

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ФИТОМОНИТОРИНГА ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ ПЛОДОВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

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

При изучении динамики водного режима плодовых и технических культур исследователи применяют достаточно много различных методов: измерения относительной скорости водного тока в побегах и стволе растения, измерения изменений диаметра ствола и побега растения, измерения интенсивности транспирации, измерения водного потенциала листьев, измерения устьичного сопротивления листьев и др. Эти методы различны по своей физической сущности, вследствие чего обладают различной чувствительностью. В современной научной литературе не имеется сведений о сравнительной чувствительности данных методов. Мы решили восполнить этот пробел. Была проведена серия вегетационных опытов на различных видах и сортах плодовых и технических культур [6, 7] при изменяющемся водном режиме.

Применяемые нами методы условно можно разбить на две группы [5]: первая группа может характеризоваться как изучение процесса, интенсивности, динамики, обмена, скорости; вторая - содержания, концентрации, напряженности, емкости. Согласно этой классификации в первую группу мы можем отнести интенсивность транспирации и скорость передвижения воды в различных органах растения, во вторую - водный потенциал, тургор, осмотическое давление (осмотический потенциал).

Вышеперечисленные методы изучения динамики водного режима плодовых и технических культур необходимо применять одновременно на одних и тех же растениях, лишь в этом случае сравнение их чувствительности является вполне правомерным.

Объекты и методы исследований

Эксперименты проводили в Никитском ботаническом саду в 1987- 1992 гг., 2002 г. в условиях вегетационного опыта. Объектами исследований являлись саженцы яблони сортов Ренет Симиренко и Голден, персика сорта Золотой Юбилей и груши сорта Бере Арданпон; технические культуры: монарда дудчатая, котовник кошачий и лофант анисовый. Растения 2-3 летнего возраста выращивали в вегетационных сосудах с массой почвы 40-50 кг. Для создания почвенной засухи сосуды закрывали пленкой и прекращали полив.

Параметры водного режима, регистрировались при помощи фотометрической 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

Чувствительность каждого из применяемых методов выражена в виде коэффициента, отображающего изменение данного параметра до и после воздействия стресса (почвенной засухи):

$$K_m = \frac{K_1}{K_2}, \quad (1)$$

где K_1 и K_2 - коэффициенты, отображающие относительное изменение изучаемого параметра до и после воздействия экстремальных факторов в %, а отношение этих коэффициентов (K_m) характеризует чувствительность самого метода. При этом следует четко представлять, что чувствительность метода и устойчивость растения к обезвоживанию это не одно и то же.

В таблице 1 показана сравнительная чувствительность семи различных методов к обезвоживанию для сортов яблони Ренет Симиренко и Голден, груши Бере Д'Арданпон и персика Золотой Юбилей, в таблице 2 технических культур: монарды дудчатой, котовника кошачьего и лофанта анисового.

В них приведены результаты двух экспериментов по созданию почвенной засухи на фоне меняющихся метеофакторов внешней среды. Соответствующие характеристики водного режима сравниваются до и после воздействия фактора обезвоживания, параллельно приводится также влажность почвы и дефицит влажности воздуха.

В качестве характеристик водного режима растений использованы метод измерения изменений диаметра побегов, метод измерения устьичного сопротивления листьев, метод измерения водного потенциала листьев, интенсивности транспирации листьев, метод измерения относительной скорости ксилемного потока в стволе растения, метод измерения линейной скорости воды в стволе растения и метод измерения относительной ее скорости в побеге.

Чувствительность метода, использующего изменение диаметра побега под воздействием стресса, выражается формулой:

$$K_d = \frac{K_1}{K_2}, \quad \text{где } K_{1,2} = \frac{dn, \text{ мм}}{dn \text{ max, мм}}, \quad (2)$$

где dn - диаметр побега в месте установки датчика (в мм) в начале эксперимента, $dn \text{ max}$ - максимальное дневное изменение диаметра побега в месте установки датчика (от 6-7 час. до 13-15 час.) в мм.

Устойчивость растения к обезвоживанию характеризуется эластичностью побега (ксилемы) и способностью его к восстановлению. Так в наших экспериментах 12.07.90 максимальное дневное изменение (уменьшение) в условиях почвенной засухи (40%НВ) для яблони сорта Голден составляло 0,45% dn , а для персика Золотой Юбилей 1,9% dn . Восстановление же тургора (диаметра побега) за ночь по отношению к предыдущему утреннему значению у яблони составило 30-40%, т.е. у персика побеги являются более эластичными в условиях обезвоживания и, следовательно, он является более устойчивым к воздействию этого экстремального фактора.

У яблони сорта Ренет Симиренко 12.07.90 при почвенной засухе (45%НВ) дневное уменьшение диаметра побегов составило 1,2 % dn , а восстановление к следующему утру также 30-40%.

Таблица 1

Сравнительная эффективность методов определения чувствительности различных видов и сортов растений к обезвоживанию, 1990 г.

