

**ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР  
ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

УДК 631.52:581.19

**Авдеев, В.И.,***доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ***Саудабаева, А.Ж.,***кандидат биологических наук,  
научный сотрудник ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ,  
Оренбург, Россия***БЕЛКОВЫЕ МАРКЁРЫ ГИПЕРТЕРМОАДАПТАЦИИ КУЛЬТИВАРОВ  
ARMENIACA SCOP. В УСЛОВИЯХ ОРЕНБУРЖЬЯ (ПРИУРАЛЬЕ)****Аннотация**

*Для интродуцированных в Оренбуржье культиваров абрикоса приведён состав белковых маркёров, связанных с устойчивостью к гипертермии. Это полипептидные компоненты 5, 7, 12, 35, 59, 81.*

**Ключевые слова:** *Россия, Оренбуржье, абрикос, культивары, белковые маркёры, адаптация к гипертермии.*

**Введение.**

Культура абрикоса формируется в Оренбуржье (Приуралье России) на протяжении последних 55–60 лет. Как известно, климат Оренбуржья отличается холодной зимой, но жарким летом. Здесь отлично вызревают ранние сорта винограда (*Vitis vinifera L.*), в культуре стал появляться персик (*Persica vulgaris Mill*), ряд других теплолюбивых растений. Садоводству Оренбуржья в 2017 г. исполняется 200 лет. Абрикос выращивают только на приусадебных участках, число разновозрастных деревьев составляет 20-25 тыс. шт. Живут эти деревья не более чем 35-40 лет, их продуктивный возраст – 4-30 лет. Абрикос отличается высокой урожайностью (в среднем 50-80 кг с дерева, до 120-300 кг), хорошим качеством и биохимическим составом плодов, масса плода колеблется от 6-10 до 35-41 г, регулярность плодоношения охватывает 75-80% лет. Интродуцировали абрикос с востока Украины (близ г. Киева) и из России (Поволжье, Самарская область, реже – с Дальнего Востока). Основные районы выращивания абрикоса в Оренбуржье – восток (г. Орск, ПГТ «Энергетик» и др.), центр (близ г. Оренбурга), есть он и на западе области, но последние 15-20 лет абрикос стал быстро распространяться в суховейных районах юго-востока Оренбуржья. Исследование местного абрикоса, в т.ч. по белковым маркёрам, начато с 1993 г. [1, 2].

За 24 года изучения абрикосов аномально жарким летом отличались 2012 и особенно 2010 гг. В 2012 г. из-за тёплого апреля абрикосы цвели не в конце апреля – начале мая, как обычно, а во второй половине апреля. Среднесуточная температура воздуха составила +18-20<sup>0</sup>С при его относительной влажности 42-44%. В летнее время эта температура превышала норму на 2-4<sup>0</sup>С. Летняя жара привела к измельчанию плодов абрикоса на западе и востоке Оренбуржья на 20-60%, падению урожайности на 25-70% (но лучшие формы абрикоса дали по 20-80 кг с дерева). Падение продуктивности абрикоса на юго-востоке Оренбуржья (ПГТ «Светлый», «Домбаровка» и др.) не превышало 8-20%, ряд форм в 2012 г. её не снизили, урожайность составила 30-90 кг с дерева в возрасте 10-17 лет. Но в 2010 г. во время цветения в начале мая при близких, как в 2012 г., показателях температуры, но влажности воздуха в 30-33%, произошло массовое опадение завязи. У форм на западе и востоке Оренбуржья урожай практически не было, а на юго-востоке урожай снизился в 2-4 раза [1, 3]. В итоге удалось

выделить формы местного абрикоса, наиболее устойчивые к воздушной засухе и высокой летней температуре (гипертермии – известно, что температуру и влажность среды характеризует дефицит влажности [4]).

В 2010 г. же было отмечено выпадение у одних и тех же форм (деревьев) на электрофореграммах 9-19% белковых (полипептидных) компонентов, при этом все выпавшие компоненты повторно проявились в 2011 г. Другая часть компонентов изменила свою интенсивность в 2010 г., а третья часть оставалась за оба года стабильной [1–3]. Известно, что электрофоретические компоненты запасных белков семян (белковые маркёры) являются перспективными для маркирования различных адаптаций у растений [5].

Таким образом, в задачу данной статьи входит сравнительный анализ состава белковых спектров для выявления стабильной части их компонентов как маркёра устойчивости к гипертермии.

#### **Материалы и методы исследования.**

Электрофоретическое изучение спектров запасных белков семян (белковых маркёров) выполняли по принятой международной методике, разработанной ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Номера (названия) компонентов давали по принятой 112-разрядной шкале (см. [6]). Всего были проанализированы белковые спектры у 80 местных форм абрикоса Оренбуржья, а за все годы – у 345 форм и сортов культивируемого абрикоса, возделываемых как на территории всего Оренбуржья, так и в других регионах Евразии [1, 3, 6–9]. Для сравнительного же анализа были сопоставлены спектры электрофореграмм трёх лучших форм абрикоса из юго-восточной части области, у которых в аномальный 2010 г. не изменялась даже масса плода [3]. На электрофореграмме по каждой из этих форм за каждый год (2010 или 2011 гг.) считали суммарное число компонентов. Затем за оба года по каждой форме учитывали общие компоненты (их количество могло быть не более чем число компонентов в неблагоприятный 2010 г.). Затем по всем трём формам выявляли единые компоненты спектров (см. табл. 1).

