

Белковые маркёры ряда южных сортов и форм абрикоса

В.И. Авдеев, д.с.-х.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Электрофоретическое исследование спектров запасных глобулинов семян (белковых маркёров) сортов и форм абрикоса (*Armeniaca Scop.*) начато в 1990 г. на базе отдела биохимии и молекулярной биологии ВНИИР им. Н.И. Вавилова. На тот период изучено 19 сортов и форм южного абрикоса из Передней (запад Туркменистана) и Средней Азии, Северного Кавказа, Западной Европы, Китая, но анализ спектров выполнен только лишь на ряде компонентов спектра из зон вицилиноподобных и легуминоподобных глобулинов [1] (табл. 1 и 2). В 2002 г. в изучение были вовлечены 88 сортов и форм абрикоса из различных регионов Евразии, произраставшие в мировой коллекции Туркменской опытной станции названного ВНИИР и в природных условиях [2, 3]. На начало 2016 г. с учётом изучения местных культиваров абрикоса из Оренбуржья и ряда других южных регионов [4, 5] исследовано 345 сортов и форм. Во всех случаях использовали единую международную методику, разработанную в том же ВНИИР [6]. В таблицах 1 и 2 по соответствующим регионам Северной Евразии приведены все компоненты полипептидных спектров сортов и форм абрикоса; при этом для краткости повторно не указаны начиная с компонента 35 местонахождения изученных форм (табл. 1), с компонента 24 – названия эколого-географической группы сортов и сортотипов (табл. 2).

При анализе спектров природного абрикоса обыкновенного (*A. vulgaris Lam.*), произрастающего в Северной Осетии – Алании, обращает внимание наличие в зоне основных легуминоподобных глобулинов (ОЛГ) компонента 80 (табл. 1). Он очень нехарактерен для абрикоса, однако отмечен для растущих в природе и считающихся одичавшими форм абрикоса из самой северной части Ростовской области России. Из близких родов он присущ видам сливы (*Prunus L.*), но у ростовских форм нет обычного для абрикоса компонента 83 из зоны ОЛГ.

Компонент 80 встречается также и среди форм местных абрикосов из Оренбуржья, а компонента 83 у ряда из них нет, ибо он замещён компонентами 82, 84, 86 от абрикоса маньчжурского – *A. mandshurica (Maxim.) Skvortz.* [1, 5]. Установлено, что формы из Оренбуржья близкородственны если не ростовским абрикосам, то абрикосам из сопредельных районов Украины [1]. Поскольку же компонент 80 не отмечен у многих других сортов и форм, произрастающих от Западной Европы до Китая (табл. 1, 2), то его локализация охватывает по меньшей мере ряд мест от Среднеднепровского в Украине до Предкавказского, Нижне-Донского георайонов и всю территорию Приуралья (Оренбургская обл.) в России. Позднее география компонента 80 в культуре может расширяться.

Что касается других компонентов, то прямая связь форм абрикоса из Северной Осетии – Алании и Оренбуржья не подтверждается отсутствием таких общих компонентов, как 4, 6, 9, 51, отчасти 16 и компонентов в позициях более 100, не говоря о том, что в первом регионе нет компонентов от *A. mandshurica*. Если учесть компоненты ростовских абрикосов, то их общность с абрикосами из Северной Осетии – Алании по компонентам 4, 6, 9 совпадает, однако у них нет почти полсотни общих компонентов – 10, 35, 60, 78, 83 и мн. др. [1, 4, 5]. Из этого следует, что так называемые одичавшие ростовские абрикосы весьма оригинальны по глобулинам семян, близки к сливе, в частности на 50% общие со сливой вишневидной (альчой) – *P. cerasifera Ehrh.* [5]. Итак, формы абрикоса из соседних Предкавказского (Северная Осетия-Алания) и Нижне-Донского (Ростовская обл.) районов весьма неоднородны по составу. Можно ожидать, что подробное изучение в этих географических районах обнаружит у местных абрикосов существенные особенности по составу глобулинов семян.