Дата измерения	Измеряемые и рассчитанные параметры					
	Wn, %НВ	Db, гПа	$K = \frac{dn, \text{ мм}}{dn, \text{ max\%}}$	$Kd = \frac{K_1}{K_2}$	Rs, с/см	$Krs = \frac{Rs_1}{Rs_2}$
Яблоня Голден						
12.07	40	27	0,45	2,65	150	3,0
13.07	95	20,3	0,17		50	
16.07	52	24,5	0,65	2,6	180	2,0
17.07	95	18,7	0,25		90	
Яблоня Ренет Симиренко						
16.07	45	24,5	1,2	2,73	341	1,79
17.07	95	18,7	0,44		190	
Персик Золотой Юбилей						
12.07	40	27	1,9	9,04	85	6,53
13.07	95	20,3	0,21		13	
16.07	55	24,5	1,36	2,95	150	3,75
17.07	95	18,7	0,46		40	
Груша Бере Д'Арданпон						
12.07	66	27	0,77		222	
12.07				1,13		2,61
13.07	95	20,3	0,68		85	
16.07	62	24,5	0,75	1,59	303	1,21
17.07	95	18,7	0,47		250	
Яблоня Ренет Симиренко						
12.07	40	27	0,98	1,2	-	0,48
13.07	95	20,3	0,64		-	
16.07	52	24,5		2,0	-	0,41
17.07	95	18,7			-	
16.07	45	24,5	0,79	1,7	-	0,39
17.07	95	18,7	0,68		-	
Персик Золотой Юбилей						
12.07	40	27	2,1	6,5	-	0,82
13.07	95	20,3	0,54		-	
16.07	55	24,5	1,59	3,75	-	0,23
17.07	95	18,7	0,9		-	
12.07	66	27	0,98	2,61	-	0,18
Груша Бере Д'Арданпон						
13.07	95	20,3	0,87		-	0,15
16.07	62	24,5	0,9	1,21	-	
17.07	95	18,7	0,88		-	
Яблоня Голден						
12.07	40	27	2,0	0,41	-	0,56
13.07	95	20,3	-	-	-	
16.07	52	24,5	1,7	-	-	0,37
17.07	95	18,7	-	-	-	
16.07	45	24,5	1,8	-	-	0,32
Яблоня Ренет Симиренко						
17.07	95	18,7	-	-	-	
12.07	40	27	-	0,65	-	
Персик Золотой Юбилей						
13.07	95	20,3	2,33	-	-	0,61
16.07	55	24,5	1,9	-	-	0,21
12.07	66	27	0,68	-	-	0,27
Груша Бере Д'Арданпон						
13.07	95	20,3		-	-	
16.07	62	24,5	0,8	-	-	0,33
17.07	95	18,7		-	-	

Так как почвенная засуха у этого сорта была меньше, чем у сорта Голден (40%НВ), то эластичность его побегов и, следовательно, устойчивость к обезвоживанию меньше, чем у сорта Голден. Сравнивая значение коэффициента Kd у различных видов и сортов растений (12-13.07.90), видим, что метод, использующий этот параметр, является очень чувствительным. Так у яблони Голден Kd - 2,65, у персика - 9,04, у груши - 1,13. У всех опытных растений влажность почвы составляла 40-45 % НВ, кроме груши, у которой она равнялась 66 %НВ. Во втором вегетационном опыте почвенная засуха была слабее (16-17.07.90) и составляла 45-55 %НВ, поэтому эти коэффициенты различались меньше. У яблони сорта Голден Kd 2,6, Ренет Симиренко 2,73, персика - 2,95 груши (при влажности почвы равной 62%НВ) 1,59. У монарды дудчатой в первом вегетационном опыте (08-09.07.2002) значение Kd 1,4 при влажности почвы 55% НВ. Во втором вегетационном опыте (13-14.07.2002) значение Kd 1,3 при влажности почвы 66% НВ, у лофанта анисового (13-14.07.2002) значение Kd 1,57 при влажности почвы 66% НВ; у котовника кошачьего в первом вегетационном опыте (14-15.07.2002) значение Kd 2,1 при влажности почвы 55% НВ, во втором вегетационном опыте (18-19.07.2002) значение Kd 1,7 при влажности почвы 40% НВ.

Ясно, что отсутствие или уменьшение воздействия экстремальных факторов нивелирует значения этих коэффициентов. Таким образом, чтобы определить чувствительность различных видов и сортов растений к обезвоживанию, необходим довольно сильный стресс, вызывающий это обезвоживание.

Таблица 2.

Сравнительная эффективность методов определения чувствительности различных видов технических культур к обезвоживанию, 2002 г.

