

ФИТОМОНИТОРИНГ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

О.А. ИЛЬНИЦКИЙ, доктор биологических наук; А.И. ЛИЩУК, доктор биологических наук; И.Н. ПАЛИЙ, Т.И. БЫСТРОВА

В южных районах Украины и в Крыму одной из основных причин низкой продуктивности плодовых и технических культур является их недостаточная устойчивость к почвенной и атмосферной засухе. Поэтому в интродукционной и селекционной работе, а также для рационального размещения плодовых насаждений и технических культур применяются характеристики устойчивости сортов и форм к недостаточному водоснабжению и действию атмосферной засухи [1, 2, 7, 10, 12, 16].

Для более точной оценки этих показателей необходим поиск новых приемов и методов диагностики их засухоустойчивости. Нами разработаны методы, позволяющие определять засухоустойчивость не повреждая растений, а процесс сбора информации автоматизирован, что позволяет обрабатывать информацию на компьютере.

Объекты и методы исследований

Эксперименты проводили в Никитском ботаническом саду в 1987 - 1992 и 2002 гг. в условиях вегетационного опыта. Объектами исследований являлись саженцы различных сортов плодовых культур: черешни сортов Бигаро Гоше, Черная Мелитопольская, Ранняя Зорька; абрикоса сортов Еревани, Олимп, Степняк, Нарядный, Зард, Нью Кестль и Шалах; алычи сортов Калиновка, Кизилташская; персика сортов Сочный, Муза, Маяковский, Пушистый Ранний, сливы сорта Ренклюд Альтана; яблони сорта Ренет Симиренко; в исследования были также включены технические культуры: монарда дудчатая, котовник кошачий и лофант анисовый. Растения 2-4 - летнего возраста выращивали в вегетационных сосудах с массой почвы 40-50 кг. Для создания почвенной засухи сосуды закрывали пленкой и прекращали полив. Длительность опыта от полной влагообеспеченности до влажности почвы 50-60 % НВ составляла 5-9 дней в зависимости от погодных условий.

В качестве информативных параметров применяли различные методы, характеризующие водный режим растений [8]. Параметры регистрировали при помощи фитометрической установки ИСР-2Т, а с 1991г. - "Экоплант" [1]. Эти же установки позволяют регистрировать основные метеопараметры и влажность почвы. Они разработаны и изготовлены КБ "Биоприбор" (г. Кишинев).

Результаты и обсуждение

Рассмотрим некоторые из разработанных нами методов определения относительной засухоустойчивости плодовых культур. Метод оценки относительной засухоустойчивости плодовых и эфирномасличных культур к почвенной засухе основан на измерении относительной скорости ксилемного потока в побегах растений.

Растения различных экологических групп, приспособившихся в процессе эволюции к определенным условиям обитания, по-разному реагируют на изменение метеорологических условий и на водный дефицит. При этом реакция растений на недостаточное водообеспечение затрагивает многие стороны массо-и энергообмена.

Некоторые растения при появлении водного дефицита мобилизуют свой массо-и энергообмен для поддержания водного режима на достаточно высоком уровне, хотя период активности, естественно, сменяется спадом. Другие в условиях недостаточного

водоснабжения реагируют "консервативно" - снижают интенсивность массо-и энергообмена, в том числе и водного, и тем самым предохраняют себя от чрезмерного обезвоживания. Последний тип реакции характерен для растений из засушливых мест и вообще для ксерофитов. У большинства же культурных растений-мезофитов различия в реакции на водный дефицит не всегда легко зафиксировать. Между тем, эти различия могут быть использованы для определения относительной засухоустойчивости различных видов и сортов плодовых и технических культур [13].

В своих экспериментах мы рассматривали не динамику суточного хода относительной скорости водного потока в побегах растения, а изменения средних его значений за светлое время суток (с 7 до 20 часов) при достаточной влагообеспеченности растения и при появлении водного дефицита. Степень снижения средней скорости параметра V за время опыта оценивали по формуле:

$$K_3 = \frac{V_{\text{ср.н}} - V_{\text{ср.з}}}{V_{\text{ср.н}}}, \quad (1)$$

где K_3 - коэффициент относительной засухоустойчивости, характеризующий реакцию растения на воздействие почвенной засухи;

$V_{\text{ср.н}}$ - средняя относительная скорость водного потока в побеге в начале опыта при влажности почвы 90-100% НВ;

$V_{\text{ср.з}}$ - средняя относительная скорость водного потока в побеге в конце опыта при влажности почвы 40-50% НВ.

