

УДК 631.1:631.8:634.2

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСОВ В ПЛОДАХ АБРИКОСА И ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРЬЯ

О. К. Власова, Т. И. Даудова

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

Впервые дана оценка качественного состава и количественного содержания аминокислот и минеральных веществ в плодах абрикоса сорта Краснощекий и яблони сорта Старкримсон, культивируемых в экологических условиях равнины и предгорья Центрального Дагестана. Определено, что при адаптации к природным факторам предгорья (475 м над уровнем моря) растения абрикоса и яблони синтезируют и формируют в плодах большее, чем на равнине, количество сахаров, аминокислот – Ала, Гли, Сер, Тир, Гис, Вал, Лей, Иле, Мет, Фен и концентрируют больше Са и Р, при меньшей аккумуляции К, Na, Mg и Cu. Обнаружено, что независимо от вида изученных растений и места их произрастания более богатому аминокислотному комплексу соответствует большая концентрация в плодах Zn и Mn.

Estimation of qualitative structure and quantitative content of amino acids and minerals in the fruits of the apricot "Krasnoschjokii" (Red-cheeked) and apple "Starkrimson", cultivated in ecological conditions of plains and foothills of Central Dagestan is first given. It is certain, that at adaptation to natural factors of foothills (475 m above sea level) synthesize plants of an apricot and an apple-tree and form in fruits more, than on plain quantity of sugars, amino acids – Ala, Gli, Ser, Tir, His, Val, Ley, Ile, Met, Fen and concentrate more Ca and P, at smaller accumulation K, Na, Mg and Cu. It is revealed, that irrespective of a kind of the studied plants and a place of their growth richer amino acids to a complex there meets greater concentration in fruits Zn and Mn.

Ключевые слова: абрикос; яблоня; аминокислоты; минеральные вещества; адаптация; равнина; предгорье.

Keywords: an apricot; an apple-tree; amino acids; mineral substances; adaptation; plain; foothills.

**Введение.** В растительной экологии, роль которой возрастает в формировании общих представлений о разнообразии и структуре биосферы, актуальным остается изучение ареала и области оптимума организма. Признаются целесообразными диагностика потребности растения в обеспечении соответствия среды обитания его биологии, подбор экологических ниш для определенных сортов, где они могут максимально проявить свои потенциальные биологические возможности и лучшие наследственные свойства при эффективном использовании ресурсного потенциала агроландшафтов. Исследования такой направленности имеют теоретическую и прикладную значимость, позволяя вести поиск новых источников биоресурсов для использования в биотехнологии.

Значение аминокислот – веществ, которые участвуют во множестве метаболических процессов, происходящих как в растении, так и в организме человека, трудно переоценить. Они задействованы в процессах роста и развития, защиты от вредного воздействия окружающей среды, снижения риска различных заболеваний, надежной деятельности органов и систем организма, обеспечения всех жизненных функций, включая воспроизводство генофонда. Многие из них являются антиоксидантами и активно участвуют в реакциях, препятствующих старению. Аминокислоты способны усиливать сопротивляемость организма действию проникающей радиации. Недостаточное содержание или отсутствие в пище ряда аминокислот, особенно незаменимых, вызывает нарушения в активном транспорте жизненно важных веществ на клеточном уровне [1–3].

Наряду с аминокислотами очень важную роль в метаболических процессах играют минеральные вещества. Они, входя в состав витаминов, ферментов, белков и других биологически активных веществ или находясь в тесной связи с ними, обладают высокой биологической активностью: участвуют в процессах дыхания, фотосинтеза, синтеза хлорофилла, аминокислот, играют ключевую роль в энергетическом обмене клетки, привлекают все большее внимание своим участием в иммунном ответе организма, выполнением роли активаторов и ингибиторов многих ферментов [4].

Аминокислоты, макро- и микроэлементы отражают или даже просто составляют самый главный набор ключей к управлению здоровьем и онтогенезом [5]. В этой связи выявление, объяснение причин формирования аминокислотного и элементного состава у растений, главных источников натуральных биологически активных веществ является важной задачей исследователей.

