

DOI:10/58168/FECC2025_205-209

УДК 634.11:631.81

АЛГОРИТМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АНОМАЛИЙ В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЙ ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФЛУКТУАЦИЙ ВОДНО-ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный
центр им. И.В. Мичурина"

г. Мичуринск, Россия, e-mail: Elenam31@yandex.ru

Аннотация: Дан анализ основных изменений водно-температурного режима территории Центрального Черноземья, указаны наиболее значимые для плодовых растений погодные аномалии и основные типы повреждающего воздействия на растительный организм. Приведен алгоритм (причины и примерная очередность) возникновения аномалий в развитии растений яблони в зависимости от флуктуаций водно-температурного режима.

Ключевые слова: плодовые растения, водно-температурный режим, температурные флуктуации, яблони, повреждение тканей.

ALGORITHM FOR THE OCCURRENCE OF ANOMALIES IN APPLE PLANTS DEPENDING ON WATER-TEMPERATURE REGIME FLUCTUATIONS

E.M. Tsukanova, E.N. Tkachev

Federal State Budgetary Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific Center"
Michurinsk, Russia, e-mail: Elenam31@yandex.ru

Abstract: The analysis of the main changes in the water-temperature regime of the Central Black Earth Region is given, the most significant weather anomalies for fruit plants and the main types of damaging effects on the plant organism are indicated. An algorithm (reasons and approximate sequence) of the occurrence of anomalies in the development of apple plants depending on water-temperature regime fluctuations is given.

Keywords: fruit plants, water-temperature regime, temperature fluctuations, apple trees, tissue damage.

Многолетний ретроспективный анализ метеорологических наблюдений и обобщение результатов исследований прошлых лет позволили установить, что основной тренд изменения водно-температурного режима на территории Центрального Черноземья – дестабилизация, и, в первую очередь, увеличение амплитуды перепада дневных и ночных температур, усиление

дискретности распределения осадков в пределах года. Указанное, несомненно, сказывается на состоянии развитии плодовых растений, причем наиболее отзывчивы на воздействие погодных аномалий многолетние растения, в связи с тем, что любые негативные последствия остаются и накапливаются в течение всей жизни растительного организма. Помимо этого аномальные погодные условия привели к изменению ритмики прохождения фазов плодовых культур (в частности яблони) и, в частности, сроков вступления растений в состояние зимнего покоя [1].

Систематизация результатов многолетнего мониторинга водно-температурного режима территории позволила определить наиболее значимые для плодовых растений погодные аномалии в годичном цикле развития, а также выделить наиболее опасные их сочетания:

- Резкое понижение температуры воздуха в октябре-ноябре (перепад до 15-20°C не более чем за 48 ч.) или длительный период (более 7 суток) низких отрицательных температуры воздуха (ниже ...-10°C) при отсутствии снежного покрова;
- Глубокие (выше +4°C) или длительные (не менее 5-7 дней) оттепели в декабре январе с дальнейшим резким понижением температуры воздуха не менее чем на 15-20° за сутки;
- Длительные (от 10 дней) низкие отрицательные (ниже ...-20°C) температуры воздуха в январе-феврале
- Длительные оттепели (не менее 7 дней) в феврале с последующим понижением температуры воздуха
- Резкие перепады температур (более 15°C за 1 сутки) в феврале марте
- Значительная разница (более 15°C) дневных и ночных температур воздуха на фоне высокой интенсивности ультрафиолетового излучения в марте-апреле
- Низкие температуры воздуха (до отрицательных значений) в 3 декаде апреля - мае, особенно после длительных высоких (выше +10°C) среднесуточных значениях температуры воздуха в 3 декаде марта - апреле;
- Низкие среднесуточные температуры воздуха (не выше 13-15°C) в мае - июне, особенно на фоне высокой влажности воздуха ($\geq 80\%$) и регулярных осадках;
- Переувлажнение: количество осадков в июне, июле августе (превышение среднемноголетней нормы не менее, чем на 30%)
- Засуха: количество осадков в период вегетации ниже среднемноголетней нормы не менее чем на 30%
- Высокие температуры воздуха в сентябре-октябре (среднесуточная температура воздуха выше 15°C), оптимальная влажность почвы

Объекты и методика исследований: В качестве модельных объектов исследований использовали растения яблони осенних и зимних сортов, произрастающие в интенсивных садах различных хозяйств Тамбовской области.