Предлагаемый термин "коэффициент засухоустойчивости" означает, что чем больше величина этого коэффициента, тем в большей степени данное растение сократило расход воды при появлении водного дефицита и, следовательно, тем более оно устойчиво к засухе. С точки зрения величины этого коэффициента мы и оценивали результаты наших данных.

В таблице 1 показаны динамика изменения водного режима черешни, алычи и абрикоса и коэффициенты их относительной засухоустойчивости.

По степени засухоустойчивости исследованные нами растения располагаются в следующем порядке: абрикос Олимп, алыча Калиновка, черешня Биггаро Гоше (1976 г.) для побегов нижних и верхних ярусов; абрикос Еревани, алыча Кизилташская, черешня Ранняя Зорька (опыт 1979 г.).

В таблице 2 приведена динамика изменения водного режима различных сортов абрикоса в опытах 1981 и 1984 гг. и коэффициенты их относительной засухоустойчивости.

Чтобы проверить достоверность результатов наших экспериментов, был проведён опыт с тремя растениями одного сорта (абрикос Зард). Для всех трёх особей величины коэффициента засухоустойчивости достаточно близки, что подтверждает репрезентативность принятой методики (табл. 3).

Таблица 1

Динамика изменения водного режима черешни, алычи и абрикоса и коэффициенты их относительной засухоустойчивости, где W почвы – наименьшая влагоёмкость почвы в процентах НВ; $НВн$ - в начале опыта и $НВз$ - при засухе .

Культура, сорт		Ярус	V_n , мв	V_z , мв	Кз	W почвы, % НВ	
						НВн	НВз
Опыты 1976 г.							
<i>Абрикос</i>	Олимп	верх.	2,8	1,1	0,60		
		ниж.	2,3	0,3	0,87	90-100	50
<i>Черешня</i>	Биггаро Гоше	верх.	3,8	3,6	0,05		
		ниж.	2,8	2,6	0,08	90-100	50
<i>Алыча</i>	Калинов- ка	верх.	3,5	2,2	0,38	100	
		ниж.	3,0	1,3	0,56		
Опыты 1976 г.							
<i>Абрикос</i>	Олимп	верх.	3,5	1,2	0,65		
		ниж.	2,5	0,7	0,72	90-100	50
<i>Черешня</i>	Биггаро Гоше	верх.	3,3	3,1	0,06		
		ниж.	3,0	2,7	0,1	90-100	50
<i>Алыча</i>	Калинов- ка	верх.	4,4	2,8	0,36		
		ниж.	4,2	2,0	0,52	90-100	50
Опыты 1979 г.							
<i>Абрикос</i>	Шалах	верх.	5,4	2,8	0,48		
		ниж.	4,3	1,5	0,65	90-100	50
<i>Черешня</i>	Ранняя Зорька	верх.	1,5	2,5	-0,65		
		ниж.	1,5	2,5	-0,66	90-100	50
<i>Алыча</i>	Кизилта- шская	верх.					
		ниж.	1,4	1,0	0,28	90-100	50

Обращает на себя внимание то, что, как правило, значение K_z для нижних ярусов больше, чем для верхних. Это объясняется тем, что именно в нижних ярусах при появлении водного дефицита ранее всего начинает снижаться транспирация и скорость поступления воды, что отмечалось во многих работах [3, 13]. Таким образом, проведена оценка относительной засухоустойчивости различных пород и сортов косточковых путем анализа степени снижения скорости транспорта в побегах различных ярусов при наступлении дефицита влаги в почве, и предложен критерий оценки этого показателя в виде коэффициента относительной засухоустойчивости.

Таблица 2

Динамика изменения водного режима абрикоса различных сортов и коэффициенты их относительной засухоустойчивости (1981, 1984 гг.)

Сорт	Ярус	V _н , мв	V _з , мв	К _з	W почвы, % НВ	
					НВ _н	НВ _з
Опыты 1981 г.						
Степняк	верх.	2,1	1,2	0,30		
	ниж.	4,0	1,8	0,55	90-100	50
Шалах	верх.	5,0	2,6	0,48		
	ниж.	3,2	1,0	0,69	90-100	50
Нарядный	верх.	2,6	1,4	0,46	100	
	ниж.	4,0	2,0	0,50		
Опыты 1981 г.						
Нью-Кестль	верх.	2,4	1,4	0,42		
	ниж.	3,6	1,3	0,64	90-100	44
Зард	верх.	4,2	2,7	0,36		
	ниж.	4,3	2,0	0,54	90-100	44
Нью-Кестль	верх.	2,9	1,5	0,48		
	ниж.	3,0	0,50	0,83	90-100	44
Зард	верх.	4,8	2,7	0,44		
	ниж.	3,9	2,3	0,41	90-100	50
Опыты 1984 г.						
Еревани	верх.	5,0	2,6	0,48		
	ниж.	3,2	1,0	0,69	90-100	50
Нарядный	верх.	2,6	1,4	0,46		
	ниж.	4,0	2,0	0,50	90-100	50
Степняк	верх.	2,1	1,2	0,30		
	ниж.	4,0	1,8	0,55	90-100	50

Таблица 3

Динамика изменения водного режима трех растений абрикоса сорта Зард и коэффициенты их относительной засухоустойчивости (1984 г.)