В Дагестане плодовые растения распространены на равнине, в предгорье и горно-долинных зонах, что создает возможность проведения исследований в области экологической биохимии. Ранее нами изучено влияние условий произрастания абрикоса и винограда на биосинтез и формирование в плодах биологически ценных веществ [6–8].

Цель данной работы – получение сведений, позволяющих выявить закономерности формирования аминокислотного и элементного состава в плодах абрикоса и яблони, произрастающих на различных высотах над уровнем моря.

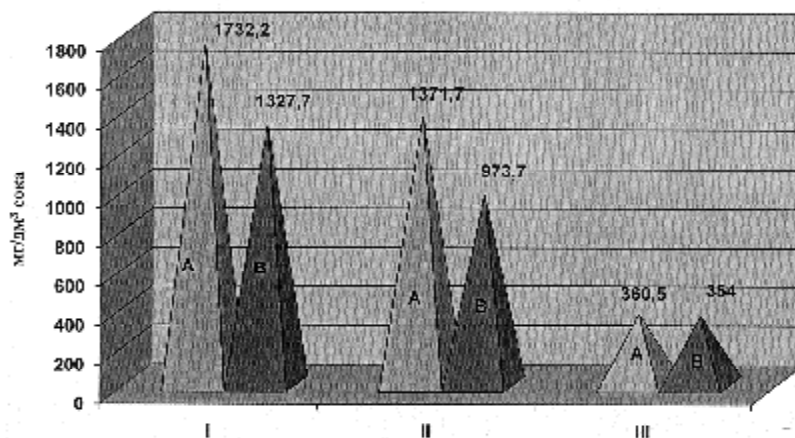
**Объекты и методы исследований.** Исследовались опытные образцы абрикоса обыкновенного *Prunus armeniaca* L. сорта Краснощекий, а также яблони *Malus domestica* Borkh. сорта Старкримсон. Определение их зрелости, отбор средних проб проведен на специально выбранных участках в микрорайонах Центрального Дагестана.

**Первый микрорайон** находится в равнинной зоне на высоте 34 м над уровнем моря, где климат умеренно жаркий. При определении тепловых условий, необходимых для нормального созревания плодов, пользуются термином «сумма активных температур (САТ)». Этот показатель рассчитывают путем суммирования значений среднесуточных температур воздуха периода вегетации растений, начиная с биологического нуля (10°C). В данном микрорайоне САТ составляет 3800–3900°C. Температура воздуха самого теплого месяца 24.2°C. Среднегодовое количество осадков 350–360 мм. Почвы участка светло-каштановые, суглинистые. Содержание гумуса 1.0–1.5%.

**Второй микрорайон** расположен в предгорье на высоте 475 м над ур. моря, где климат теплый. САТ – 3400–3500°C. Температура воздуха самого теплого месяца 21.8°C. Среднегодовое количество осадков 400–460 мм. Почвы участка каштановые, тяжелосуглинистые. Содержание гумуса 2.5–3.5%.

Опытные образцы плодов абрикоса и яблони отбирали в момент технической зрелости, при массовой концентрации сахаров в плодах (соках) абрикоса и яблони, произрастающих в первом и втором микрорайонах, 11.6; 13.3 г/100 см<sup>3</sup> и 10.3; 12.0 г/100 см<sup>3</sup>, а титруемых кислот – 1.34; 1.63 г/100 см<sup>3</sup> и 0.43; 0.42 г/100 см<sup>3</sup>, соответственно. Определяли суммарное содержание сахаридов и кислот титриметрически по ГОСТ 27198-87, ГОСТР 51621-2000. Свободные и связанные аминокислоты идентифицировали методом ВЭЖХ на приборе «AAA-881» (Microtechna Praha) с использованием реактивов фирмы «Reanal» после предварительного 48-часового кислотного гидролиза пептидов и белков [9]. Определение макроэлементов вели в соках методами пламенной фотометрии [10] и на двухканальном спектрофотометре «Flapno-4». Магний и микроэлементы находили методом, основанном на измерении эмиссионного спектра определяемых элементов на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi-208». Обработку полученных результатов осуществляли методом математической статистики.