- мониторинг водно-температурного режима осуществляли по данным Мичуринской агрометеостанции, расположенной на территории проведения исследований.

- контактный мониторинг функционального состояния растений осуществляли по интегральному показателю работы фотосистемы 2 хлорофиллсодержащих тканей по методу Genty et al. [2], адаптированному к растительным объектам Цукановой Е.М. [3].
- гистологические и цитологические исследования производили по общепринятым методикам [4, 5]. с помощью аппаратно-программного комплекса ВидеоТест-Морфология 4.0.
- статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2013

Результаты и и обсуждение. С целью определения алгоритма возникновения и развития повреждений растений яблони в различные периоды годичного цикла были проведены физиологические и гистологические анализы, определены основные типы повреждений, выявлены критические сочетания водно-температурного режима, фазы развития растения, определены наиболее уязвимые ткани и органы (табл. 1).

Таблица 1 – Наиболее опасные аномалии водно-температурного режима вызывающие повреждения плодовых растений (на примере яблони)

Аномалии водно-температурного режима, вызывающие повреждения	Виды повреждений растений на примере яблони
<i>Весенне-летний период</i>	
Резкое понижение температуры воздуха (до отрицательных значений) в 3 декаде апреля – мае (т.н. "возвратные заморозки")	Повреждение тканей листьев и завязей (от незначительных до фатальных в зависимости от силы воздействия стрессора)
Солнечная инсоляция более 10 тыс. люкс, особенно на фоне регулярного выпадения осадков при слабой степени облачности	Повреждение листовых пластинок и плодов - краевой некроз листьев, ожоги плодов
Переувлажнение почвы в июне, июле и августе (превышение среднесуточной нормы осадков не менее, чем на 30%, особенно при выпадении осадков с интервалом менее 5-7 дней)	Повреждение тканей листьев и корней в результате воздействия гипоксии корневой системы вызванной переувлажнением и переуплотнением почвы.
<i>Осенне-зимний период</i>	
Высокие температуры воздуха (более чем на 10°C превышающие среднесуточные значения) на фоне оптимальной (не ниже 60%) влажности воздуха в сентябре	Повреждение апикальной части однолетних побегов
Глубокие (до +6°C) или длительные (не менее 5-7 дней) оттепели в декабре январе с дальнейшим резким понижением температуры воздуха не менее чем на 15-20° за сутки Длительные (от 10 дней) низкие температуры воздуха (от -25°C) в январе-феврале Длительные (не менее 7 дней) оттепели в феврале и высокая амплитуда суточного перепада температур воздуха (не менее 20°C за 1 сутки)	Повреждение тканей одно-двух летних ветвей, вегетативных и генеративных почек. Глубина повреждений зависит от частоты воздействия повреждающего фактора и глубины покоя растения яблони
Резкие перепады дневных и ночных температур воздуха на фоне высокой интенсивности ультрафиолетового излучения в марте-апреле	Повреждение тканей коры в результате перепада суточных температур воздуха (нагрев коры в солнечные дни при отрицательных ночных температурах)

Установлено, что алгоритм возникновения любого типа повреждений - противоборство двух факторов - воздействие стрессора и функциональное состояние самого растения. Именно эти факторы определяют возможность и степень повреждения растений.

Далее рассмотрим алгоритм развития повреждений в зависимости от флуктуаций водно-температурного режима, фазы вегетации и уязвимости тканей растительного организма.

Зимний период. С конца октября до декабря на растения воздействуют в первую очередь низкие температуры воздуха, отсутствие или крайне низкий уровень снежного покрова. Наиболее опасные стрессоры периода января-февраля - резкие перепады температуры воздуха, чередование оттепелей и морозов. Нами определено, какие ткани повреждаются даже при невысоком уровне стрессорности водно-температурного режима, а каким для повреждения необходимо более жесткое воздействие стрессоров (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика развития повреждений тканей плодовых растений в осенне-зимний и ранневесенний периоды

