

8. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – №1 (17). – С. 6-13.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – М., 1989. – Вып.2. – С. 25-31.
10. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия – Симферополь: Таврия, 1987. – 151 с.
11. Пташник О.П. Зернобобовые культуры в Крыму // Таврійський вісник аграрної науки. – 2013. – № 2. – С. 27-29
12. Хухлаев И.И., Коблай С.В. Горох – культура важная // Посібник українського хлібороба. – 2013. – Том 2. – С. 209-215.

Статья поступила в редакцию 05.05.2019 г.

Ptashnik O.A. Development of the main elements of the crop structure of pea and chickpea at different rates and methods of seeding under the conditions of the steppe Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 133. – P. 194-199.

In this article, we present research results on studying the effect of rates and methods of seeding on the seed productivity of new cultivars of pea (*Pisum sativum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) under conditions of the Crimea. The field trials were conducted during the period 2016-2018. Studies have shown that the optimum seeding rate for the pea cultivar Pharaoh (leafless morphotype) was 1.2-1.4 million pieces per hectare. The best seeding rate for the chickpea cultivar Zolotoy Yubiley both under closely spaced rows (15cm) and wide-row sowing with the 45 cm row-width spacing was 400 thousand seeds per hectare, and under wide-row sowing with the 60 cm row-width spacing was 200 thousand seeds/ha. For the cultivation chickpea Zolotoy Yubiley, the most productive was the wide-row sowing with the 45 cm row-width spacing because the yield, in this case, was 1.23 t/ha.

Key words: legumes; pea (*Pisum sativum* L.); chickpea (*Cicer arietinum* L.); crop structure; productivity; yield

ЮЖНОЕ ПЛОДОВОДСТВО

УДК 634.21:631.526.3:58.036.5:58.032.3(581.45:581.44)

DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-199-207

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЕЯНЦЕВ АБРИКОСА ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ЗИМОСТОЙКОСТИ В УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА

Джалалудин Магомедович Анатов^{1,2}, Загирбег Магомедович Асадулаев^{1,3},
Руслан Маликович Османов¹

¹ Горный ботанический сад ДНЦ РАН,
367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45,
E-mail: djalal@list.ru

² Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН,
367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45,

³ Дагестанский государственный университет,
367000, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а.
E-mail: asgorbs@mail.ru

В статье представлен сравнительный анализ водоудерживающей способности листьев (ВСЛ) и ее связь с морозостойкостью побегов у сеянцев абрикоса различного эколого-географического происхождения. Между ВСЛ сеянцев абрикоса и подмерзанием побегов обнаружена нелинейная

зависимость. Выявлено, что у сеянцев при среднем уровне повреждаемости побегов, ВСЛ выше (12–15% содержание воды в листьях через 24 ч), чем у побегов сеянцев со слабым повреждением (0,8–6%). У сильно подмерзаемых генотипов, наоборот, ВСЛ ниже зимостойких. Корреляция до пика составляла 0,79*, после пика -0,98*, достоверные на 0,05 уровне значимости.

Ключевые слова: абрикос; водоудерживающая способность листьев; подмерзание побегов; сеянцы; эколого-географические группы; Дагестан

Введение

Устойчивость растений к абиотическим факторам среды (жара, засуха, заморозки, засоление и др.), является специфической особенностью видов и сортов. К важным показателям адаптации растений к условиям внешней среды относятся засухоустойчивость и зимостойкость.

В экспериментальной экологии и экологической физиологии засухоустойчивость растений анализируются не только для выявления физиолого-биохимических основ этого явления, но и для изучения внешних проявлений под влиянием комплекса условий [3, 4, 6].

Другим, не менее важным показателем адаптивности растений к природно-климатическим условиям, считается зимостойкость. Зимостойкие сорта обычно обладают замедленными ритмами всего периода осенне-зимне-весеннего развития и требуют для прохождения покоя более продолжительного воздействия температур от 0 до 7°C. Весеннее развитие у них проходит при более высоких температурах, чем у незимостойких [5, 18].

К плодовым культурам, сочетающим высокую засухоустойчивость и зимостойкость относится абрикос обыкновенный, успешно произрастающий в континентальном климате горных систем Средней Азии, Кавказа и Китая. Для абрикоса характерна высокая водоудерживающая способность листьев и потенциально высокая зимостойкость [4, 13, 15].