Номер растения	Ярус	V _н , мв	V _з , мв	К _з	W почвы, % НВ	
					НВ _н	НВ _з
1	верх.	4,6	3,4	0,26		
	ниж.	4,8	2,9	0,40	90-100	50
2	верх.	5,3	3,9	0,26		
	ниж.	3,7	2,2	0,41	90-100	50
3	верх.	5,4	3,8	0,27		
	ниж.	4,7	2,4	0,48	90-100	50

Данный метод можно использовать только для параллельной одновременной оценки сортов в вегетационных опытах, поскольку величины К_з, полученные в разных погодных условиях и в разные годы, могут значительно различаться и сравнивать их было бы неправомерно.

В таблице 4 показаны динамика изменения водного режима монарды дудчатой, котовника кошачьего и лофанта анисового и коэффициенты их относительной засухоустойчивости.

Таблица 4

Динамика изменения водного режима монарды дудчатой, лофанта анисового и котовника кошачьего и коэффициенты их относительной засухоустойчивости (2002 г.)

Культура, сорт	V _н , мв	V _з , мв	К _з	W почвы, % НВ	
				НВ _н	НВ _з
Монарда дудчатая	2,4	0,5	0,79	90-100	50
Лофант анисовый	4,2	3,1	0,26	90-100	50
Котовник кошачий	2,4	1,6	0,33	90-100	50

Следует подчеркнуть, что предлагаемый метод оценки относительной засухоустойчивости является неповреждающим и прижизненным, поскольку в качестве объекта используют не отдельные части растения (листья, побеги), а вегетирующее растение в целом. Этот момент является важным, поскольку известно, что засухоустойчивость, определенная, например, по листьям и корням, может значительно различаться [3]. Следовательно, комплексная оценка засухоустойчивости целого вегетирующего растения должна быть наиболее достоверной.

Метод определения относительной засухоустойчивости плодовых культур в условиях почвенной засухи, основанный на измерении диаметра побегов.

Известно, что одной из наиболее чувствительных реакций на недостаток влаги является подавление ростовых процессов [17, 18]. Чем более устойчиво растение, тем при меньшей влажности почвы оно может осуществлять процессы роста и развития. Непрерывная регистрация процессов роста органов растений при помощи соответствующих датчиков [4] позволяет фиксировать изменения диаметра корней, побегов (стеблей), стволов и плодов при различной влагообеспеченности.

При определении относительной засухоустойчивости растений к почвенной засухе эксперимент проводят в условиях вегетационного опыта. Зависимость процессов прироста побегов плодовых культур от влажности почвы изучают на фоне её снижения от 90-100% НВ до 45-50% НВ. Периодически или непрерывно регистрируются влажность почвы и изменения диаметра побегов. Затем строятся экспериментальные линии регрессии зависимости суточных приростов побегов от влажности почвы. Точка пересечения линии прироста побегов с линией влажности почвы дает искомую величину, которая показывает, при какой влажности почвы прирост побега прекращается, т.е. $\Delta d=0$.

При этом все измерения регистрируются на самопишущем потенциометре, либо непосредственно вводятся в базу данных компьютера, а затем обрабатываются по специальной программе. На рис.1 А изображены зависимости величины суточного прироста побегов в толщину от влажности почвы для черешни, персика, яблони и сливы.

Предельная влажность почвы для персика равна 50 %НВ, для сливы - 57% НВ, для черешни - 61 % НВ, для яблони - 78 % НВ. Наиболее устойчивым к почвенной засухе следует считать персик, наименее устойчивой - яблоню, что соответствует литературным данным.

Для оценки чувствительности разработанного нами метода по определению относительной засухоустойчивости сортов одного вида был проведен вегетационный

опыт, результаты которого представлены на рис.1Б. На нем показаны зависимости суточного прироста побегов различных сортов персика в толщину от влажности почвы.