Дата измерения	Измеряемые и рассчитанные параметры			
	Wn, %НВ	Db, гПа	$K = \frac{dn, \text{мм}}{dn, \text{max\%}}$	$Kd = \frac{K_1}{K_2}$
Монарда дудчатая				
08.07	55	20,8	0,88	1,4
09.07	95	19,6	0,6	
13.07	66	20,0	0,76	1,3
14.07	95	19,4	0,58	
Лофант анисовый				
13.07	55	20,0	0,77	1,57
14.07	95	19,4	0,49	
Котовник кошачий				
14.07	55	19,4	0,76	2,1
15.07	95	17,1	0,36	
18.07	40	9,9	0,65	1,7
19.07	95	14,3	0,39	

Известно, что устьичное сопротивление листьев является весьма чувствительным к обезвоживанию [8, 9, 10]. В таблице 2 чувствительность метода, использующего устьичное сопротивление листьев, представлена в виде:

$$K_{rs} = \frac{Rs_1}{Rs_2}, \quad (3)$$

где Rs1 и Rs2 - устьичное сопротивление листьев, соответственно, при воздействии и после окончания воздействия экстремальных факторов.

Анализ изменений коэффициента в условиях вегетационного опыта 12-13.07.90

показывает, что этот показатель является также очень чувствительным к обезвоживанию растений. Так у яблони сорта Голден его значение равно 3,0, а у персика 6,53. У груши значение этого коэффициента равно 2,61, правда, при более высокой влажности почвы ($W_n=66\%НВ$). В условиях второго вегетационного опыта (16-17.07.90) при воздействии менее напряженных факторов внешней среды эти коэффициенты, соответственно, равны: у яблони сорта Голден - 2,0, яблони сорта Ренет Симиренко - 1,79, персика - 3,75, груши - 1,21.

Весьма чувствительным к обезвоживанию является метод, основанный на измерении водного потенциала листьев [11,12]. В своих исследованиях мы применяли психрометрический метод измерения водного потенциала листьев. В таблице 1 чувствительность метода, использующего измерение водного потенциала листьев, представлена в виде:

$$K_p = \frac{K_1}{K_2}, \quad \text{где } K = \frac{\psi_{л(8)}}{\psi_{л(8-16)}}, \quad (4)$$

где K_p - коэффициент отображающий изменение данного параметра до и после воздействия стресса,

$\psi_{л(8)}$ - водный потенциал листа, измеренный в утренние часы (7-8ч.),

$\psi_{л(8-16)}$ - максимальное дневное изменение водного потенциала, представляющее собой разницу между утренним значением и показателем, полученным в 15-16 ч.

Коэффициенты характеризуют изменение этого соотношения как при воздействии экстремальных факторов внешней среды (K_1), так и при отсутствии этого воздействия (K_2).

Анализируя изменения коэффициента K_p в условиях вегетационного опыта 12-13.07.90 г., видим, что у яблони сорта Голден Делишес его значение равно 1,2, у персика - 6,55, у груши Бере Д'Арданпон - 2,61.

В условиях второго вегетационного опыта (16-17.07.90) эти значения были равны: у яблони сорта Голден - 2,0, Ренет Симиренко - 1,79, персика - 6,55 и груши - 1,21. Эксперименты показывают, что предложенная методика определения чувствительности растений к обезвоживанию является весьма достоверной и эффективной.

Известно, что интенсивность транспирации определяется напряженностью факторов внешней среды. На этом принципе построен подход к определению чувствительности растений к обезвоживанию, предполагающий измерение интенсивности транспирации при воздействии экстремальных факторов внешней среды и после этого воздействия. Чувствительность метода можно выразить в виде:

$$K_{тр} = \frac{Tr_1}{Tr_2}, \quad (5)$$

где Tr_1 и Tr_2 - интенсивность транспирации при воздействии экстремальных факторов внешней среды и при их отсутствии соответственно.

Проанализировав значение этого коэффициента в условиях вегетационного опыта 12-13.07.90, мы видим, что у яблони Голден он равен 2,0, у персика - 2,33, а у груши - 0,68. Во втором вегетационном опыте (16-17.07.90) $K_{тр}$ был равен: у яблони Голден - 1,7, у Ренет Симиренко - 1,8, у персика - 1,9, у груши - 0,8, у лопанта

анисового и монарды дудчатой – 0,89. Как и при изучении чувствительности других методов при уменьшении интенсивности воздействия экстремальных факторов на растение (второй вегетационный опыт) наблюдается нивелирование этого коэффициента у различных видов и сортов.