Несмотря на различия в зоне ОЛГ, южные сорта и формы абрикоса, в т.ч. природные формы из

1. Полипептидные спектры различных дикорастущих и культивируемых форм абрикоса обыкновенного

		Позиции полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабый, 2 балла – сильной интенсивности)																																				
		4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30	31	32	33	34								
		Северный Кавказ, Северная Осетия-Алания, дикорастущие формы, 1989 г.																																				
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Запад Туркменистана, 1989 г.: Ходжакалинская (первые 2 спектра) и Гермабская долины (вторые 2 спектра), в культуре																																				
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Центральный Таджикистан, пгт Файзабад, местные формы в культуре, 1980 г.																																				
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
35	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	52	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67										
1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	83	85	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Примечание: не даны общие компоненты 1 и 3; компоненты 101 – в Ходжакалинской, 101, 103, 106 – в Гермабской долинах (1 балл)

Северной Осетии – Алании (табл. 1, 2), объединяет набор ряда компонентов. Так, в зоне кислых легуминоподобных глобулинов (КЛГ) ими являются компоненты 37, 50, 54, а в зоне вицилиноподобных глобулинов (ВГ) – 1, 3, 10, 18, 27, 33. Однако из этих же данных видно, что географические группы сортов и форм, даже местные формы из Таджикистана (компонент 40) и других районов Средней Азии (компоненты 21, 22, 41, 45 и др.), отдельных долин на западе Туркменистана (компоненты 7, 19, 35, 78 и др.) различаются между собой почти половиной компонентов (табл. 1, 2).

Формы абрикоса могут значительно отличаться числом компонентов в спектрах [4, 5] (табл. 1). Меньше всего их в спектрах ростовских форм и форм из долины Гермаба, у оренбургских форм (37–58 шт.), больше всего – у форм Центрального Таджикистана, Северной Осетии – Алании, Ходжакалинской долины (57 – 61 шт.). У сортов абрикоса (табл. 2) компонентов было 58–63 шт. Нужно отметить, что число компонентов в одном и том же районе, на одних и тех же формах и сортах по годам бывает нестабильным. В сухие и жаркие годы (как это было в Оренбуржье) оно сокращается до 9–19% [5]. Как видно по таблицам 1 и 2, основную часть составляют компоненты слабой интенсивности (1 балл), они и подвержены погодной нестабильности. Если учесть данные по сортам абрикоса Пайванды Бухарский, Рухи Джуванон Байхатунский, *Gitano*, Королевский, Парижский за различные годы [2–5] (табл. 2), то нестабильны компоненты как из зон ВГ (16, 19, 27 и др.), КЛГ (34, 45 и др.), так и самые низкомолекулярные компоненты зоны ОЛГ (90 – 100 и более). В этой связи на формах местного абрикоса из Оренбуржья, почти не снизивших массу плода и урожайность в экстремально жаркие и сухие летние периоды 2010 и 2012 гг., выявлены компоненты, которые не изменяли свою стабильность. Их число по формам составило 13–33 шт. [5, 7], а из компонентов южных абрикосов (табл. 1, 2) к ним относятся единые компоненты 25, 40, 81 разной интенсивности (1 и 2 балла). У сорта Шалах из Передней Азии и Кавказа содержится полный набор таких компонентов: 12, 15, 23, 25, 40, 64, 67 (1 балл) и 44, 45, 77, 78, 81, 87 (2 балла), а из Европы у сорта Королевский Оранжевый – 23, 81 (2 балла) и 87 (1 балл). Среди ростовских абрикосов – это 12, 15, 23, 25, 40, 44, 67, 77, 81, 87. Из них лишь компонент 44 имеет интенсивность 2 балла, другие – 1 балл [4, 5].