**Результаты исследований.** В опытных образцах идентифицированы как заменимые, так и незаменимые аминокислоты, в число которых входят представители, составляющие белки, пептиды и свободные аминокислоты. Суммарное их содержание в абрикосах с равнины – 1327.7 мг/дм<sup>3</sup>, с предгорья – 1732.2 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1). Аминокислотный комплекс в урожае с предгорья оказался весомее, чем с равнины, не только по сумме всех его составляющих, но и по наличию заменимых и незаменимых представителей. Отмечена разница в их соотношении. В плодах с предгорья оно 3.8:1, с равнины 2.7:1.



**Рис. 1.** Общее содержание аминокислот в абрикосе – I; сумма заменимых аминокислот – II; сумма незаменимых аминокислот – III. А – абрикос с предгорья, В – абрикос с равнины

В опытных образцах выявлено по 16 одноименных аминокислот (табл. 1). Среди них лидировал аспарат – важная заменимая аминокислота, оказывающая существенное влияние на скорость и направленность обменных процессов. Интересно отметить, что в абрикосах с равнины по количественному показателю за аспаратом следует глутамат, а в плодах с предгорья – аланин. Эти аминокислоты относятся к группе основных биоконпонентов, повышающих иммунитет. Они необходимы для правильного течения реакций – переаминирования, декарбоксилирования и окислительного дезаминирования, активно участвуют в метаболизме углеводов, липидов и белков [1, 11].

**Таблица 1.** Аминокислотный комплекс абрикоса в зависимости от условий произрастания

Аминокислоты, мг/дм <sup>3</sup>	Микрорайон, высота над уровнем моря, САТ, осадки, почва	
	первый, 34 м, 3800–3900°С, 350–360 мм, светло-каштановая, суглинистая	второй, 475 м, 3400–3500°С, 400–460 мм, каштановая, тяжелосуглинистая
<b>Заменимые:</b>		
Аланин	136.1 ± 5.9	237.8 ± 11.2
Аспарат	446.3 ± 21.9	704.5 ± 35.7
Глицин	29.6 ± 1.6	35.0 ± 1.7
Глутамат	253.0 ± 11.8	222.2 ± 11.6
Пролин	20.1 ± 1.2	36.9 ± 1.8
Серин	71.1 ± 3.5	112.9 ± 5.2
Тирозин	17.5 ± 0.8	22.4 ± 1.2
<b>Незаменимые:</b>		
Аргинин	12.3 ± 0.6	9.6 ± 0.5
Валин	70.5 ± 3.1	70.1 ± 3.7
Гистидин	30.2 ± 1.6	35.1 ± 1.7
Изолейцин	28.3 ± 1.4	32.3 ± 1.6
Лейцин	47.8 ± 2.5	48.8 ± 2.4
Лизин	51.0 ± 2.6	44.8 ± 2.3
Метионин	1.8 ± 0.1	2.3 ± 0.1
Треонин	82.0 ± 4.2	81.4 ± 4.1
Фенилаланин	30.1 ± 1.5	36.1 ± 1.7

Концентрация каждой из заменимых аминокислот: аланина, аспартата, глицина, пролина, серина и тирозина, в абрикосах с предгорья превышала содержание их в плодах с равнины на 101.7; 258.2; 5.4; 16.8; 41.8 и 4.9 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно. Наиболее существенные различия обнаружены в концентрациях аспартата, глутамата, а также аланина, образующегося в растении в результате

переаминирования, и серина, тесно связанного с обменом триозофосфатов и пировиноградной кислоты [2, 3]. Из аланина и серина могут формироваться углеводы. Их значительное содержание коррелирует с повышенной концентрацией углеводов в абрикосах с предгорья. Однако в них обнаружено меньше, чем в абрикосах с равнины аргинина и лизина при равных концентрациях или незначительном увеличении количества других незаменимых аминокислот.

