

Белковые маркёры ряда видов подсемейства *Maloideae* Focke

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

Подсемейство яблоневых (*Maloideae* Focke) включает 25 родов и около 600 видов, растущих преимущественно в умеренной зоне северного полушария. Из плодовых растений крупными родами являются яблоня (*Malus* Mill.), груша (*Pyrus* L.), боярышник (*Crataegus* L.), рябина (*Sorbus* L.), есть менее крупные, но ценные рода [1]. Они пока ещё очень слабо изучены по таксономическим, в т.ч. молекулярным, признакам, и эта важная работа была начата 25 лет назад [2–5]. Ниже приводим более подробные данные по белковому маркированию ряда дикорастущих видов названных выше родов, а также родственных им родов – айвы (*Cydonia* Mill.), хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) (табл. 1–3).

Из этих родов были изучены яблони туркменов (*M. turkmenorum* Juz. et M. Pop.), растущие в Юго-Западном Копетдаге (север Передней Азии), гиссарская (*M. hissarica* S. Kudr., ареал от запада до востока Средней Азии и до Казахстана, севера Китая), восточная (*M. orientalis* Uglitzk., от Кавказа до севера Малой Азии), сибирская, или ягодная (*M. baccata* (L.) Borkh., Сибирь, до Дальнего Востока и Центральной Азии). Из видов груши – туркменская (*P. turcomanica* Maleev, Юго-Западный Копетдаг), кавказская (*P. caucasica* Fed.; весь Кавказ), уссурийская (*P. ussuriensis* Maxim., Дальний Восток и от севера Китая до Японии), берёзолистная (*P. betulifolia* Bunge) и Каллери (*P. calleryana* Decne.) из Восточной Азии (Китай, Япония), иволлистная (*P. salicifolia* Pall., от Кавказа до Ирана и Малой Азии), из видов боярышника – понтийский (*C. pontica* C. Koch, от Средней Азии до юга Европы), Никитина (*C. nikitinii* Essen. et Kerim., Юго-Западный Копетдаг), туркестанский (*C. turkestanica* Rojark., от Средней Азии до Копетдага, Ирана), туркменский (*C. turcomanica* Rojark.) и ложночерноплодный (*C. pseudomelanocarpa* M. Pop. ex Rojark.) с ареалами от Копетдага до Ирана, кроваво-красный (*C. saquinea* Pall., от Европы до Сибири, Монголии, Средней Азии), из видов рябины – греческая (*S. graeca* (Spach) Lodd. ex Schauer, от юга Европы до Малой Азии, Закавказья), персидская (*S. persica* Hedl., от Средней Азии до Закавказья и Малой Азии). Яблони восточная, гиссарская, ягодная, все виды груши, кроме груши туркменской, а также сорта, формы хеномелеса китайского (*Chaenomeles sinensis* (Thouin) Koehne, Китай), айвы обыкновенной (*Cydonia oblonga* Mill., Закавказье) произрастали во время проведения работ в коллекциях опытных станций ВНИИР им. Н.И. Вавилова, в основном же на Туркменской станции (ТОС ВНИИИР), а ценные местные формы *C. oblonga*

встречались ещё в одичавшем виде в Юго-Западном Копетдаге [1–8].

У яблони туркменов исследовали полипептиды семян различных форм: с красной окраской кожицы плода и лепестков цветка, обычные формы без этой пигментации, формы крупноплодные и т.п. Но у всех спектры оказались только мономорфные, не отличимые от спектров яблони восточной. Имеют лишь по 2–3 типа спектра груши кавказская и берёзолистная, боярышники туркестанский и туркменский, айва обыкновенная, у других же они только мономорфные. У видов яблони в спектрах содержатся 61 (яблони туркменов, восточная) – 72 (яблоня ягодная), груши – 53–59, боярышника – от 54 (ложночерноплодный) до 74 (туркестанский), у других родов – 63 или 64 (хеномелес, рябина персидская) до 70 компонентов (айва, рябина греческая). Связи числа компонентов и типа ареала видов нет, но самые бедные спектры у видов яблони, груши (табл. 1–3).