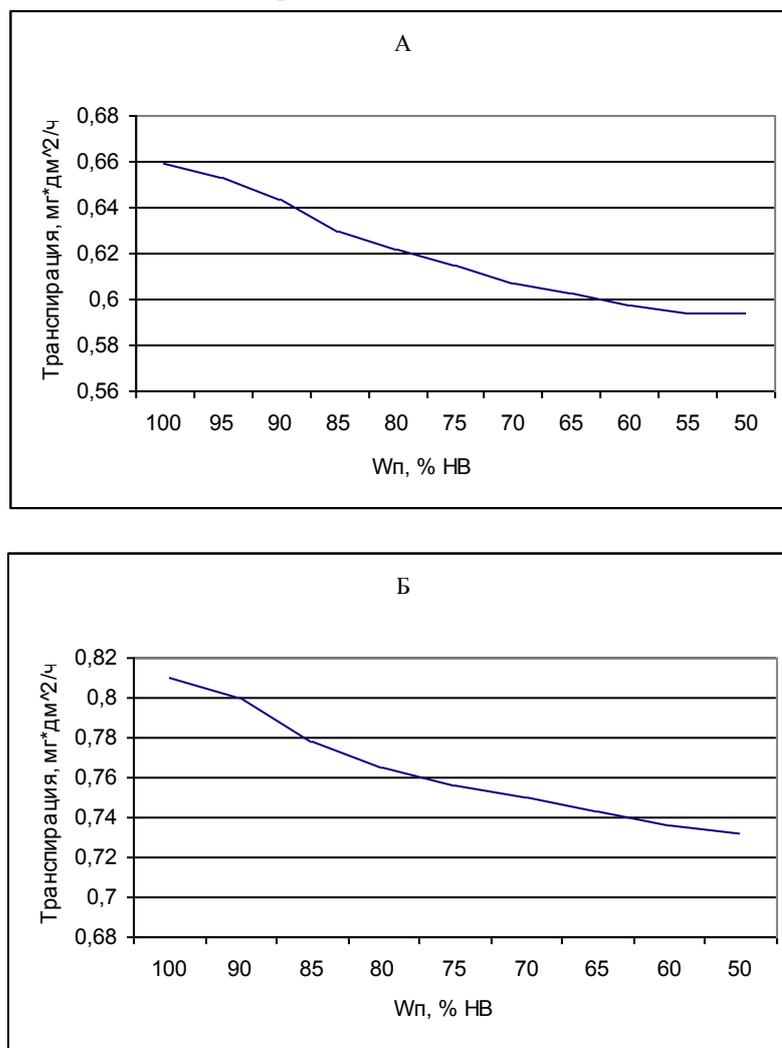


Рис. 1. Зависимость динамики транспирации листьев лопуха анисового (А) и монарды дудчатой (Б) от влажности почвы в 2002 г.

На рисунках 1 и 2 представлена сравнительная чувствительность методов, использующих интенсивность транспирации $K_{тр}$ в условиях почвенной засухи для лопуха анисового (А) и монарды дудчатой (Б).

Относительная скорость водного потока в стволе растения также является параметром, весьма чувствительным к обезвоживанию растений, особенно к воздушной засухе [2].

Чувствительность этого метода можно выразить в виде:

$$K_{vo.c.} = \frac{Vo.c.ут.}{Vo.c.дн.}, \quad (6)$$

где $V_{o.c.ут.}$ - относительная скорость водного потока в стволе растения в утренние часы (6-7 ч),

$V_{o.c.дн.}$ - относительная скорость водного потока в стволе растения в середине дня (13-14 ч).

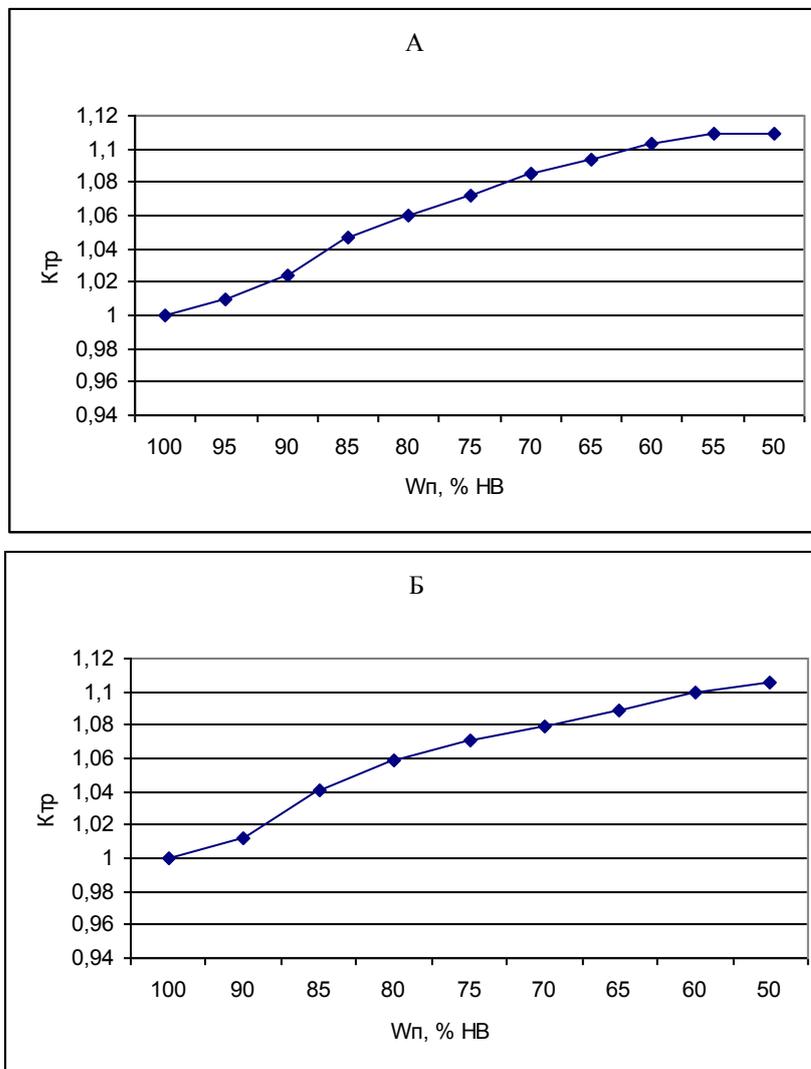


Рис. 2. Сравнительная чувствительность метода Ктр. для лофанта анисового (А) и монарды дудчатой (Б) к почвенной засухе в 2002 г.