Экологическую нестабильность компонентов раньше в биологии почти не учитывали [8]. В науке есть разные мнения о генетическом механизме такой нестабильности, включая действие мобильных генетических элементов (МГЭ). Но эти МГЭ должны давать не только по годам, но и в различных условиях культуры столь сильную экологическую нестабильность белковых спектров,

что речи о белковых маркёрах как проверенных сигналей генов уже не может быть. Роль МГЭ вызывает особенное сомнение, когда в пределах одного города или разных населённых пунктов в один год у различных по признакам форм выявляются однотипные спектры. При этом надо учитывать, что компоненты адаптаций к засухе, гипо- и гипертермии возникают в поколениях путём отбора, не скачками. Поэтому логичнее объяснять нестабильность компонентов спектра обычными процессами – репрессией структурных генов или же изменением экспрессии генов под влиянием колеблющихся факторов среды [9].

При изучении сортов абрикосов (табл. 2) важно выделить их белковые маркёры, чтобы эти сорта успешно различать в пределах сортотипа. Так, сорт Сафедак 15 выделяется из трёх сортов сортотипа Мафтоби компонентом 21 (1 балл), Рухи Джуванон Байхатунский (сортотип Мафтоби) изо всех сортов – компонентом 35, *Gitano* (сортотип Мурпарк) – компонентом 42 и т.д., в других случаях нужно учитывать комбинацию компонентов. Часто рекомендуют сорта различать только по сильным компонентам (2 балла), но лишь из Китая сорт Дахуан-син имеет сильный компонент 79 (табл. 2). При этом отметим, что все существующие сортотипы можно чётко выделить по предложенным для них морфологическим маркёрам [1].

В своё время была изучена большая группа южных сортов абрикоса по зоне КЛГ, наиболее изменчивой, заключающей основные сортовые различия. В результате можно отметить следующее [1, 2]. В среднеазиатской группе всё же часто встречается компонент 49 (особенно у лючаков – голоплодных сортов), нередко компонент 47. Сильные компоненты 40, 46 и (или) 47 имеют сорта Ак Урюк Синдзянский, Лючак Фазилова (табл. 2) и Ак Шакар; 48 – Ак Мафтоби и Ак Исфарак; 47 – Исфарак; 47, но слабые 48, 49 и др. – Супхани; 46, однако нет 47 – Курсадык. Среди европейской группы редки компоненты 49, 47, частый – 46. В восточноазиатской группе сильные компоненты – 39, 42, 45, 46 у сорта Инбэй-син; 47 – Чжан-гун-юань-син; 48 – Цао-син (Ферганский Персиковый). В переднеазиатской группе среди сортов Ирана сильные компоненты чаще всего представлены компонентами 46, 47, 48, среди форм Копетдага – 46, 47, реже 40 [2], хотя и морфологически культивары Ирана и Копетдага очень резко различаются по признакам околоплодника и эндокарпия плода [1, 10].

Изложенные данные приводят к следующим выводам. На сегодня сорта и формы абрикоса довольно хорошо изучены по белковым маркёрам. Выявлены география ряда из них (компоненты 80, 81, 82, 83 и т.д.), разная насыщенность ими полипептидных спектров, экологическая нестабильность. Структура этих маркёров больше отражает степень адаптации генотипов к факторам

2. Полипептидные спектры сортов абрикоса разного происхождения (1989 г.)