Тем не менее, в аридных условиях, абрикос теряет свою продуктивность при отсутствии регулярных поливов и качественной агротехники в искусственных посадках. Считают, что при недостатке влаги листья оттягивают воду от плодов и почек, уменьшается закладка и зрелость генеративных почек, плоды мельчают, околоплодники становятся полусухими и горькими, напоминая плоды диких предков, что в конечном итоге приводит к снижению урожайности [3, 15]. В отличие от черешни и алычи, при засухе листья у абрикоса не желтеют и не сбрасываются, а теряют тургор и при ее усилении высыхают, оставаясь зелеными [6].

Исследования зимостойкости абрикоса показали, что сильнее всего различаются сорта, принадлежащие к разным эколого-географическим группам. Наиболее устойчивой древесиной, особенно в зиму с провокационным потеплением, обладают среднеазиатские сорта, а наименьшей представители ирано-кавказских и европейских групп [2, 17].

При этом разные сорта абрикоса весьма сильно различаются по засухоустойчивости и зимостойкости, в этой связи выявление сортов и форм с высокой устойчивостью представляет для практики большой интерес.

Наиболее информативным из лабораторно-полевых методов оценки засухоустойчивости плодовых культур считается определение водоудерживающей способности листьев. Установлена прямая зависимость между способностью листьев удерживать влагу и степенью восстановления их тургора, т.е. чем меньше воды теряют листья, тем полнее восстанавливаются их ткани [11, 14]. Изучение водоудерживающей способности тканей листьев дает возможность оценить потенциал сортов противостоять действию обезвоживающих факторов [1].

Цель исследования – дать сравнительную оценку сеянцам абрикоса различного эколого-географического происхождения по водоудерживающей способности листьев и подмерзанию побегов для выявления доноров засухо- и зимостойкости.

Объекты и методы исследования

Водоудерживающую способность листьев у трехлетних сеянцев абрикоса определяли на экспериментальном участке Горного ботанического сада ДНЦ РАН (Гунибская экспериментальная база 1700 м н. ур.м.). В данной работе были использованы сеянцы пяти образцов различного эколого-географического происхождения. Культивар 'Кахаб' и дикая форма 'Цудахар' из Дагестана, 'Медунец' (сорт селекции НБС ННЦ РАН, г. Ялта), 'Таджикистан' (дикая форма из Таджикистана), 'Алеша' (сорт ГБС РАН, г. Москва). Среди сеянцев каждого образца отобраны по два полусибса, сильно контрастирующих по зимостойкости (один генотип с максимальной зимостойкостью (З), второй – минимальной (НЗ)). В годы исследований (2013–2016 гг) среднегодовая температура составляла 8,4°C, с абсолютной максимальной температурой в июле-августе 33,5°C, и абсолютной минимальной температурой в феврале –19,7°C, при среднегодовой сумме осадков 672 мм с максимумом в мае-июле (55% от годового количества).

Водоудерживающую способность определяли у 30 листьев, в 3 кратной повторности, взвешивание проводили на электронных весах "Ohaus" с точностью до 1 мг. Интервал взвешивания составлял 1 час в течение первых 6 часов, далее через каждые 2 часа в течение суток. Все измерения и расчеты были проведены в соответствии с общепринятой методикой для плодовых культур [12].

Полевая оценка сеянцев абрикоса по зимостойкости проводилась ежегодно весной в течение трех лет. Измерения осуществлялись линейкой с точностью до 1 мм, учитывалось отношение замерзшей части годового лидерного побега к общей длине этого побега. Оценка зимостойкости была проведена в соответствии с общепринятыми методиками и скорректированная с учетом наших исследований [12].

Шкала оценки подмерзания:

0 – нет подмерзания;

I – очень слабое <5 %;

II – слабое 6–10 %;

III – среднее 11–20%;

IV – средне-сильное 21–30%;

V – сильное 31–50%;

VI – очень сильное 51–90%;

VII – полное вымерзание 91–100%.