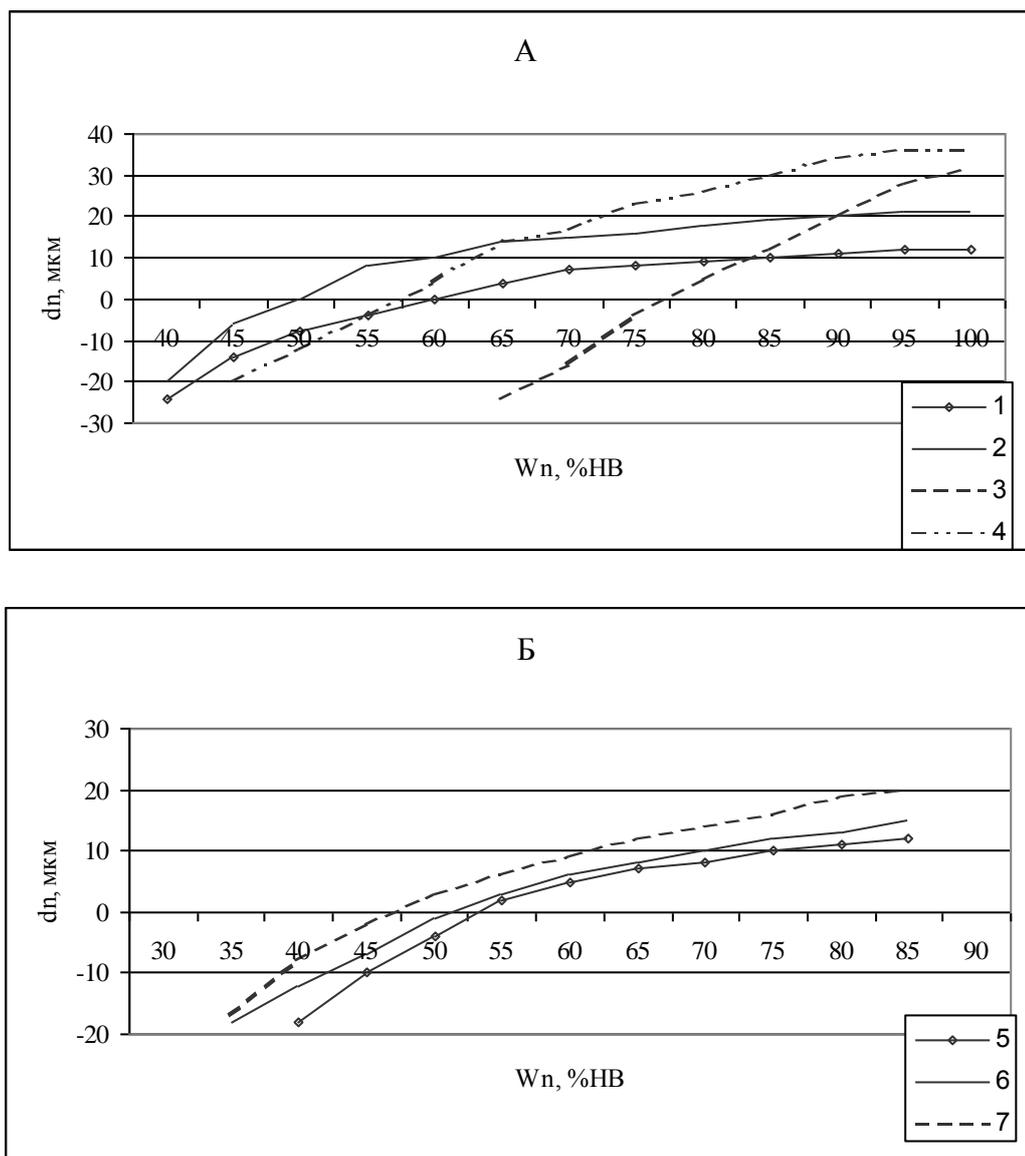


Рис. 1. Зависимость между dn и W_n для различных видов (А) и сортов (Б) плодовых культур: 1 – черешня Черная Мелитопольская, 2 – персик Сочный, 3 – яблоня Ренет Симиренко, 4 – слива Ренклод Альтана; персики 5 – Муза, 6 – Маяковский, 7 – Пушистый Ранний.

Наиболее устойчивым к почвенной засухе является сорт Пушистый Ранний. У него прирост прекращается при влажности почвы 48 % HB; у сорта Маяковский - при 52 % HB, у сорта Муза - 55 % HB. Разработанный нами способ оценки засухоустойчивости плодовых культур защищен авторским свидетельством [5].

