skendžić et al., 2021). Например, при более высокой температуре и повышенной влажности воздуха популяции табачной белокрылки (*Bemisia tabaci*) значительно увеличиваются (Pathania et al., 2020). На овощных культурах Reddy (2013) наблюдал ускоренное развитие популяций капустной мухи (*Delia brassicae* W.), луковой мухи (*Delia antiqua* M.), колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* S.) и кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* H.).

**У плодовых видов** наблюдается увеличение числа поколений у яблонной плодовой гни ( *Cydia pomonella* L.) и красного плодового клеща (*Panonychus ulmi* Koch) (Porter et al., 1991). Наиболее благоприятные температуры для развития насекомых находятся в диапазоне от 10° до 30°C. Для отдельных стадий развития существуют различные оптимальные температуры, при которых физиологические процессы протекают наиболее интенсивно. При этих оптимальных температурах насекомые живут дольше всего и проявляют максимальную плодовитость. Для каждого вида существует так называемый нижний и верхний температурный порог развития, то есть самая низкая и самая высокая температура, ниже и выше которой развитие насекомых замедляется или прекращается. Когда температура поднимается выше верхнего порога развития или выше 40°C, у многих насекомых наблюдается летальный эффект. При таких высоких температурах разрушаются ферменты и клетки крови в организме насекомого, что приводит к его гибели. Например, личинки яблонной плодовой гни (*Cydia pomonella* L.) погибают при температуре 48°C (Tang et al., 2000). Яйца непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) не вылупляются при температурах выше 55°C (Hosking, 2001).

Температура существенно влияет на развитие, вирулентность и эпидемиологию болезней культурных растений. Для бактериальных заболеваний наиболее благоприятными условиями для заражения и распространения являются сочетание высокой влажности воздуха и температур в диапазоне от 20 до 30 °C (Pokhrel, 2021). Температуры вне оптимального диапазона – как выше, так и ниже – могут

значительно замедлить или полностью предотвратить развитие болезни, подавляя размножение и подвижность патогенов (Cohen & Leach, 2020). Грибные патогены также демонстрируют температурную зависимость. У винограда мучнистая роса (*Erysiphe necator*) развивается наиболее интенсивно при температурах от 21 °C до 30 °C, в то время как температуры выше 34 °C вызывают гибель конидий (Delp, 1954).

Повышение температуры играет ключевую роль в регулировании процессов споруляции и развития инфекции грибных патогенов у плодовых культур. Исследования показывают, что у фитопатогенов рода *Monilinia*, ответственных за монилиоз плодов, оптимальная температура для конидиальной споруляции и заражения составляет от 20 до 25 °C. Температуры ниже 10 °C или выше 25 °C подавляют нормальное образование спор и замедляют колонизацию грибным патогеном (Xu et al., 2001). Исследование, проведенное с фитопатогеном *Monilinia fructicola*, указывает, что с повышением температуры примерно до 25 °C сокращается время, необходимое для высвобождения и прорастания аскоспор, тогда как при температурах, превышающих 30 °C, споруляция ограничена.

Исследования показывают, что бактериальные патогены *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* и *Pseudomonas syringae* (возбудители бактериального рака косточковых культур) оптимально развиваются при температурах 25–30 °C в сочетании с высокой влажностью и могут инфицировать растения в диапазоне от 15 до 35 °C (Rojas et al., 2017; Peetz et al., 2009; West et al., 2024). Прогностические модели показывают, что максимальная скорость роста бактерий *in vitro* достигает наивысшего значения около 30 °C, в то время как при  $\geq 35$  °C она значительно снижается (Rojas et al., 2017).

С увеличением среднегодовой температуры возникает необходимость изменения определенных агротехнических приемов. Для снижения ущерба и потерь, причиняемых вредителями, требуется более раннее и частое применение инсектицидов.

Многие селекционные программы сосредоточены на выведении сортов, устойчивых или толерантных к болезням, а также к изменению климата. Таким образом, будет не только сокращено использование пестицидов, но и повышена устойчивость растений к высоким температурам и засухе.

Изменения климатических условий приводят к более раннему наступлению фаз вегетации, более частым и продолжительным волнам жары, а также засухам, которые напрямую влияют на физиологическое состояние деревьев, фитопатогенную нагрузку и поведение вредителей. В этом контексте необходимо пересмотреть агротехнические и защитные мероприятия. Более раннее появление вредителей требует динамического планирования защиты растений с акцентом на мониторинг, оптимизацию обработок и

включение устойчивых технологий. Для снижения ущерба от болезней и вредителей все более важными становятся селекционные программы, направленные на создание сортов и подвоев с устойчивостью к ключевым патогенам и адаптивностью. Для устойчивого производства рекомендуется применение агротехнических приемов, таких как мульчирование и использование покровных культур, которые уменьшают испарение и поддерживают влажность почвы.

Использование органической мульчи, такой как солома или древесная щепа вокруг основания деревьев, сохраняет влажность почвы и уменьшает испарение в самые жаркие периоды. Мульча помогает подавлять рост сорняков, тем самым предоставляя деревьям больше ресурсов для борьбы с жарой.



### *Затеняющие сетки*

Затенение является одним из наиболее эффективных методов защиты плодовых культур от экстремально высоких температур. Затеняющие сетки снижают солнечную радиацию на 30–50% и могут понизить температуру примерно на 5°C. Регулярная и правильная обрезка снижает тепловой стресс, обеспечивая более эффективное проникновение и циркуляцию воздуха.

Полив в самые жаркие части дня может привести к испарению до того, как деревья смогут поглотить влагу. Полив ранним утром или поздним вечером обеспечивает попадание воды к корням без потерь из-за высоких температур.

Рекомендуются интегрированные системы капельного орошения и фертигации, а также биологический контроль вредителей. Кроме того, внедрение систем раннего предупреждения и моделей прогнозирования болезней может поддержать своевременное принятие решений. Внедрение новых сортов в сочетании с адаптированными агротехническими подходами является ключевым для поддержания продуктивности, качества и рентабельности сельского хозяйства в условиях изменения климата.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... & Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology*, 8(1), 1-16.
- 2.