Название сорта	Позиции полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабый, 2 балла – сильной интенсивности)														
	1	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	19	21	22	23
Среднеазиатская эколого-географическая группа, сортотип Мафтоби															
Ак Урюк Синдзянский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
Лючак Фазилова	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
Сафедак 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Сортотип Пайванды Бухарский															
Пайванды Бухарский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Рухи Джуванон Байхатунский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Сортотип Хурмаи															
Хурмаи Тянь-Шань	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Хурмаи Цитрусовый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Европейская эколого-географическая группа, сортотип Венгерская Кайсия															
Королевский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Сортотип Мурпарк															
<i>Gitano</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Парижский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Восточноазиатская эколого-географическая группа, сортотип Ин-бэй-син															
Да-хуан-син	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	24	25	27	29	30	33	34	35	37	39	40	41	42	43	45
Ак Урюк Синдзянский		1	1	2	1	1	1		1	1	2	1		1	
Лючак Фазилова		1	1	1	1	1	1		1	1	2			1	
Сафедак 15		1	1	2	1	1	1		1	1				1	1
Пайванды Бухарский		1	1	2	1	1	1		1	2	2			1	1
Рухи Джуванон Байхатунский	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2			1	1
Хурмаи Тянь-Шань		1	1	2	1	1	1		1	1	1	2		1	1
Хурмаи Цитрусовый		1	1	1	1	1	1		1	1	2	2		1	1
Королевский		1	1	2	1	1	1		1	2				1	
<i>Gitano</i>		1	1	2	1	1	1		1		2		1	1	1
Парижский	1	1	1	2	1	1	1		1	2	2			1	1
Да-хуан-син		1	1	1	1	1	1		1	2	1	2		1	2
	46	47	48	49	50	51	54	55	58	59	61	62	65	66	70
Ак Урюк Синдзянский	2	2	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	46	47	48	49	50	51	54	55	58	59	61	62	65	66	70
Лючак Фазилова	2		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Сафедак 15	1		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Пайванды Бухарский	2	2	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Рухи Джуванон Байхатунский	1		1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Хурмаи Тянь-Шань	2		1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Хурмаи Цитрусовый			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Королевский	1		1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gitano</i>	1		1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Парижский	1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Да-хуан-син	2		1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	71	73	76	77	78	79	81	83	85	87	89	90	91	94	96
Ак Урюк Синдзянский	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Лючак Фазилова	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Сафедак 15	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Пайванды Бухарский	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Рухи Джуванон Байхатунский	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Хурмаи Тянь-Шань	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Хурмаи Цитрусовый	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Королевский	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>Gitano</i>	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Парижский	1	1	2	1	1		2	1	2	1	1	1	1	1	1
Да-хуан-син	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

Примечание: во всех спектрах не приведены общие компоненты в позициях 100, 102, 103, 104, 107, 109, 111 и 112 интенсивностью в 1 балл

среды, чем внешние признаки (окраска, форма плода и т.д.). За счёт группы стабильных по годам компонентов можно судить об урожайности, массе плода. Однако за весь период работ маркирована по сильному компоненту 82 у форм из Оренбуржья лишь яркая покровная окраска плода [7]. У многих других растений также единичные внешние признаки удалось связать с белковыми маркерами.

Литература

1. Авдеев В.И. Абрикосы Евразии: эволюция, генофонд, интродукция, селекция. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2012. 408 с.
2. Авдеев В.И., Гнусенкова Е.А. Белковое маркирование видов и культиваров абрикоса. Сообщение 1. Важнейшие сортогруппы мировой селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 3. С. 62–66.
3. Авдеев В.И., Гнусенкова Е.А. Белковое маркирование видов и культиваров абрикоса. Сообщение 2. Виды *Armeniaca Scop.*, примитивные формы и сорта // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 4. С. 55–58.
4. Авдеев В.И., Саудабаева А.Ж. Сравнительное исследование плодовых видов растений подсемейств сливовых и ореховых методом электрофореза запасных белков семян // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 1. С. 61–73. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestospu.ru>.
5. Авдеев В.И., Саудабаева А.Ж. Сравнительный анализ белковых маркеров у одичавших форм северных абрикосов Восточной Европы и культиваров Евразии // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 4. С. 1–9. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestospu.ru>.
6. Авдеев В.И. Белковые маркеры в систематике и селекции двудольных растений: учебное пособие / Под грифом МСХ РФ. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2012. 56 с.
7. Авдеев В.И. Биоэкологические и морфологические связи маркеров запасных белков семян у культиваров абрикоса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (). С. 241–246.
8. Авдеев В.И. К проблеме использования современных методов в систематике растений // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2016. № 1. С. 1–5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestospu.ru>.
9. Авдеев В.И., Комар-Тёмная Л.Д., Саудабаева А.Ж. Белковые маркеры ряда южных декоративных культиваров косточковых плодовых растений // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 3. С. 1–13. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestospu.ru>.
10. Авдеев В.И. Материалы к познанию дикорастущего абрикоса Центрального Дагестана // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2016. № 1. С. 94–106. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestospu.ru>.