Метод измерения относительной засухоустойчивости плодовых культур в условиях атмосферной засухи, основанный на измерении относительной скорости ксилемного потока в побеге и диаметра побега.

В оптимальных условиях при наличии достаточного количества почвенной

влаги между параметрами водного режима (V отн. и d побегов) и факторами среды существуют тесные корреляционные зависимости противоположной направленности. Так, взаимосвязь между V отн. в побегах, освещенностью, температурой и дефицитом насыщенности воздуха прямо пропорциональна, а между изменениями диаметра (d) побегов и теми же факторами обратно пропорциональна [6].

При достаточном увлажнении почвы в условиях атмосферной засухи для устойчивых растений характерна почти строгая противофазность изменений относительной скорости ксилемного тока и диаметра побегов. У растений, чувствительных к атмосферной засухе, в тех же условиях наблюдается синхронное уменьшение этих параметров (рис.2). Сравнивая динамику изменений V отн. и d побегов в одних и тех же условиях атмосферной засухи, можно выделить наиболее устойчивые формы растений. Синхронность изменений этих показателей может наблюдаться в течение нескольких часов после полива, но в этом случае происходит увеличение как относительной скорости ксилемного тока в побегах, так и их диаметров.

На рис. 2 приведены суточные изменения относительной скорости ксилемного тока в побегах и их диаметров у черешни Черная Мелитопольская и персика Сочный в жаркий день при оптимальном увлажнении почвы (около 63-77 % НВ). У более устойчивого персика с 6 ч утра на фоне нарастающего дефицита насыщения воздуха наблюдалась четкая противофазность изменений V отн. и d побегов, что свидетельствует об оптимальном водном режиме этой культуры в условиях атмосферной засухи. У черешни, напротив, противофазность изменений указанных параметров наблюдалась только до 11 ч и затем после 20 ч. Начиная с 11 ч при дефиците насыщения воздуха выше 26 ГПа отмечено одновременное снижение V отн. и d побегов, т.е. в условиях атмосферной засухи даже при оптимальном увлажнении почвы ($W_{п}=77\%НВ$) водный режим черешни нарушается, происходит уменьшение как скорости ксилемного тока, так и тургесцентности побегов.

Величина вероятности нарушений водного режима растений в условиях атмосферной засухи является надежной и достаточно объективной характеристикой их устойчивости. Сигналом нарушения процессов транспорта воды может служить синхронное уменьшение относительной скорости ксилемного тока и величины диаметров побегов и стволов. Расчет вероятности проводится следующим образом: по данным параметров водного режима растений и факторов среды подсчитывают число часов с одновременным уменьшением V отн. и d побегов (или стволов) при тех или иных градациях дефицита насыщения воздуха d_i и общее число часов с заданным значением d_i . Вероятность (P) рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{N_i \times 100\%}{N_i}, \quad (2)$$

где n_i - число часов с одновременным уменьшением V отн. и d побегов (стволов) при d_i значениях дефицита насыщения воздуха;

N_i - общее число часов с дефицитом насыщения воздуха d_i .