Как известно, ствол является резервуаром влаги, и в нем может содержаться до 80% воды, находящейся в растении. В дневные часы при воздействии экстремальных условий внешней среды расход воды на транспирацию превышает ее приток из почвы. Дефицит влаги растение восполняет в ночные часы, и такая характеристика, как $V_{o.c.ут.}$, показывает степень его восполнения. Если эта величина в утренние часы близка к нулю, то растение полностью восстановило тургор. При высоком дефиците влаги в растении эта величина может приближаться к значению дневных скоростей и даже превышать их. В наших экспериментах 12.07.90 эта величина равнялась для яблони сорта Голден 0,41, для персика 0,65 и для груши 1,1, из чего видно, что предложенный метод является весьма чувствительным к обезвоживанию растений.

Естественно, что высокие значения V о.с. в ночные и утренние часы возможны лишь при наличии влаги в почве, т.е. метод является чувствительным, в основном, к атмосферной засухе. В дальнейшем мы использовали эту особенность для разработки и обоснования алгоритма оптимального управления водным режимом растений в условиях атмосферной засухи.

Относительная скорость водного потока в ксилеме побегов, как и изменение их диаметра, является очень чувствительным к обезвоживанию растений параметром. Это явление было использовано нами при разработке новых методов определения относительной засухоустойчивости плодовых культур [3,4].

Чувствительность метода к обезвоживанию растений можно представить в виде:

$$Kv \text{ о.п.} = \frac{V_{\text{ср.1}} - V_{\text{ср.2}}}{V_{\text{ср.1}}} = \frac{V_{\text{ср.}}}{V_{\text{ср.1}}}, \quad (7)$$

где $V_{\text{ср.1}}$ и $V_{\text{ср.2}}$ - среднее дневное (с 7 до 20 ч.) значение скоростей ксилемного потока в побеге, соответственно, до и после воздействия экстремального фактора.

Анализируя результаты вегетационного опыта 12-13.07.90 наблюдаем следующие значения этих коэффициентов: для яблони сорта Голден 0,480, для персика 0,82, для груши 0,180. Во втором вегетационном опыте при менее интенсивном воздействии экстремальных факторов эти значения равны: у яблони Голден 0,410, у Ренет Симиренко 0,39, у персика 0,13, а у груши 0,15. Приведенные результаты свидетельствуют о достаточно высокой чувствительности этого метода к обезвоживанию растений.

Таким же образом рассчитана чувствительность метода, использующего линейную скорость ксилемного потока в стволе растения:

$$KV_{\text{л.с.}} = \frac{V_{\text{ср.1}} - V_{\text{ср.2}}}{V_{\text{ср.1}}} = \frac{V_{\text{ср.}}}{V_{\text{ср.1}}}, \quad (8)$$

Все обозначения такие же, как в формуле (7), только вместо относительной скорости водного потока в побегах здесь представлена линейная скорость водного потока в стволе растения. Анализ результатов первого вегетационного опыта (12-13.07.90) показывает, что эти коэффициенты составили у яблони Голден 0,56, у персика 0,61, у груши 0,27. Во втором вегетационном опыте (16-17.07.90) эти значения, соответственно, равны: у яблони Голден 0,37, яблони Ренет Симиренко 0,32, у персика 0,21, у груши 0,33. Здесь, как и в других экспериментах, правомерно сравнить результаты, полученные в условиях одного и того же опыта. Из приведенных результатов видно, что этот метод обладает достаточно высокой чувствительностью к обезвоживанию растений.

При определении чувствительности описанных выше методов к обезвоживанию необходимо иметь в виду, что на растение влияет не только создаваемая исследователем почвенная засуха, но и метеофакторы (температура и влажность воздуха, освещенность, скорость ветра). Так в проведенных экспериментах кроме почвенной засухи на растение воздействует дефицит влажности воздуха: 12.07 - 27 ГПа, 13.07 - 20 ГПа, 16.07 - 25 ГПа и 17.07 - 18 ГПа (см. табл.1).

Определить чувствительность метода к воздействию какого-либо одного

фактора задача довольно сложная. Проследим изменения чувствительности четырех описанных выше методов на фоне почвенной засухи для различных видов плодовых культур. На рисунке 3 представлена сравнительная чувствительность методов, использующих изменения диаметров побегов растений K_d , устьичного сопротивления K_{rs} , водного потенциала листьев K_p , интенсивности транспирации K_{tr} в условиях почвенной засухи для яблонь сорта Голден, Ренет Симиренко и персика Золотой Юбилей.