#### **Результаты и их обсуждение.**

Как следует из данных таблицы, спектры форм в благоприятный, типичный 2011 г. имели 48-58 шт. компонентов, что на 5-11 компонентов больше, чем в засушливый 2010 г. То есть в 2011 г. у одних и тех деревьев в спектрах проявились дополнительные компоненты. Поскольку по обоим годам среди суммарных компонентов общими была лишь их часть, то она составила у этих трёх различных форм 65-80% (или 28-41 шт.). Это очень важно отметить, поскольку у большинства других местных форм абрикоса доля стабильных по годам компонентов бывает намного меньше. Так, например, у Ок-ДН-11-1, отборной формы из г. Орска [9], даже за два благоприятных года (2005 и 2011 гг.), общими были лишь только 19 компонентов (или в среднем 29%), а на их электрофореграммах суммарное число компонентов составляло по этим двум годам соответственно 50 и 47 шт.

Как видим, у трёх изученных местных форм (см. табл. 1) состав стабильных компонентов не совпадает весьма значительно. Едиными из их были только компоненты 5, 7, 12 (на электрофореграмме занимают зону вицилиноподобных, высокомолекулярных глобулинов), 35, 59 (зону кислых легуминоподобных глобулинов, средней молекулярной массы) и 81 (зону основных, наиболее низкомолекулярных легуминоподобных глобулинов). Это свидетельствует о полиаллельном наследовании белковых маркёров у этих близких форм.

Отметим, что компонент 81 получен оренбургскими местными формами от абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris Lam.*), завезённого из Украины [1]. Все названные выше шесть стабильных компонентов у иных форм местного абрикоса, произрастающих в Оренбуржье и за его пределами, выявляются лишь частично. Так, у той же формы Ок-ДН-11-1 стабильны по годам компоненты 5 и 7. У других оренбургских местных форм, наиболее близких к абрикосу маньчжурскому (*Armeniaca mandshurica (Maxim.) Skvortz.*), это компоненты 5, 7, (иногда встречаются компоненты 12, 35, 59), часто отмечены компоненты 82, 84, полученные от того же *A. mandshurica*; у европейского сорта «Королевский Оранжевый» в спектре содержатся компоненты 5, 7, 12, 81 [7]. У известного сорта «Челябинский Ранний»,

который считают производным от *A. mandshurica* (на самом деле он, по нашим данным, гибридный [1]), отмечены компоненты 7, 12, 81, а у местных форм из северной части Ростовской области России (их обычно принимают за одичавшие формы) – компоненты 5, 12, 35, 81 [8]. Таким образом, у этих форм и сортов изучаемая адаптация может быть неполной.

#### Заклучение.

Как следует из полученных данных, состав полипептидных спектров по годам меняется. Под действием засухи у изученных форм абрикоса выпадает 9-19% компонентов. Речь идёт, таким образом, об экологически нестабильной части белковых маркёров [10]. Это же происходит с одним и тем же генотипом (сортом, селекционной формой) в любые года, и это понятно, так как белковые маркёры – это часть фенотипа. Однако, хотя и белковые маркёры подвержены экологической изменчивости, по годам в их электрофоретических спектрах сохраняется постоянная (стабильная) их часть. Из неё на изученных формах была выявлена группа из шести полипептидов (компоненты 5, 7, 12, 35, 59 и 81), которая может быть использована в качестве молекулярного маркёра адаптации генотипов абрикоса к воздушной засухе (гипертермии).

Добавим, что у всех дикорастущих и культивируемых видов цветковых растений отмеченная нестабильная экологическая часть спектров составляет 4-10 до 30% компонентов и даже более. Все остальные компоненты образуют постоянную (стабильную) группу и лишь они могут быть использованы для создания молекулярных паспортов [10, 11]. В рамках же прежней концепции о роли белковых маркёрах в селекции, систематике растений [5] этот новый факт не учитывали, однако верно утверждалось, что состав полипептидных спектров в данном календарном году постоянен в пределах одного растения.

Таблица 1 – Состав и число стабильных по годам полипептидных компонентов у форм абрикоса из юго-восточного Оренбуржья