Для математической обработки данных были использованы методы описательной статистики, корреляционный и дисперсионный анализы [9] с использованием программы Statistica v. 5.5.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ водоудерживающей способности листьев (ВСЛ) трехлетних сеянцев абрикоса показал, что наиболее интенсивно потеря влаги листьями (от 60 до 90%) у всех сеянцев происходит в течение первых 14–16 часов. Листья сеянца от сорта 'Медунец' (европейского происхождения) потеряли за 14 часов 90% веса (рис. 1А). Заметное различие между сеянцами проявляется после 8 часов испытания, из которых более устойчивыми оказались образцы дагестанского происхождения, что предполагает и большую устойчивость к засухе сортов ирано-кавказской группы относительно сортов других эколого-географических групп. Данную закономерность

ранее выявляли в своих исследованиях и специалисты из Никитского ботанического сада [8, 10]. Средняя ВСЛ отмечена у образцов среднеазиатского и московского происхождения ('Таджикистан' и 'Алеша').

Однако эта закономерность выявлена для зимостойких полусибсов. У незимостойких полусибсов тех же сортов, отмечена иная закономерность (рис. 1В). Наибольшей ВСЛ отметились образцы 'Алеша' и 'Цудахар', низкой – 'Кахаб'. Т.е даже полусибсы одного сорта могут сильно различаться по физиологическим реакциям.

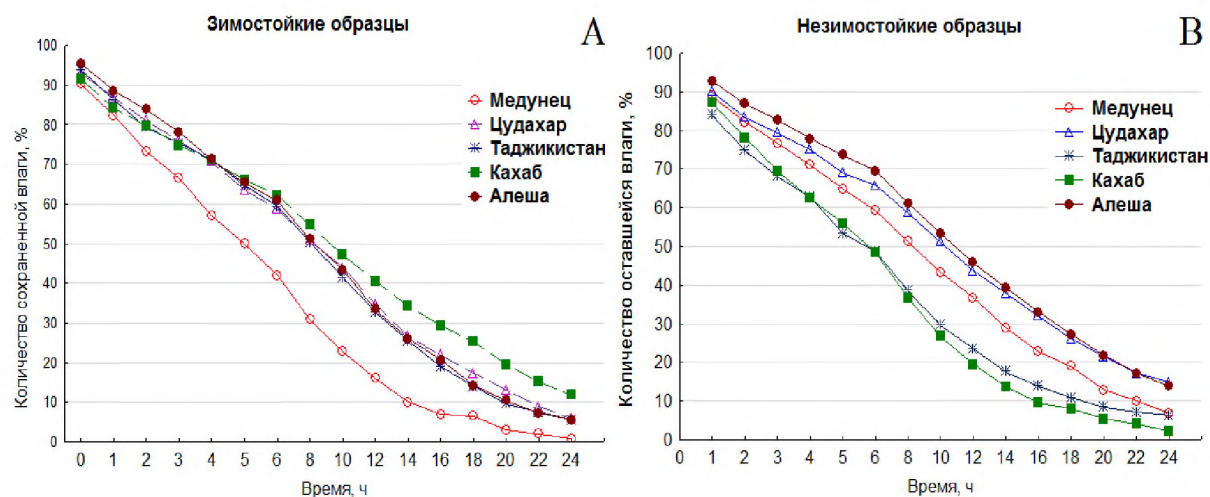


Рис. 1 Динамика потери влаги листьями у сеянцев абрикоса в течение суток

Такие особенности по видимому связаны с тем, что незимостойкие растения образца 'Кахаб' (дагестанская культурная форма) оказались самыми подмерзаемыми среди всех отобранных образцов. Ежегодно эти растения подмерзали на 100%, что могло повлиять на их устойчивость к обезвоживающим факторам среды. Косвенно на это указывает и большой разрыв значений для сухого вещества листьев, который зависит, прежде всего, от их размеров: 93,2 мг у зимостойкого образца 'Кахаб' и 43,7 мг у незимостойкого (табл. 1). Незимостойкий образец формировал мелкие листья ювенильного типа (сердцевидные остроконечные с небольшим опушением на черешках и главных жилках). Мелкими размерами листьев также характеризовались образцы 'Цудахар' (дикая форма). Общеизвестно, что сеянцы культурных форм и сортов имеют более крупные листья, чем у диких форм, листья которых значительно мельче. Полное насыщение листьев («оводненность листа») абрикоса находится в диапазоне 61,9–70,9% в пересчете на сырую массу.