Анализируя эти результаты можно прийти к выводу, что наиболее чувствительными к почвенной засухе являются методы, использующие изменение диаметра побегов растений и устьичного сопротивления листьев. Применительно к яблоне сорта Голден эти методы сравнимы по чувствительности, а для яблони Ренет Симиренко и персика более чувствительным является метод, использующий изменение диаметра органов растений. Известно, что водный потенциал листьев является очень чувствительным к обезвоживанию, и более низкая чувствительность предложенного нами метода объясняется тем, что в своей методике мы использовали относительные дневные изменения этого показателя:

$$K = \frac{\psi_{л.(8)}}{\psi_{л.(8-16)}} \quad (9)$$

в условиях воздействия почвенной засухи и без нее.

Если же сравнить сами величины водных потенциалов (утренние или в середине дня) в условиях воздействия почвенной засухи (K_1) и при ее отсутствии (K_2):

$$K_p = \frac{K_1}{K_2},$$

то чувствительность метода значительно повышается.

Метод, основанный на измерении интенсивности транспирации, оказался более чувствительным применительно к обоим сортам яблони по сравнению с методом, использующим измерение водного потенциала. Наименее чувствительным был метод, использующий K_{tr} у персика.

Сравним чувствительность каждого из четырех методов (K_d , K_{rs} , K_p , K_{tr}) для изучаемых нами видов и сортов растений в условиях почвенной засухи. На рис. 4 видно, что величина K_d у персика равна 9, а у обоих сортов яблони 2,5 - 2,7.

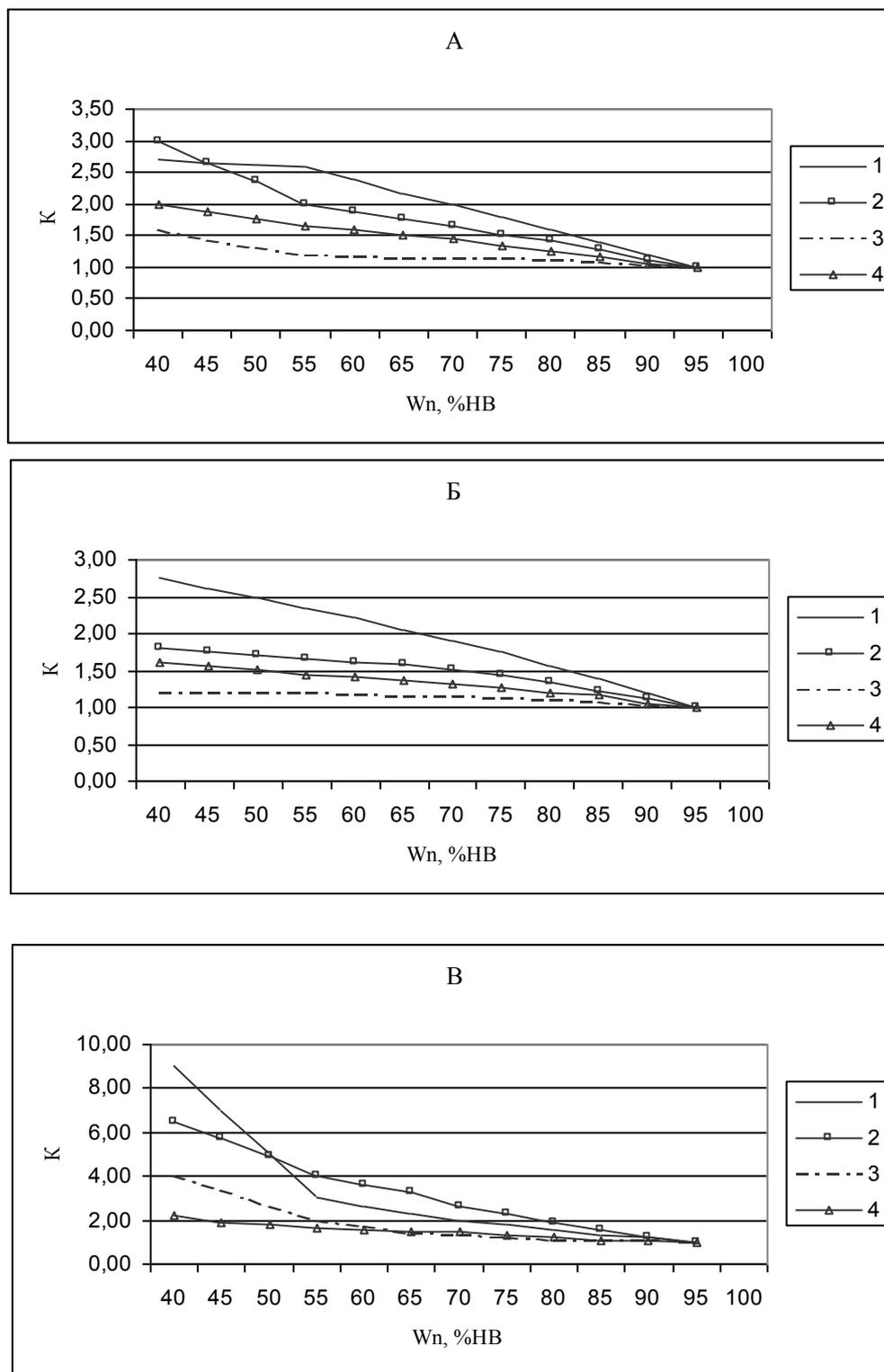


Рис. 3. Сравнительная чувствительность различных методов к почвенной засухе: А – для яблони Голден, Б – для яблони Ренет Симиренко, В – для персика Золотой Юбилей; 1 – метод Kd, 2 – метод Krs, 3 – метод Kn, 4 – метод Kтр.