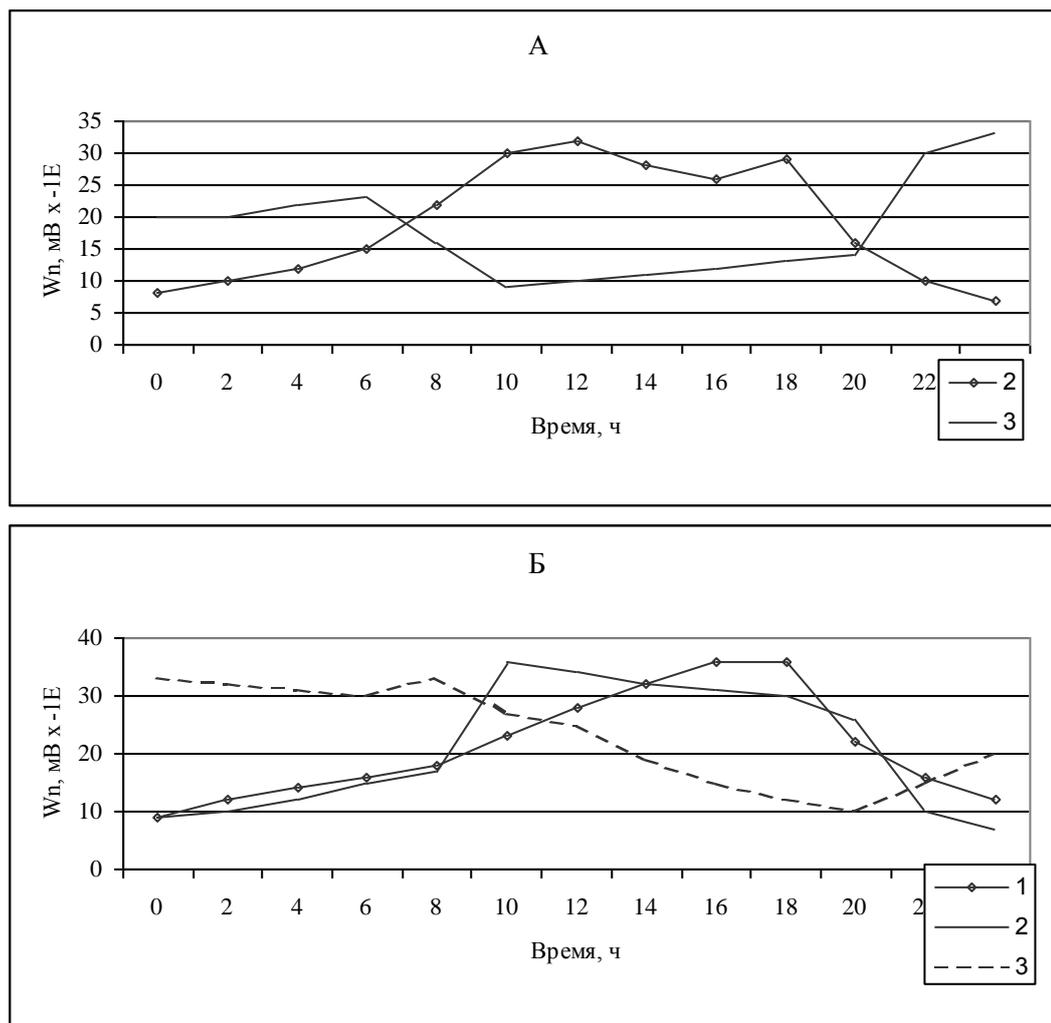


Рис. 2. Суточные изменения относительной скорости водного тока (1) и диаметра побега (2) при разных показателях воздушного дефицита (3) для персика (А) и черешни (Б). Опыт 1987 г.

Вероятность нарушения водного режима растений при различных грациях дефицита насыщения воздуха представляют графически, откладывая по оси абсцисс значения d , а по оси ординат вероятность (Р). На рисунке 3 приведена зависимость вероятности нарушения состояния водного режима черешни Черная Мелитопольская, сливы Ренклод Альтана и персика Сочный при варьировании дефицита насыщения воздуха от 0 до 36 ГПа и при влажности почвы $W_n=61-100\%НВ$. При дефицитах насыщения ниже 14 ГПа вероятность ухудшения состояния водного режима у исследованных косточковых культур ниже 10%. С дальнейшим увеличением дефицита насыщения воздуха резко возрастает вероятность нарушения процессов транспорта воды, особенно у черешни. По величине вероятности одновременного снижения относительной скорости ксилемного тока в побегах и уменьшения их диаметров представляется возможным сделать заключение о более высокой степени устойчивости персика и сливы к атмосферной засухе по сравнению с черешней.