У видов яблони, груши есть ряд общих компонентов (23, 53, 64, 80 и др.). Виды яблони объединяют компоненты 28, 70, 95 и др., но они есть и у видов груши. То же можно сказать и о компонентах 56, 77 груши. Обращает внимание обособленность мезофитных видов груши (кавказской, туркменской) от других, более ксерофитных видов Азии. Виды боярышника разнообразны по белковым маркёрам, однако их объединяют компоненты 38, 78, 90, ряд других, которые играют ту же роль у видов яблони, груши. Таков же и компонент 80, но его нет у наиболее северного вида – боярышника кроваво-красного. Отдалённые по морфологии рода хеномелес, рябина объединяют компоненты 19, 45, 52, 65, 87, 89, 93, свойственные и роду айва. Но из них лишь компонент 87 встречается почти у всех видов груши, яблони (кроме *M. baccata*), а компонент 89 имеется у более ксерофитных видов и восточных видов груши, яблони (табл. 1–3).

Таким образом, на уровне белковых маркёров, несмотря на внешнюю близость видов груши и хеномелеса, яблони и груши, боярышника и рябины, на возможность их гибридизации [1], показаны всё же существенные генетические различия. Общность имеется по некоторым низкомолекулярным компонентам, прежде всего между родами яблоня и груша. Из этих как общие выделяются компоненты 87, 89, т.е. древние компоненты основных легиминоподобных полипептидов. Но довольно высока общность изученных родов по молодым высокомолекулярным вицилиноподобным компонентам [5] в позициях 1, 5, 10 и др. (табл. 1–3). В этой связи можно отметить интенсивную эволюцию у изученных видов яблоневых, что и

1. Типы полипептидных спектров видов *Malus Mill.*, *Pyrus L.*

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																			
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
<i>Malus turkmenorum</i>	1			1	1	2	2		1	2	2		1		1			1	2	
<i>Malus orientalis</i>	1			1	1	2	2		1	2	2		1		1			1	2	
<i>Malus orientalis</i>	1			1	1	2	2		1	2	2		1		1				2	
<i>Malus hissarica</i>			1	1				1	1	1	1		1	1	1	1		2		2
<i>Malus baccata</i>	1		1	1		1	1	1	1	1	1			1	1	1		2	2	1
<i>Pyrus turcomanica</i>		1		1		2				1	1		1	1			1		1	1
<i>Pyrus turcomanica</i>	1			1		2				1	1		1	1			1		2	2
<i>Pyrus caucasica</i>	1			1		2				1	1		1	1			1		1	2
<i>Pyrus ussuriensis</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	2
<i>Pyrus betulifolia</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		2	2	
<i>Pyrus betulifolia</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		2	2	
<i>Pyrus calleryana</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		2	2	
<i>Pyrus salicifolia</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		2	2	
<i>Pyrus salicifolia</i>				1			1	1	1			1	1	1	1	1		2	2	
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
<i>Malus turkmenorum</i>				1	1			1		1	2		1	2	1		1	1		1
<i>Malus orientalis</i>				1	1			1		1	2		1	2	1		1	1		1
<i>Malus orientalis</i>				1	1			1		1	2		1	2	1		1	1		1
<i>Malus hissarica</i>		2		1		1			1	1	2	2		1			1	1	1	1
<i>Malus baccata</i>	1		1		1		1	2	2	2	1	1		1		1		1	1	
<i>Pyrus turcomanica</i>	1		1			1		2		1				1	1		1		1	
<i>Pyrus turcomanica</i>	1		1			1		2		1				1	1		1		1	
<i>Pyrus caucasica</i>	1		1			1		2		1				1	1		1		1	
<i>Pyrus ussuriensis</i>	2				2	2		2			1		1	2		2	1		1	
<i>Pyrus betulifolia</i>	2	2		2	2	1		1		1	1		1	2		2	1		1	
<i>Pyrus betulifolia</i>	2	2		1	2			1		1	1		1	2		2	1		1	
<i>Pyrus calleryana</i>	2	2		2	2	1		1		1	1		1	2		2	1		1	
<i>Pyrus salicifolia</i>	1		1	2	2	1		1		1	1		1	2		2	1		1	
<i>Pyrus salicifolia</i>			1	2	2	1		1		1	1		1	2		2	1		1	