Как выращивание абрикоса, так и культивирование яблони на различных высотах над уровнем моря, повлияло на содержание аминокислот в плодах (рис. 2, 3). В них сформировался комплекс, состоящий из 16 аминокислот (табл. 2). В яблоках, созревших на равнине и в предгорье, лидировали аспартат, глутамат и аланин. Аспартат, как известно, является связующим звеном между обменом белков и углеводов. Он принимает участие в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, служит исходным соединением для построения молекул аланина, гомосерина, треонина и метионина. Глутамат способствует образованию глутамина, кетоглутаровой и фолиевой кислот, глутатиона, пролина, орнитина [2,12]. Что касается пролина, то его в яблоках с равнины оказалось примерно столько же, сколько в плодах с предгорья.

Анализируя данные, полученные при изучении незаменимых аминокислот, обнаружили, что уровень их содержания в образце с предгорья в 1.6 раза выше, чем в плодах с равнины (рис. 2, 3). Соотношение массовых концентраций заменимых и незаменимых представителей в аминокислотных пулах яблок с предгорья 4.3:1; а с равнины – 8.5:1, соответственно. В исследованных плодах, независимо от места выращивания, первенство среди незаменимых аминокислот принадлежало треонину, за ним следовали фенилаланин и валин. В яблоках с деревьев, выращенных на высоте 475 м над уровнем моря, их концентрация была выше, соответственно на 7.7; 1.8 и 7.0 мг/дм<sup>3</sup>. Треонин способен образовывать эфиры фосфорной и органических кислот, является местом присоединения сахарных колец в гликопротеидах [2]. Это объясняет тот факт, что более высокой концентрации треонина сопутствовала большая сахаристость яблок. Треонин и фенилаланин косвенно способны влиять на формирование специфических нюансов запаха плодов. Возможно, поэтому у яблок с предгорья богаче аромат. Валин необходим для образования центров связывания в ферментах и поэтому его наличие позволяет нормализовать катализ многочисленных биохимических реакций [2]. Эта аминокислота в большем количестве найдена в яблоках с предгорья.

**Таблица 2.** Аминокислотный комплекс яблок в зависимости от условий произрастания

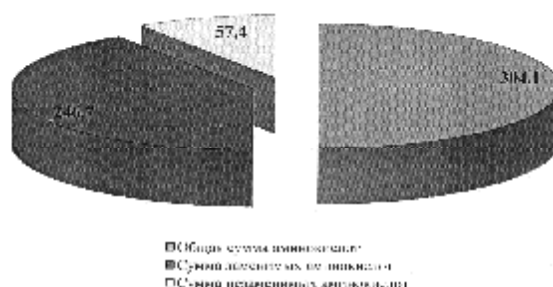
Аминокислоты, мг/дм <sup>3</sup>	Микрорайон, высота над уровнем моря, САТ, осадки, почва	
	первый, 34 м, 3800– 3900°С, 350–360 мм, светло-каштановая, суглинистая	второй, 475 м, 3400– 3500°С, 400–460 мм, каштановая, тяжелосуглинистая
<b>Заменимые:</b>		
Аланин	26.4 ± 1.3	32.7 ± 1.3
Аспартат	205.9 ± 6.8	120.4 ± 0.8
Глицин	2.5 ± 0.3	6.2 ± 0.1
Глутамат	63.9 ± 3.7	63.7 ± 3.2
Пролин	4.1 ± 0.2	3.9 ± 0.2
Серин	9.3 ± 0.3	16.9 ± 0.5
Тирозин	1.9 ± 0.1	2.9 ± 0.1
<b>Незаменимые:</b>		
Аргинин	следы	следы
Валин	4.7 ± 0.5	11.7 ± 0.2
Гистидин	1.2 ± 0.1	1.5 ± 0.1
Изолейцин	4.0 ± 0.2	5.3 ± 0.2
Лейцин	6.1 ± 0.3	7.4 ± 0.3
Лизин	2.1 ± 0.1	3.3 ± 0.1
Метионин	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1