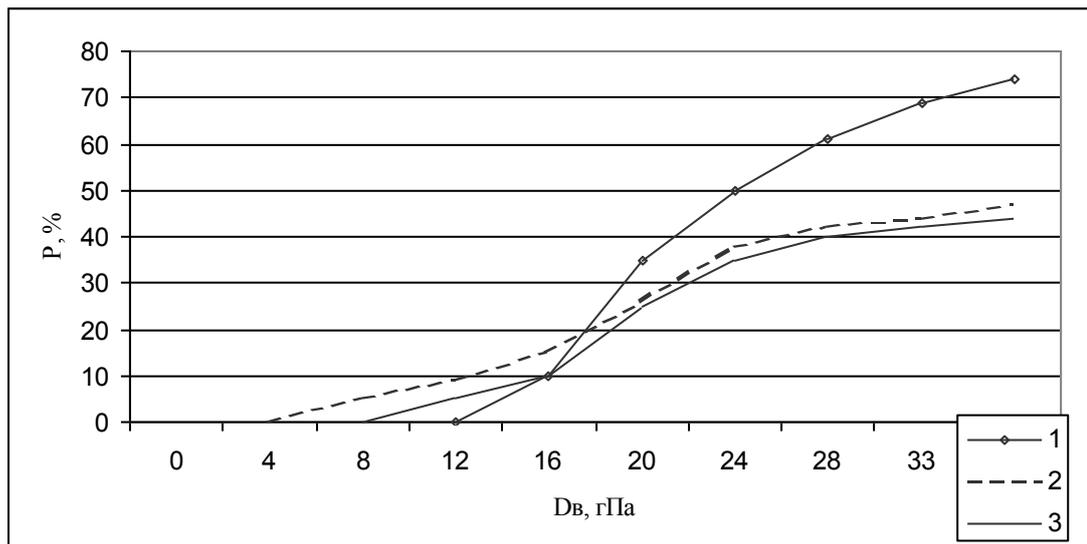


Рис. 3. Вероятность (P,%) одновременного снижения относительной скорости водного потока в побеге растения (Vn) и диаметра побегов (dn) при различных значениях дефицита влажности воздуха (Dв, ГПа): 1 – черешня, 2 – слива, 3 – персик.

Коэффициент варьирования отдельных параметров транспорта воды у плодовых культур является характеристикой их устойчивости. Чем выше коэффициент и размах варьирования, тем ниже их устойчивость к атмосферной засухе.

Метод измерения относительной засухоустойчивости плодовых культур в условиях атмосферной засухи, основанный на определении коэффициента варьирования водного потенциала листьев.

Стабильность водного режима растений в условиях атмосферной или почвенной засухи является важной характеристикой их засухоустойчивости [1].

О стабильности, степени регулирования процессов водного режима можно судить по величине вариабельности водного дефицита, водного потенциала [14, 15], температурного градиента, величине поляризационного электросопротивления и т.д.

Показателями вариабельности обычно служат размах (лимит) и коэффициент варьирования изучаемых величин. Лимиты варьирования определяются по разности между максимальными и минимальными значениями вариант в экспериментальных выборках. Коэффициент варьирования рассчитывают по формуле [11]:

$$C = \frac{S_x}{x} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где C - коэффициент варьирования изучаемой величины в %;

x - средняя арифметическая из суммы всех вариант выборки;

Sx - среднее квадратическое отклонение для выборки.

Значение Sx определяется по формуле:

$$S_x = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K}, \quad (4)$$

где X_{\max} - максимальное значение изучаемого параметра;

X_{\min} - минимальное значение изучаемого параметра;

K – величина, которая устанавливается в зависимости от объема выборки с помощью таблицы.

Чем выше коэффициент и размах варьирования отдельных параметров транспорта воды у растений, тем меньше стабильность их водного режима, тем ниже их устойчивость к атмосферной засухе.

В табл.5 приведены сведения о варьировании величины водного потенциала листьев ряда культур в условиях атмосферной засухи ($W_n=60-100\%НВ, d=30-36$ гПа). Наименьший коэффициент варьирования (18,6 %) отмечен у персика, наибольший (40,7%) - у яблони. По степени регулирования водного режима в условиях атмосферной засухи приведенные культуры ранжируются в следующем убывающем порядке: персик – черешня – слива – яблоня.

Таблица 5

Варьирование величин водного потенциала (ψ) листьев плодовых культур
(июль-август 1988 г., Южный берег Крыма)

Культура, сорт	Число опред.	ψ_{\min} 10.e5 Па	ψ_{\max} 10.e5 Па	ψ 10.e5 Па	Коэффициент варьирования
Персик Сочный	27	-12,6	-27,5	-19,0	18,6
Черешня Черная Мелитопольская	29	-12,0	-28,3	-19,6	20,8
Слива Ренклюд Альтана	41	-14,6	-34,9	-21,6	23,5
Яблоня Ренет Симиренко	40	-5,4	-29,8	-15,0	40,7

Изучая вариабельность параметров водного режима растений на поливе и в богарных условиях, можно оценить степень их устойчивости, как к атмосферной, так и к почвенной засухе.

Описанные выше различные методы определения засухоустойчивости плодовых культур, являясь различными по своей природе, характеризуют лишь какую-либо одну сторону засухоустойчивости. Поскольку устойчивость растений характеризуется целым рядом анатомо-морфологических и физиолого-биологических особенностей, при изучении засухоустойчивости следует учитывать комплекс признаков. Диагностика предполагает распознавание существенных свойств растений и широко применяется в различных областях биологии. На первый взгляд, все выглядит достаточно просто. Казалось бы, достаточно выявить и изучить основные признаки, определяющие свойство, чтобы получить о нем относительно полную информацию. Однако сложность диагностики заключается не столько в выявлении информативных признаков, сколько в выделении и расшифровке по каждому из них части информации об искомом свойстве, а затем синтезе этих частей в единое целое. Разработанные нами методы диагностики засухоустойчивости растений, как нам кажется, являются определенным шагом в этом направлении.