Анализ изменчивости (CV) признаков показал, что показатели «оводненности листа» характеризуются очень низким варьированием, а сухая масса листа и содержание оставшейся влаги – высоким. При этом у образца 'Медунец' эти значения очень высокие. С увеличением времени испытания варьирование оставшейся влаги в листьях возрастает.

Таблица 1

Некоторые статистические параметры водоудерживающей способности листьев у сеянцев абрикоса

Образцы		Оводненность листа, %		Сухая масса листа, мг		Содержание воды в листьях через 14 ч, %		Содержание воды в листьях через 24 ч, %	
		$\bar{X} \pm S_x$	$CV, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$CV, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$CV, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$CV, \%$
Кахаб	З	61,9±0,41	3,6	93,2±7,47	43,9	34,2±1,18	18,9	11,9±1,07	49,3
	НЗ	69,4±0,29	2,3	43,7±1,88	23,6	13,7±1,34	53,5	2,3±0,32	76,9
Цудахар	З	69,7±0,27	2,1	43,5±1,96	24,6	26,8±1,25	25,6	6,0±0,61	55,3
	НЗ	68,3±0,25	2,0	50,6±3,40	36,8	37,9±1,73	25,1	14,9±1,55	57,1
Алеша	З	63,0±0,42	3,6	56,7±6,33	61,1	26,0±1,49	31,4	5,5±0,61	60,4
	НЗ	67,9±0,37	3,0	64,1±3,31	28,3	39,3±1,25	17,4	13,9±0,99	39,1
Таджикистан	З	66,0±0,32	2,7	65,3±4,24	35,6	25,4±1,20	25,8	5,5±0,27	27,2
	НЗ	66,2±0,47	3,9	61,5±7,98	71,0	17,6±1,60	50,0	6,3±0,57	49,8
Медунец	З	65,6±0,43	3,6	53,1±4,12	42,4	10,0±1,50	82,4	0,8±0,21	146,1
	НЗ	70,9±0,18	1,4	55,8±4,94	48,5	28,9±1,63	30,9	6,8±1,06	85,2
Σ	З	65,2±0,28	5,2	62,4±2,68	52,5	24,5±0,88	43,8	5,9±0,40	82,7
	НЗ	68,5±0,19	3,5	55,2±2,19	48,7	27,5±1,08	48,3	8,8±0,59	81,8
$\Sigma\Sigma$		66,9±0,19	5,0	58,8±1,74	51,3	26,0±0,70	46,7	7,4±0,37	85,8

Примечание: З- зимостойкие; НЗ- незимостойкие

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали достоверные различия ($p < 0,05$) по всем учтенным признакам обоих факторов (табл. 2). Основной вклад в разграничении групп вносит фактор «образцы» сила влияния – 6,0–20,7%. По фактору «зимостойкость» наибольшая дифференциация наблюдается по признаку «оводненность листа» (24,5%), остальные признаки оказались малоинформативными.

Таблица 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по факторам «образцы» и «зимостойкость» сеянцев абрикоса

Признаки	Факторы	df	MS	SS	F	$h^2, \%$
Содержание воды в листьях через 14ч, %	Образцы	4	2275,0	9100	19,532	20,7***
	Зимостойкость	1	685,9	685,9	5,889	1,6**
	Остаток	294	116,5	34251		
Содержание воды в листьях через 24ч, %	Образцы	4	451,3	1805,2	13,878	15,1***
	Зимостойкость	1	628,6	628,6	19,328	5,2***
	Остаток	294	32,5	9555		
Оводненность	Образцы	4	157,8	631,2	24,159	18,7***
	Зимостойкость	1	824,6	824,6	126,210	24,5***
	Остаток	294	6,5	1911		
Сухая масса	Образцы	4	4100,2	16400,8	4,802	6,0***
	Зимостойкость	1	3902,4	3902,4	4,570	1,4*
	Остаток	294	853,9	251046,6		

Примечание: df – степени свободы; MS – средний квадрат; SS – сумма квадратов; F – критерий Фишера; h^2 – сила влияния фактора; *- $P < 0,05$, **- $P < 0,01$, ***- $P < 0,001$ – уровни достоверности