Продолжение таблицы 1

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																			
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
<i>Malus turkmenorum</i>				1	1		1	1			1	1		1				1	2	
<i>Malus orientalis</i>				1	1		1	1			1	1		1				2	2	
<i>Malus orientalis</i>				1	1		1	1			1	1		1				2	2	
<i>Malus hissarica</i>	1		2		1		1	1	1		1	1	1	1	1	2	2	2	2	
<i>Malus baccata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		2	
<i>Pyrus turcomanica</i>	1			1	1		2	2	1	1					1			1	2	
<i>Pyrus turcomanica</i>	1			1	1		2	2	1	1					1			1	1	2
<i>Pyrus caucasica</i>	1			1	1		2	2	1	1					1			1	2	
<i>Pyrus ussuriensis</i>			1	1	1		2	2	1	1	1	1	1	1	2	2		1	2	2
<i>Pyrus betulifolia</i>			1	1	1		2	2	1	1	1	1	1	1	2	2		1	2	2
<i>Pyrus betulifolia</i>			1	1	1		2	2	1	1	1	1	1	1	2	2		1	2	2
<i>Pyrus calleryana</i>			1	1	1		2	2	1	1	1	1	1	1	2	2		1	2	2
<i>Pyrus salicifolia</i>			1	1	1		2	2	1	2	2	2	1	1	2	2		2	1	2
<i>Pyrus salicifolia</i>			1	1	1		2	2	1	2	2	2	1	1	2	2		2	1	2
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
<i>Malus turkmenorum</i>	2	2	2	2	1		1	1	1		1		2			2				2
<i>Malus orientalis</i>	2	2	2	2	1		1	1	1		1		2			2				2
<i>Malus orientalis</i>	2	2	2	2	1		1	1	1		1		2			2				2
<i>Malus hissarica</i>	2	2	2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Malus baccata</i>	2	1	2		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus turcomanica</i>	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		2	
<i>Pyrus turcomanica</i>	1		1		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		2	
<i>Pyrus caucasica</i>	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		2	
<i>Pyrus ussuriensis</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus betulifolia</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus betulifolia</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus calleryana</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus salicifolia</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pyrus salicifolia</i>	2	2		2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2. Типы полипептидных спектров видов *Crataegus* L.

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																			
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
<i>Crataegus sanguinea</i>		1			1	1	1	1	1	1	1		1		1		1			1
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	1		1		1	1	1		1	1	1		1	1					2
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	1		1		1	1	1		1	1	1		1	1				2	2
<i>Crataegus pontica</i>		1		1		1	1	1		1				1	1	1	1	1	1	
<i>Crataegus nikitini</i>		1		1		1	1	1		1				1		1		1	1	
<i>Crataegus turcomanica</i>			1	1		1	1	1	1				1	1	1			1	1	1
<i>Crataegus turcomanica</i>			1	1		1	1	1	1				1	1	1			1	1	1
<i>Crataegus pseudomelanocarpa</i>	1			1		1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
<i>Crataegus sanguinea</i>	2	2		1	1	1	2	1	1	2	2	2		1			1	1	1	
<i>Crataegus turkestanica</i>	2			1		1	1	1	1	2	1		1	1			1	1	1	
<i>Crataegus turkestanica</i>	2	2		1		1	1	1	1	2	1		1	1			1	1	1	
<i>Crataegus pontica</i>	2		2			1	1	1	1	2	2		2					2		
<i>Crataegus nikitini</i>	1		1			1	1	1	2	1	2		1	2		1	1	1	1	
<i>Crataegus turcomanica</i>	1	2	1			1	1	1	1	2	1			1	1	1	1	1	1	
<i>Crataegus turcomanica</i>	1	1	1			1	1	1	1	2	1			1	1	1	1	1	1	
<i>Crataegus pseudomelanocarpa</i>	2			2		1	1	1	1	1	1	2		2		2				
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	
<i>Crataegus sanguinea</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1			2		2	2	2	
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		2	1	2		
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		2	1	2		
<i>Crataegus pontica</i>	2		2		2		2		2	2	2		2				1	2		
<i>Crataegus nikitini</i>	1		1			1	1	1	1	1		1		1		1	1	1	1	
<i>Crataegus turcomanica</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	2	
<i>Crataegus turcomanica</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	2	
<i>Crataegus pseudomelanocarpa</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1			2	1	1	2		
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
<i>Crataegus sanguinea</i>	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	2				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Продолжение таблицы 2

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																			
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
<i>Crataegus turkestanica</i>	1	2	1			1		1		1	1	1	1		1	1		1	1	
<i>Crataegus pontica</i>	1		1	1		1		2	2	2	1		2			2		2		
<i>Crataegus nikitinii</i>	1	1		2	2	1			1		1		1		1	1				1
<i>Crataegus turcomanica</i>	1	1	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	
<i>Crataegus turcomanica</i>	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	
<i>Crataegus pseudomelanocarpa</i>	2	2		2	2			1		1	1	1	1		1	1		1	1	