Выводы

Растения различных видов и сортов, приспособившиеся в процессе эволюции к определенным условиям обитания, по-разному реагируют на изменение факторов

внешней среды, что позволяет использовать это свойство в диагностических целях, в частности для изучения засухоустойчивости плодовых культур.

Изменения относительной скорости водного потока в побегах растений и их диаметра (тургесцентности) являются весьма чувствительными параметрами водного режима растений в условиях почвенной, воздушной и комплексной засухи. На основе использования этих закономерностей разработаны новые методы определения относительной засухоустойчивости плодовых культур к почвенной и атмосферной засухе.

Предложенные методы позволяют получать информацию о водном режиме растения, не повреждая его, причем эта информация является непрерывной и удобной для регистрации и ввода в компьютер для математической обработки.

Коэффициент варьирования отдельных параметров транспорта воды у плодовых культур является характеристикой их устойчивости. Чем выше коэффициент и размах варьирования, тем ниже их устойчивость к атмосферной засухе.

Разработанные методы диагностики засухоустойчивости плодовых культур могут быть применены в целях селекции, интродукции, районирования плодовых культур.

Список литературы

1. Генкель П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений // Физиология водного режима растений. - М., 1971. - С.5-26.
2. Гриненко В.В. Значение авторегуляции водного режима растений в адаптации его к природным факторам // Физиология засухоустойчивости растений. - М.: Наука, 1971. - С.115-131.
3. Еремеев Н.Г. Лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости плодовых и других растений и результаты его применения // Труды Никит. ботан. сада. - 1964. - Т.37. - С. 472-489.
4. Ильницкий О.А. Прибор для определения прироста органов растений // Бюл. Никит. ботан. сада. - 1979. - Вып.3. - С.73-76.
5. Ильницкий О.А., Фалькова Т.В. Способ оценки засухоустойчивости плодовых культур: А.с. СССР 1739914 // БИ. - 1992. - № 22.
6. Ильницкий О.А. Зависимость интенсивности фотосинтеза от динамики водного обмена хризантемы и алычи при различной скорости и степени их обезвоживания // Физиология и биохимия культурных растений. - 1982. - Т.14, №2.- С.192-198.
7. Клейман Э.И. Водный режим растений при резких изменениях факторов среды: Автореф. Дис... канд. биол. наук.- Кишинев, 1988. - 17 с.
8. Карманов В.Г., Рябова Е.П. Прибор для регистрации относительных изменений скорости водного тока по растению // Сб. тр. по агрон. физике. - 1968.- Вып. 16. - С.81-87.
9. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений. - Кишинев: Штиинца, 1975. - С.124-125.
10. Кушниренко М.Д. Водный обмен растений при различной влагообеспеченности в связи с засухоустойчивостью и продуктивностью // Водный обмен с.-х. растений.- Кишинев: Штиинца, 1989. - С.3-12.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1980. - 234 с.
12. Литвинов Л.С. Методы оценки засухоустойчивости // Семеноводство. - 1983. - № 6. - С.10-16.

13. Лищук А.И., Радченко С.С., Ильницкий О.А. Динамика водного обмена плодовых культур в условиях водного дефицита // Бюл. Никит. ботан. сада. - 1980. - №1. - С.73-75.

14. Надеждина Н.Е., Кайбияйнен Л.К. Способ определения засухоустойчивости древесных растений - А.с.СССР №1496704 // БИ.- 1989.- № 28.

15. Надеждина Н.Е. Способ оценки засухоустойчивости сортов яблони - А.с. СССР №1655356 // БИ.- 1991.- № 22.

16. Новые эфирномасличные культуры. Справочное издание / Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е. - Симферополь: Таврия, 1988. - 160 с.

17. Радченко С.С., Баранецкий В.А. Динамика тургесцентности как показатель относительной засухоустойчивости // Тез. Докл. 1 Всесоюз. семинара по молекулярной и прикладной биофизике с.-х. Растений. – Краснодар, 1974.- С.19-20.

18. Шевелуха В.С., Ковалев В.М. Ауксанографический способ в оценке устойчивости растений к стрессовым воздействиям // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. - Л.: ВИР, 1988. - С.211-215.

Phytomonitoring and drought resistance of plants

Ilitskiy O.A., Lischuk A.I., Paliy I.V., Bystrova T.I.

Changes in relative rate of water flow in plant's shoots and variations of their diameter (turgescence) under the conditions of soil, air and complex drought were studied. New methods for determination of relative drought resistance of fruit crops and technical plants were developed.