Треонин	9.9 ± 0.9	17.6 ± 0.5
Фенилаланин	8.0 ± 0.5	9.8 ± 0.4

Экологические условия предгорья, по сравнению с природными факторами равнины, способствовали в 1.5 раза большему накоплению лизина и усиленному синтезу метионина и гистидина. Лизин оказывает влияние на образование глутатиона, порфиринов, пуринов. Без участия этой аминокислоты невозможен репродуктивный процесс. Метионин улучшает функциональную способность клеток. Наличие в его молекуле SH-группы объясняет присущее ему радикальное свойство защиты против мутагенного действия ионизирующего облучения [12]. В яблоках обнаружен суперкатализатор гистидин. При его декарбоксилировании образуется гистамин, играющий большую роль во многих биохимических процессах [3].



**Рис. 2.** Соотношение концентраций аминокислот, мг/дм<sup>3</sup>, в яблоках сорта Старкримсон, культивируемого на высоте 34 м над уровнем моря



**Рис. 3.** Соотношение концентраций аминокислот, мг/дм<sup>3</sup>, в яблоках сорта Старкримсон, культивируемого на высоте 475 м над уровнем моря

**Таблица 3.** Элементный состав плодов абрикоса и яблоки в зависимости от условий произрастания

Элементы, мг/дм <sup>3</sup>	Абрикосы		Яблоки	
	Микрорайон, высота над уровнем моря, САТ, осадки, почва			
	первый, 34 м, 3800–3900°С, 350–360 мм, светло-каштановая, суглинистая	второй, 475 м, 3400–3500°С, 400–460 мм, каштановая, тяжелосуглинистая	первый, 34 м, 3800–3900°С, 350–360 мм, светло-каштановая, суглинистая	второй, 475 м, 3400–3500°С, 400–460 мм, каштановая, тяжелосуглинистая
<b>Макро- :</b>				
Калий	6700.0 ± 30.4	5800.0 ± 26.3	1787.7 ± 18.1	1270.0 ± 15.8
Натрий	69.4 ± 1.4	67.2 ± 1.0	51.0 ± 1.0	45.9 ± 0.8
Кальций	303.8 ± 1.5	305.8 ± 1.8	46.2 ± 0.8	50.4 ± 0.9
Магний	61.5 ± 0.7	33.6 ± 0.3	52.0 ± 0.3	51.5 ± 0.3
Фосфор	180.3 ± 0.5	181.7 ± 0.5	67.0 ± 0.2	68.0 ± 0.2
Сумма	7315.0 ± 34.5	6388.3 ± 29.9	2003.9 ± 20.4	1485.8 ± 18.0
<b>Микро- :</b>				
Железо	1.110 ± 0.050	1.20 ± 0.050	3.663 ± 0.150	2.442 ± 0.150
Медь	0.359 ± 0.010	0.332 ± 0.010	0.084 ± 0.010	0.039 ± 0.010
Никель	0.028 ± 0.010	0.028 ± 0.010	0.016 ± 0.005	0.013 ± 0.004
Цинк	0.107 ± 0.015	0.186 ± 0.020	0.344 ± 0.010	0.238 ± 0.010
Марганец	0.119 ± 0.005	0.131 ± 0.010	0.168 ± 0.010	0.070 ± 0.010
Кобальт	0.081 ± 0.005	0.086 ± 0.010	0.036 ± 0.008	0.048 ± 0.007
Свинец	0.004 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.003 ± 0.001
Литий	0.024 ± 0.001	0.024 ± 0.001	0.027 ± 0.001	0.009 ± 0.002
Сумма	1.832 ± 0.097	2.011 ± 0.112	4.341 ± 0.195	2.862 ± 0.194
Сумма макро- и микроэлементов	7316.832 ± 34.597	6390.311 ± 30.012	2008.241 ± 20.595	1488.662 ± 18.194