Период	Причины	ТИПЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТКАНЕЙ		
		физиологические	гистологические	
			вегетативные	генеративные
Осенний период (сентябрь, октябрь, начало ноября)	затянутая вегетация	аномально высокая активность обменных процессов	слабая закалка плодовых растений, отсутствие сброса листьев	
	ранние низкие температуры воздуха ($\leq \dots -10^{\circ}\text{C}$)	Резкое торможение физиологической активности тканей	черешки листьев в месте прикрепления к побегу камбиальные ткани и сердцевина верхушек однолетних ветвей	
Начало зимнего периода (ноябрь, декабрь)	температуры воздуха ($\leq \dots -15^{\circ}\text{C}$)	физиологические реакции минимальны	ткани однолетних ветвей	
	температуры воздуха ($\leq \dots -20^{\circ}\text{C}$) или резкие перепады температуры (до 15°C)		ткани сердцевины двух- и трехлетних ветвей	переходные тканей под почкой
	температуры воздуха ($\leq \dots -25^{\circ}\text{C}$) или резкие перепады температуры (до 15°C)		ткани древесины двух- и трехлетних ветвей	Ткани основания почки зачатки плодолистиков
Зимний период (январь-февраль)	температуры воздуха ($\leq \dots -25^{\circ}\text{C}$) более 10 суток или оттепели с последующим резким понижением температуры (перепад $\geq 15^{\circ}\text{C}$),	аномальная активизация обменных процессов во время оттепели с последующим резким торможением	ткани сердцевины, древесины, камбиальные ткани двух- и трехлетних ветвей	меристематические тканей конуса нарастания почек, зачатки тычинок, зачатки плодолистиков, гибель отдельных почек
Ранневесенний период (март, начало апреля)	резкие перепады дневной и ночной температуры воздуха ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)	выход растений из вынужденного покоя, активизация всех физиологических процессов	камбиальные ткани, ткани коры (солнечные ожоги)	ткани конуса нарастания почки, зачатки тычинок, плодолистиков, семязачатков

Аналогичная картина отмечена и в ранневесенний период - здесь основные стрессоры это значительные различия дневной и ночной температуры воздуха, атак же жесткость солнечной инсоляции на фоне морозного иссушения тканей. Дополнительным фактором уязвимости является активизация всех функциональных систем в данный период.

Заключение. Таким образом, показаны алгоритмы возникновения и развития повреждений растительного организма в различные периоды вегетации в годичном цикле. Обобщающим является тот факт, что в любом случае идет противоборство двух сил воздействия - с одной стороны глубина и длительность стрессорного воздействия, обусловленная дестабилизацией водно-температурного режима, с другой - степень уязвимости тканей и функциональных систем растения, которое складывается из генетически обусловленной устойчивости организма и величины энергетического пула пригодного для активизации защитных систем растения.

Список литературы

1. Tsukanova E. and Tkachev E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruitplants injury., IOP.: Earth Environ. – 2019. - Sci. 226 012034.
2. Genty, B. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence / B. Genty, J.M. Briantais, N.R. Baker // *Biochimica et Biophysica Acta*. –1989. – V. 990. – P. 87-92.
3. Цуканова, Е. М. Система диагностики состояния плодовых растений. Экспресс-диагностика функционального состояния растений и оценка эффективности применения технологий / Е. М. Цуканова // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 292 с.
4. Пронзина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Пронзина. – М.: Высшая школа, 1960. – 206 с.
5. Дженсен, У. Ботаническая гистохимия / У. Дженсен. - М.: Мир, 1965. – 377 с.

References

1. Tsukanova E. and Tkachev E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruitplants injury., IOP.: Earth Environ. – 2019. - Sci. 226 012034 (2019).
2. Genty, B. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence / B. Genty, J.M. Briantais, N.R. Baker // *Biochimica et Biophysica Acta*. –1989. – V. 990. – P. 87-92.
3. Tsukanova, E. M. System for diagnosing the state of fruit plants. Express diagnostics of the functional state of plants and evaluation of the effectiveness of technology / E. M. Tsukanova. // LAP LAMBERT Academic Publishing. 292 (2011).
4. Pronzina, M. N. Botanical microtechnics / M. N. Pronzina. - M.: Higher school, 1960. - 206 p.
5. Jensen, W. Botanical histochemistry / W. Jensen. - M.: Mir, 1965. - 377 p.