Для подведения итогов сравнительного анализа мы провели общее сопоставление сеянцев абрикоса по ВСЛ и подмерзанием побегов (табл. 3). Результаты сравнения показали, что 3 из 5 пар зимостойких полусибсов уступают незимостойким по ВСЛ, и лишь в случае сравнения образцов, где разница между полусибсами по зимостойкости оказалась значительной, ВСЛ зимостойких выше или сопоставима с незимостойкими. Как мы уже отметили, зимостойкие растения формы Кахаб значительно превосходили незимостойкие по ВСЛ и относились по шкале

устойчивости к I категории по подмерзанию (до 5%), а незимостойкие – к VII категории (100%). При общем ослаблении растений их устойчивость к ВСЛ уменьшается. При среднем уровне подмерзания (III-IV категории) устойчивость к ВСЛ оказалась выше у зимостойких образцов, чем у растений I-II категорий. У растений V-VI категорий подмерзания ВСЛ зимостойких и незимостойких образцов примерно равна.

Таблица 3

Сравнение сеянцев абрикоса по водоудерживающей способности листьев и подмерзанию побегов

Образцы	Группы	Подмерзание побегов, %	Содержание воды в листьях через 14ч, в %	Содержание воды в листьях через 24ч, в %
Кахаб	З	3,9	34,2	11,9
	НЗ	100	13,7	2,3
Алеша	З	0	26,0	5,5
	НЗ	28,3	39,3	13,9
Таджикистан	З	0	25,4	5,5
	НЗ	62	17,6	6,3
Цудахар	З	5,4	26,8	6,0
	НЗ	22,7	37,9	14,9
Медунец	З	0	10,0	0,8
	НЗ	12,9	28,9	6,8
Среднее	З	1,9	24,5	5,9
	НЗ	45,2	27,5	8,8

Корреляционный анализ выявил слабую отрицательную недостоверную связь между ВСЛ и подмерзанием для всех образцов (табл. 4). Причем для зимостойких образцов отмечена средняя положительная недостоверная связь, а у незимостойких – заметная отрицательная достоверная на 0,05 уровне значимости после 14 часов испытания, но недостоверная после 24 часов.

Таблица 4

Коэффициенты линейной корреляции между водоудерживающей способностью листьев и подмерзанием побегов у сеянцев абрикоса

		ВСЛ	
		через 14 ч.	через 24 ч.
Подмерзание	З	0,55	0,57
	НЗ	-0,84*	-0,72
	Σ	-0,31	-0,11

Таким образом, между ВСЛ и подмерзанием обнаружена нелинейная зависимость (рис. 2). На графике эта зависимость отображена аппроксимированными функциями, вычисленными методом наименьших квадратов. Видно, что с усилением повреждаемости побегов в зимний период до среднего уровня (подмерзание до 20–30%), водоудерживающая способность листьев сеянцев абрикоса выше (содержание воды в листьях через 24 ч 12–15%), а после начинает уменьшаться. Корреляция до пика составила 0,79, после пика -0,98 (уровень значимости 0,05).

Проведенный эксперимент показал, что оптимальными характеристиками по зимостойкости и засухоустойчивости обладают образцы, имеющие среднюю устойчивость к подмерзанию с высокой водоудерживающей способностью листьев. Из всех сеянцев в нашем эксперименте наиболее оптимальным сочетанием устойчивости к подмерзанию и потере влаги листьями выделился зимостойкий образец 'Кахаб'.