Примечание. В таблицах 1 и 2 в роде *Malus* для краткости не приведены следующие общие компоненты интенсивностью в 1 балл: у видов *M. turkestanica*, *M. orientalis* – 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 101, 102, 104, 105, 108, 110 и 112; у *M. hissarica* – 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 100, 101, 104, 105, 107, 108 и 111; у *M. baccata* – 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109 и 110; в роде *Pyrus*: у *P. turcomanica*, *P. caucasica* – 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 102, 105, 109 и 112; у *P. ussuriensis*, *P. betulifolia*, *P. calleryana*, и *P. salicifolia* – 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 102, 105, 108, 110 и 112; в роде *Crataegus*: у *C. sanguinea* – 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 101, 103, 104, 106, 107, 111 и 112; у *C. turkestanica* – 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 101, 102, 104, 106, 108, 110, 111 и 112; у *C. pontica*, *C. nikitinii* – 1, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 19, 100, 102, 104, 106, 110 и 112; у *C. turcomanica* – 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 100, 101, 103, 104, 106, 108, 110, 111 и 112; у *C. pseudomelanocarpa* – 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 102 и 107.

3. Типы полипептидных спектров видов *Chaenomeles* Lindl., *Cydonia* Mill., *Sorbus* L.

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																			
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
<i>Chaenomeles sinensis</i>	1		1	1		1	1	1	1		1		1	1	1			1	1	1
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1	1					1	1		1		1			1	1	1	1
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1	1					1	1		1		1			1	1	1	1
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1	1					1	1		1		1			1	1	1	1
<i>Sorbus graeca</i>										1				1	1		2	1	1	1
<i>Sorbus persica</i>	1	1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1				1
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	56	57
<i>Chaenomeles sinensis</i>	1	1		2	2		1	1	2	1		1		1	1	1		1		1
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	2	2		1	1	1	2		2		1	2	1	1		1		1
<i>Cydonia oblonga</i>		1	2	2				2	2		2		1	2	1	1				1

Продолжение таблицы 3

Вид	Позиция полипептидных компонентов по шкале (1 балл – слабой, 2 балла – сильной интенсивности)																													
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	56	57										
<i>Cydonia oblonga</i>		1	2	2		1		1	2		2		1	2		1	1			1										
<i>Sorbus graeca</i>	2	2	2		1	1			1	1	2		2	1		1	1			1										
<i>Sorbus persica</i>	2	2		1	1			1	2	2	1		1	1	1	2	2	1		1										
<i>Chaenomeles sinensis</i>	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77										
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1			1	1												
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1			1	1												
<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1			1	1												
<i>Sorbus graeca</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Sorbus persica</i>	1		1	1	1			1	1	1		1	1	1			1	1												
	78	79	80	81	82	83	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99										
<i>Chaenomeles sinensis</i>	2		2			1		1	1	1	1	1			1	1		2												
<i>Cydonia oblonga</i>		2	2		1	1	1	1	1	1	1			1		1	1													
<i>Cydonia oblonga</i>		2	2		1	1	1	1	1	1	1			1		1	1													
<i>Cydonia oblonga</i>		2	2		1	1	1	1	1	1	1			1		1	1													
<i>Sorbus graeca</i>	2	2	1	2		2	1	1	1	1	1			1	1	1	1													
<i>Sorbus persica</i>	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	

Примечание. Не приведены следующие общие компоненты интенсивностью в 1 балл: у *Ch. sinensis* – 1,3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 101, 105, 109, 110 и 111; у *C. oblonga* – 1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110 и 112; у *S. graeca* – 1,3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107 и 111; у *S. persica* – 1,3, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 102, 105, 106 и 109.

выражается значительным накоплением в их семенах фракций запасных глобулинов (53–74 полипептидных компонента в различных типах спектра).

Литература

1. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. СПб.: Лань, 2003. 592 с.
2. Авдеев В.И., Егги Э.Э. Изменчивость признаков перспективных для культуры видов боярышника из Юго-Западного Копетдага // Научно-технический бюллетень ВНИИР им. Н.И. Вавилова. 1990. Вып. 206. С. 56–62.
3. Авдеев В.И. Изменчивость признаков *Pyrus turcomanica* Maleev в Копетдаге // Растительные ресурсы. 1991. Т. XXVII. Вып. 3. С. 116–124.
4. Авдеев В.И. Материалы к познанию *Malus turkmenorum* Juz. et M. Pop. // Сб. научн. трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб: ВНИИР. 1992. Т. 146. С. 11–15.
5. Авдеев В.И. Плодовые растения Средней Азии, их происхождение, классификация, исходный материал для селекции: дисс. ... докт. с.-х. наук. СПб.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1997. 328 с.