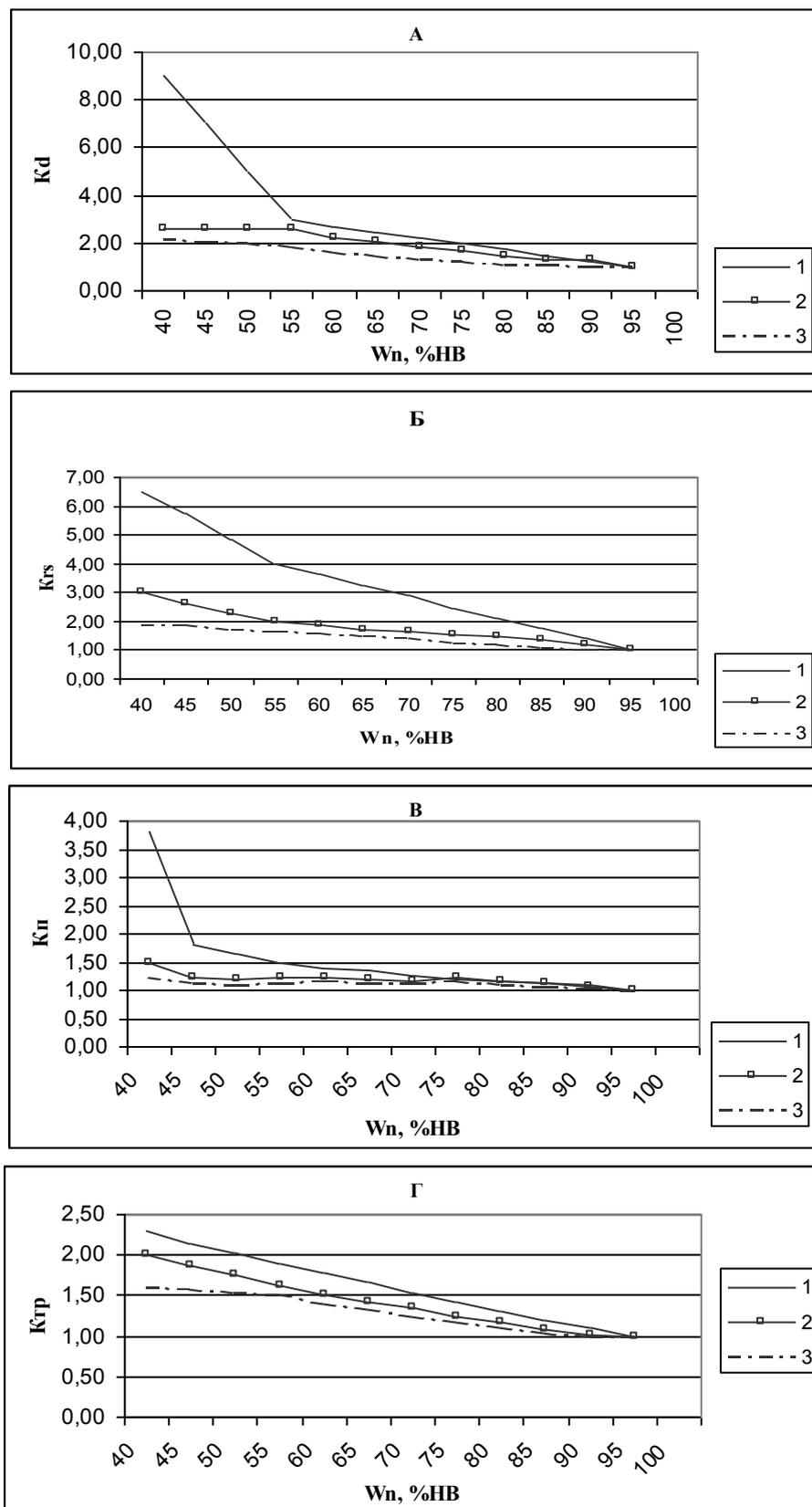


Рис. 4. Сравнительная чувствительность методов Kd (А), Krs (Б), Kп (В), Kтр (Г) при почвенной засухе: 1 – персик сорт Золотой Юбилей, 2 – яблоня сорт Голден, 3 – яблоня сорт Ренет Симиренко.