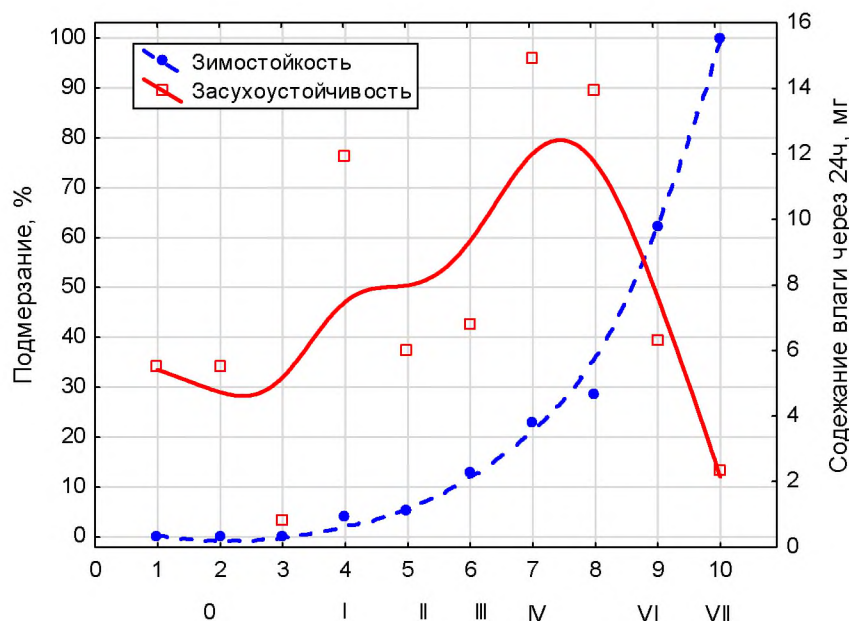


Рис. 2 График зависимости водоудерживающей способности листьев сеянцев абрикоса от подмерзания

Заключение

При оценке водоудерживающей способности листьев сеянцев абрикоса, наиболее интенсивная потеря влаги (90%) обнаружена в течение 14–16 часов, поэтому 16 часовая продолжительность испытания признана достаточной. Заметное различие между сеянцами проявляется после 8 часов испытания, из которых меньше всего теряют влагу образцы дагестанского происхождения, что предполагает большую устойчивость к засухе сортов ирано-кавказской группы относительно сортов других эколого-географических групп. Выявлено низкое варьирование (CV) и значительные различия по признаку «оводненность листа» между образцами, что может служить критерием в разграничении сортов и форм абрикоса по засухоустойчивости.

Между водоудерживающей способностью листьев сеянцев абрикоса и подмерзанием побегов обнаружена нелинейная зависимость. Выявлено, что у сеянцев с повреждаемостью побегов до среднего уровня, ВСЛ выше (содержание воды в листьях через 24 ч 12–15%), чем у слабоподмерзаемых (0,8–6%). У сильно подмерзаемых растений (60–100%), наоборот, ВСЛ ниже зимостойких. Корреляция до пика составляла 0,79*, после пика -0,98*, достоверные на 0,05 уровне значимости.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-016-00133А и с использованием УНУ «Система экспериментальных баз расположенных вдоль высотного градиента» ГорБС ДНЦ РАН.

Список литературы

1. Анатов Д.М., Асадулаев З.М., Османов Р.М. Водоудерживающая способность листьев сеянцев абрикоса в условиях Дагестана // Сборник научных трудов ГНБС. – 2017. – Т. 144(1). – С. 151 – 154.
2. Анатов Д.М., Османов Р.М. Сравнительная оценка сеянцев абрикоса по зимостойкости в горных условиях Дагестана // Труды КубГАУ. – 2018. – № 4 (73). – С. 12 – 16.