Наряду с изучением аминокислотного комплекса нами исследовался и минеральный состав абрикосов и яблок. Обнаружено, что суммарное содержание

минеральных веществ, в том числе макроэлементов, в образцах с предгорья ниже, чем в плодах с равнины. По наличию микроэлементов лидируют абрикосы с предгорья и яблоки с равнины. Во всех опытных образцах идентифицированы и количественно определены калий, натрий, кальций, магний, фосфор, железо, медь, никель, цинк, марганец, кобальт, свинец и литий (табл. 3). Ряды убывания массовых концентраций элементов в плодах с равнины выглядят следующим образом: для абрикосов – калий, кальций, фосфор, натрий, магний, железо, медь, марганец, цинк, кобальт, никель, литий, свинец; для яблок – калий, фосфор, магний, натрий, кальций, железо, кобальт, цинк, марганец, медь, литий, никель, свинец. В абрикосах с предгорья такая же, как и на равнине, последовательность элементов в ряду убывания, за исключением марганца и цинка. В яблоках с предгорья ряд убывания незначительно отличается по наличию макроэлементов и значительно – микроэлементов. Отмечено, что в этом случае кобальт поглощен в меньшей концентрации, чем цинк и марганец, а никель и литий – в большей степени, чем медь. Во всех исследованных образцах лидировал калий, который играет важную роль в образовании, накоплении и передвижении углеводов. Накоплению сахаров мог способствовать фосфор, который, как известно, включается в аденозинфосфаты, играющие ключевую роль в энергетическом обмене клетки, в фосфолипиды клеточных мембран и нуклеиновые кислоты. Абрикосы в предгорье аккумулировали в несколько большем количестве, чем на равнине, фосфор, кальций, железо, цинк, марганец и кобальт. Биологическое значение этих элементов также велико [11]. Цинк участвует в построении металлоферментных комплексов. Марганец входит в состав фермента аргиназа, повышает усвоение меди, катализирует реакции фосфолирования, декарбоксилирования, участвует в образовании триптофана [3, 11]. Особенно велика его роль в фотосинтезе. Известно, что марганец может благоприятствовать накоплению фенольных соединений, что нашло подтверждение в наших предыдущих исследованиях [3]. В плодах яблони с предгорья, в сравнении с плодами растения с равнины, преобладали только кальций и кобальт. Никель, свинец и литий в абрикосах с предгорья и равнины обнаружены в равных концентрациях. Меди больше в плодах обоих видов растений, произрастающих на равнине. Ее основная роль заключается в способности образовывать комплексные соединения с белками. При этом важные биохимические функции она выполняет при вхождении в состав ферментов, связанных с окислительно-восстановительными реакциями в процессе дыхания и фотосинтеза, активизирует деятельность витаминов А, С, РР [11]. Цинка, марганца и кобальта обнаружено больше в плодах с предгорья. Кобальт стимулирует цикл Кребса и оказывает положительное влияние на дыхание и энергетический обмен, на синтез белка и нуклеиновых кислот, входит в состав витамина В<sub>12</sub> [13]. Литий является активным участником метаболизма азотсодержащих соединений, положительно влияет на углеводный обмен растений [14].

Отношение (калий + магний)/кальций представляет информационную ценность яблок, предназначенных для хранения. Основная роль кальция в ингибировании процессов старения и защите от поражения многочисленными болезнями проявляется в стабилизации структуры клеточных стенок, мембран и сохранения в них селективной проницаемости [15]. В опытных образцах яблок с предгорья отношение (калий + магний)/кальций в 1.5 раза ниже, чем с равнинной зоны, что характеризует их лучшим образом.

Из группы элементов, оказывающих токсичное воздействие, в исследованных абрикосах и яблоках обнаружены никель, свинец и цинк в количестве, ниже предельно допустимых концентраций.