Метод, использующий измерение устьичного сопротивления, показывает, что K_{rs} у персика 6,5, у яблони сорта Голден 3,0, а у сорта Ренет Симиренко 1,8. Метод, использующий измерение водного потенциала листьев, дает следующие результаты: K_p у персика 3,8, у яблони Голден 1,56, а у Ренет Симиренко 1,2. Анализ сравнительной чувствительности метода, использующего измерение интенсивности транспирации, дает следующие результаты: K_{tr} для персика 2,7, для яблони сорта Голден 2,0, Ренет Симиренко 1,7.

Анализируя представленные выше результаты исследований можно прийти к выводу, что наиболее чувствительным к воздействию почвенной засухи у изучаемых культур является метод, использующий измерение диаметра органов растений. Наиболее близким к нему по чувствительности является метод, основанный на измерении устьичного сопротивления листьев.

Сравнивая чувствительность к почвенной засухе различных видов и сортов плодовых культур, оцениваемых с помощью различных методов, можно прийти к выводу, что наиболее высокой устойчивостью обладает персик, у которого $K_d=9$, $K_{rs}=6,5$, $K_p=3,8$, $K_{tr}=2,7$, у яблони Голден $K_d=2,7$, $K_{rs}=3,0$, $K_p=1,5$, $K_{tr}=2,0$. У яблони Ренет Симиренко $K_d=2,5$, $K_{rs}=1,8$, $K_p=1,2$, $K_{tr}=1,7$. Таким образом, все предложенные нами методы позволяют сделать вывод, что устойчивость изучаемых видов и сортов к почвенной засухе можно разместить в следующей последовательности: персик Золотой Юбилей - яблоня Голден - яблоня Ренет Симиренко. Это подтверждается данными из научной литературы.

Предложенные методы определения реакции растений на обезвоживание различны по своей физической сущности и обладают разной чувствительностью.

Наибольшей чувствительностью к обезвоживанию растений обладает метод, использующий измерение тургесцентности (диаметра) побегов. Высокая чувствительность метода объясняется способностью растений восстанавливать гомеостаз.

Выводы

Предложенные методы обладают различной чувствительностью к почвенной и атмосферной засухе. Так метод, использующий изменение относительной скорости ксилемного потока в стволе растения, обладает высокой чувствительностью к атмосферной засухе и может использоваться для разработки алгоритма управления водным режимом растений в условиях воздушной засухи.

Предложенные методы могут быть использованы для оценки относительной засухоустойчивости плодовых культур. Четыре метода, использованные для ее изучения, дали один и тот же результат.

Выполненная работа позволит исследователям, работающим в различных областях биологических наук, применять предложенные и изученные нами методы для конкретных целей селекции, сортоиспытания, интродукции, районирования культурных растений.

Список литературы

1. Клейман Э.И. Водный режим растений при резких изменениях факторов среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Кишинев, 1988.- 17 с.
2. Надеждина Н.Е. Водный режим яблони и его оптимизация в условиях юга Украины.// Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Киев, 1988.- 25 с.
3. Лищук А.И., Радченко С.С., Ильницкий О.А. Динамика водного обмена

плодовых культур в условиях водного дефицита // Бюл. Никит. ботан. сада. - 1980. - Вып.2. - С.73-75.

4. Лищук А.И., Ильницкий О.А., Радченко С.С. К методике определения засухоустойчивости абрикоса в вегетационном опыте // Бюл. Никит. ботан. сада.- 1985.- Вып.56.- С. 86-89.

5. Радченко С.С. Элементы системного анализа физиологической информации при автоматической диагностике водного дефицита растений // Физические методы и средства получения информации в агромониторинге. - Л. - 1987. - С. 35-45.

6. Новые перспективные эфирномасличные культуры для юга СССР / Фролов Т.В., Невструева Р.И., Маляренко С.Г., Сокол В.А.- Симферополь: Крымиздат. - 1962. - 64 с.

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

8. Hiroshi N., Ernst S., Hubert D.Z.Mechanisms of stomatal movements in response to air water potential // Planta. - 1991. - P. 57-64.

9. Myung Y.I., Hanno R. Stomatal conductance and leaf-water parametrs of apple, pear, sweet cherry and plum in an orchard // Jarten banwissenschaft. - 1991. - P. 75-80.

10. Meidner H. Stomata and the whole plant // Biochem. und Phisiol. Pflanz. - 1990. - P. 262-264.

11. Pothier D., Bedord M., Caissy R., Stein J. Variations du potential en Foction de variables meteorologiques // Natur. Can.- 1989.-116, №17.- P. 61-68.

12. Turner J.B. The extent and heftterni of osmotic adjustment in while clever during the development of waters stress // Ann. Bot.(USA).- 1990.- 66, №6.- P. 721-727.

Comparative efficiency of phytomonitoring methods to the dehydration of fruit crops and technical plants

Ilnitskiy O.A., Bystrova T.I., Paliy I.V.

Comparative estimation of phytomonitoring methods of plants' state during the drought is given. Among the proposed methods, method which is based on the registration of shoots turgescence (diameter) changes has the highest sensivity. Algorithm of managing water regim in plants is developed.