Название изучаемой отборной формы местного абрикоса	Суммарное число компонентов в данном году				Число общих компонентов за изученные годы				Общее количество (шт., %) и состав стабильных по обоим годам компонентов (жирным шрифтом выделены единые за оба года у всех трёх форм компоненты)
	2010 г.		2011 г.		2010 г.		2011 г.		
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
НОР-Скл-Н-11/2-19	43	100	48	100	43	100	43	90	1, <b>5</b> , 7, 9, <b>12</b> , 14, 15, 24, 25, 33, <b>35</b> , 37, 39, 44, 50, 52, 54, 56, <b>59</b> , 65, 67, 69, 77, <b>81</b> , 93, 96, 101, 105; всего – 28 шт., или 65%.
НОР-Скл-Ц-16/2-22	51	100	56	100	51	100	51	91	3, <b>5</b> , 7, 9, 10, 11, <b>12</b> , 13, 14, 18, 28, 30, 31, 34, <b>35</b> , 37, 39, 44, 49, 50, 51, 53, 57, <b>59</b> , 61, 62, 64, 67, 69, 70, 76, 78, 80, <b>81</b> , 87, 91, 94, 96, 101, 110, 112; всего – 41 шт., или 80%.
С-Е-4-3	47	100	58	100	47	100	47	81	1, <b>5</b> , 7, 11, <b>12</b> , 13, 15, 16, 17, 24, 26, 27, 29, 31, 34, <b>35</b> , 45, 52, 57, <b>59</b> , 61, 70, 72, 77, <b>81</b> , 85, 87, 90, 91, 94, 110, 112; всего – 32 шт., или 68%.

#### Список литературы

1. Авдеев, В.И. Абрикосы Евразии: эволюция, генофонд, интродукция, селекция [Текст] / В.И. Авдеев. – Оренбург: Издательский центр Оренбургского государственного аграрного университета (ОГАУ), 2012. – 408 с.
2. Авдеев, В.И. Современное состояние изученности абрикоса в Оренбуржье [Электронный ресурс] / В.И. Авдеев // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета (ОГПУ). Электронный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 50–60. – <http://www.vestospu.ru>

3. Саудабаева, А.Ж. Формовое разнообразие на юго-востоке, молекулярно-биологические особенности *Armeniaca Scop.* Оренбуржья [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Ж. Саудабаева. – Оренбург: ОГАУ, 2013. – 20 с.
4. Николайкин, Н.И. Экология [Текст] / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2004. – 622 с.
5. Конарев, В.Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений [Текст] / В.Г. Конарев. – СПб.: РАСХН, 1998. – 376 с.
6. Авдеев, В.И. Белковые маркёры в систематике и селекции двудольных растений [Текст]: учебное пособие под грифом МСХ РФ / В.И. Авдеев. – Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2012. – 56 с.
7. Авдеев, В.И. Сравнительное исследование плодовых видов растений подсемейств сливовых и ореховых методом электрофореза запасных белков семян [Электронный ресурс] / В.И. Авдеев, А.Ж. Саудабаева // Вестник ОГПУ. Электронный научный журнал. – 2013. – № 1. – С. 61–73.– <http://www.vestospu.ru>
8. Авдеев, В.И. Сравнительный анализ белковых маркёров у одичавших форм северных абрикосов Восточной Европы и культиваров Евразии [Электронный ресурс] / В.И. Авдеев, А.Ж. Саудабаева // Вестник ОГПУ. Электронный научный журнал. – 2013. – № 4. – С. 1–9.– <http://www.vestospu.ru>
9. Шмыгарёва, В.В. Формовое разнообразие культивируемого *Armeniaca Scop.* на востоке Оренбургского Приуралья [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Шмыгарёва. – Оренбург: ОГПУ, 2011. – 19 с.
10. Авдеев, В.И. Нестабильность белковых маркёров у злаков / В.И. Авдеев [Электронный ресурс] // Вестник ОГПУ. Электронный научный журнал. – 2015. – № 1. – С.72–77.– <http://www.vestospu.ru>
11. Авдеев, В.И. К проблеме использования современных методов в систематике растений [Электронный ресурс] / В.И. Авдеев // Вестник ОГПУ. Электронный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 1–5.– <http://www.vestospu.ru>

*Материал поступил в редакцию: 10.04.2017*

**АВДЕЕВ, В.И., САУДАБАЕВА, А.Ж.**

**ARMENIACA SCOP КУЛЬТИВАРЛАРДЫҢ ГИПЕРТЕРМОАДАПТАЦИЯЛАР АҚУЫЗДАРДЫҢ МАРКЕРЛАРЫ. ОРЫНБОР ЖАҒДАЙЫНДА (ОРАЛ ӨңІРІ)**

*Гипертермия тұрақтылығына байланысты ақуыз маркерлерінің құрамына өрік культиварлардың Орынбор интродуциалық үшін келтірілген. Бұл 5, 7, 12, 35, 59, 81 полипептидтік компоненттері.*

*Мақаланың мәнін ашатын сөздер: Ресей, Орынбор, өрік, культиварлар, ақуыз маркерлер, гипертермия бейімделу.*

**AVDEEV, V.I., SAUDABAYEVA, A.ZH.**

**PROTEIN MARKERS OF HYPERTHERMOADAPTATION OF GENUS ARMENIACA SCOP. CULTIVARS UNDER THE CONDITIONS OF ORENBURG (PRIURALYE)**

*For introducing by the given Orenburg apricot cultivars composition of protein markers associated with resistance to hyperthermia. Among them are the following ones: 5, 7, 12, 35, 59, 81 polypeptide components.*

**Keywords:** *Russia, Orenburg Region, apricot, cultivars, protein markers, adaptation to the hyperthermia.*