**Выводы.** Впервые получены данные об уровне содержания аминокислот и минеральных веществ в плодах абрикоса сорта Краснощекий и яблони сорта Старкримсон, произрастающих в Центральном Дагестане на различных высотах над уровнем моря. Выявлено, что качественный состав аминокислотного и минерального комплексов исследованных плодов абрикоса и яблони одинаков. Они различаются по суммарному содержанию идентифицированных компонентов. Концентрация одноименных аминокислот, макро- и микроэлементов в плодах зависит от вида и условий произрастания растения.

Определено, что при адаптации в экотопе предгорья на высоте 475 м растения абрикоса и яблони синтезируют и накапливают в плодах большее, чем на равнине

количество аминокислот: аланина, глицина, серина, тирозина, гистидина, валина, лейцина и изолейцина, метионина, фенилаланина, элементов кальция и фосфора, при меньшей аккумуляции калия, натрия, магния и меди.

Выявлено, что плоды абрикоса в 3.8–5.7 раз богаче, чем плоды яблони аминокислотами, в 3.7–4.3 раза макроэлементами и содержат больше натрия, кальция, фосфора, меди, никеля и меньше железа.

Обнаружено, что независимо от вида изученных растений и места их произрастания, более богатому аминокислотному комплексу соответствует большая аккумуляция в плодах цинка и марганца.

Отличия концентраций одноименных компонентов аминокислотного и минерального комплексов, в исследованных плодах с равнины и предгорья Дагестана отражают особенности течения фундаментальных процессов – фотосинтеза и дыхания, а также широкого спектра других биохимических преобразований, происходящих в растении абрикоса *Prunus armeniaca* L. сорта Краснощекий и яблони *Malus domestica* Borkh. сорта Старкримсон при адаптации к экологическим условиям.

Полученные результаты позволяют рекомендовать новые насаждения абрикоса и яблони производить с учетом высотного градиента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия с упражнениями и задачами / под ред. Е.С. Северина. М., 2008. 380 с.
2. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М.: Колос, 1980. 495 с.
3. Мецлер Д. Биохимия. М.: Мир. Т. 3. 1980. 489 с.
4. Турна А.А., Девиченский В.М. Роль минеральных веществ в иммунном ответе организма, активаций ядерного транскрипционного фактора NF-κB и матриксных металлопротеиназ // Вопросы питания. 2010. № 1. С. 66–72.
5. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 960 с.
6. Власова О.К., Абрамов Ш.А., Бахмулаева З.К., Абдуллаев Р.Д. Химико-технологические особенности плодов абрикоса в центральном предгорном и внутриворонном Дагестане // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 44–46.
7. Абрамов Ш.А., Даудова Т.И. Зависимость аминокислотного состава сока абрикосов от условий произрастания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 6. С. 15–17.
8. Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедова Е.С. Биохимические и технологические основы качества винограда. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН, 2004. 344 с.
9. Дэвени Т., Гергей Я. Аминокислоты, пептиды и белки. М., 1976. С. 178.
10. Кондрохин И.П. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. Л.: Агропромиздат, 1985. 65 с.
11. Кретович В. Л. Биохимия растений. М.: Высш. шк., 1980. 445 с.
12. Абрамов Ш.А., Даудова Т.И. Антимутагенные аминокислоты метионин и цистеин в винограде Прикаспийской зоны Дагестана // Виноделие и виноградарство. 2004. № 4. С. 40–41.
13. Петровский К.С. Гигиена питания. М.: Медицина, 1971. 510 с.
14. Сивак Л.А., Кузьменко Л.М., Богдан Г.З. Видовая и сортовая отзывчивость растений на применение лития // Физиология и биохимия культурных растений. 1992. № 2. Т. 24. С. 12–127.
15. Гудковский В.А. Антиоксидантные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 4. С. 13–19.

Поступила в редакцию 13.07.2010 г.

Принята к печати 23.12.2011 г.