3. Асадулаев З.М., Сайдиева А.А., Абдуллаева Э.А. Вододерживающая способность и устойчивость к класстероспориозу ветвей и листьев сортов абрикоса // Труды ДагРБО. – 2008. – Вып. 1. – С. 81 – 84.
4. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1982. – 279 с.
5. Горина В.М. Научные основы селекции абрикоса и алычи для Крыма и юга Украины: Дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05. – Ялта. – 2014. – 479 с.
6. Еремеев Г.Н. Диагностика засухоустойчивости плодовых растений // Труды ВАСХНИЛ. – 1939. – Т. XXI. – Вып. 2. – С. 63 – 109.
7. Корзин В.В., Горина В.М., Ильницкий О.А., Одинцова В.А. Засухоустойчивость интродуцированных растений абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) и её связь с толщиной листовой пластинки. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2008. – № 2(8). – С. 51 – 57.
8. Кучерова Т.П., Лицук А.И., Шолохов А.М., Стадник С.А. Изучение засухоустойчивости абрикоса по комплексу признаков // Сборник научных трудов ГНБС. – 1985. – Т. 96. – С. 77 – 86.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
10. Лицук А.И., Ильницкий О.А. Адаптационные особенности абрикоса при различном водообеспечении // Сборник научных трудов ГНБС. – 1986. – Т.100. – С. 109–116.
11. Пилькевич Р.А., Комар-Тёмная Л.Д. Динамика вододерживающей способности листьев гибридов *Prunus brigantia* Vill. × *Armeniaca vulgaris* Lam. в условиях дефицита влаги // Бюллетень ГНБС. – 2012. – Вып. 105. – С. 91 – 98.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
13. Скворцов А.К., Крамаренко Л.А. Абрикос в Москве и Подмосковье. М. – 2007. – 224 с.
14. Смыков А.В., Федорова О.С., Месяц Н.В. Засухоустойчивость гибридных форм персика селекции Никитского ботанического сада // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т.177 (2). – С. 55 – 62.
15. Стародубцева Е.П. Сравнительный анализ засухоустойчивости сортов абрикоса в условиях Оренбуржья // Известия ОГАУ. – 2012. – № 1(33). – С. 236 – 237.
16. Стародубцева Е.П., Джуряева Ф.К. Устойчивость растений абрикоса к стресс-факторам окружающей среды в условиях Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 6(62). – С. 219 – 221.
17. Шолохов А.М. Изучение сравнительной зимостойкости сортов абрикоса в связи с биологическими особенностями развития цветковых почек: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Москва, 1963. – 18 с.
18. Яблонский Е.А. Елманова Т.С. Морфогенез генеративных почек персика и абрикоса и влияние на него экстремальных температур // Бюллетень ГНБС. – 1983. – Вып. 52. – С. 87 – 89.

Статья поступила в редакцию 26.02.2019 г.

Anatov D.M., Asadulaev Z.M., Osmanov R.M. Comparative assessment of apricot seedlings for drought resistance and winter hardiness in Dagestan // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 133. – P. 199-207.

The article presents a comparative analysis of the water-holding ability of leaves (WAL) and its connection with the freezing of the shoots of apricot seedlings of various ecological and geographical origins. A

non-linear relationship was found between the WAL of the leaves of apricot seedlings and the freezing of the shoots. It was revealed that seedlings with shoot damage to the average level, WAL are higher (12–15% water content in leaves after 24 hours) than those with slightly submerged (0.8–6%). In severely freezing genotypes (freezing 60–100%), on the contrary, is lower than winter-hardy. The correlation before the peak was 0.79 *, after the peak -0.98 *, significant at the 0.05 significance level.

Key words: *apricot; water-holding ability of leaves; freezing of shoots; seedlings; eco-geographical groups; Dagestan*

УДК 582.4:631.55:519.876.5

DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-207-211

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Валерий Анатольевич Шишкин, Евгений Павлович Рыбалкин,
Александр Иванович Сотник

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648 Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E- mail: shilv18@mail.ru

Проведен анализ методов математического моделирования семечковых культур на примере изучения 5 сортоподвойных образцов груши с учетом факторов влияющих на урожайность. Рассмотрено 15 основных факторов таких как: максимальная, минимальная и средняя температуры, относительная влажность, заболеваемость хлорозом, засухоустойчивость, морфологические характеристики. Математический анализ с построением математических моделей проводился с использованием пакета программ Matlab. В результате получены математические модели характеризующие влияние как отдельных, так и множественных факторов на урожайность сортоподвоев груши.

Ключевые слова: *анализ; математические модели; сортоподвойные сорта груши; урожайность*

Введение

Основным методом исследования и использования сложных моделей биологических систем является вычислительный компьютерный эксперимент, который требует применения адекватных методов вычислений для соответствующих математических систем, алгоритмов вычислений, технологий разработки и реализации компьютерных программ, хранения и обработки результатов компьютерного моделирования [2].

Математическое моделирование биосистем включает предварительную статистическую обработку экспериментальных результатов, изучение сложности и организованности биосистем, выбор адекватной математической модели и определение числовых значений параметров математической модели по экспериментальным данным [4].

Целью данной работы был математический анализ характеристик сортоподвоев груши с использованием современных методов математического моделирования.

Объекты и методы исследования

Материалом для математического анализа и моделирования послужили данные по характеристикам 5 сортоподвоев груши. К ним относятся:

- параметры кроны и показатели площади сечения штамба груши разных сочетаний;
- степень повреждения хлорозом, параметры засухоустойчивости, завязываемость;