

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ ИРГИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Е.А. Лаксаева, И.А. Сычев

Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова

В работе представлены результаты исследования влияния факторов внешней среды на химический состав плодов ирги обыкновенной

Ключевые слова: ирга обыкновенная, химический состав, влияние внешней среды

Изучение динамики накопления продуктов первичного и вторичного синтеза в плодовых растениях имеет важное теоретическое и практическое значение для эффективного управления процессами формирования урожая. Плоды ирги обыкновенной широко используются в пищевой промышленности, как основа для получения натуральных пищевых красителей, в виноделии, для получения кондитерских изделий [1,7] и в народной медицине как сосудорасширяющее средство, для укрепления стенки капилляров, для улучшения зрения и как поливитаминное средство [5,9]. Поэтому исследование динамики накопления биологически активных веществ в плодах ирги обыкновенной в ходе онтогенеза и под влиянием различных факторов внешней среды является весьма актуальной задачей.

Материалы и методы

Плоды ирги обыкновенной, выращенные в почвенно-климатических условиях Рязанской области подвергали биохимическим исследованиям на различных стадиях созревания. Динамику накопления аскорбиновой кислоты, органических кислот, сахаров, дубильных веществ определяли титриметрически, сухих веществ - весовым методом, флавоноидов методом распределительной бумажной хроматографии с последующим спектрофотометрическим определением суммы кверцетина. Расчет их содержания проводили по калибровочной кривой, антоцианов- фотоэлектроколориметрически. Полисахариды из плодов выделяли водной экстракцией, осаждали 96%-ным этанолом, очищали, а продукты их гидролиза исследовали методом нисходящей бумажной хроматографии с последующим фотоэлектроколориметрическим определением. Содержание макроэлементов (Na, K, Ca, Mg) и микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, Co) в плодах ирги определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты и их обсуждение

Биохимические исследования и фенологические наблюдения за контрольными растениями ирги обыкновенной показали, что биохимический состав плодов, рост, развитие, плодоношение этого растения во многом зависит от метеорологических условий (таблица 1).

Таблица 1

Метеоданные Рязанской области (по данным метеостанции г. Рязани)

Месяц	Среднесуточная температура, °С			Среднемесячное выпадение осадков, мм		
	годы		средне-многолетнее	годы		средне-многолетнее
	2003	2002		2003	2002	
Апрель	5,5	7,3	4,4	57,0	10,0	33
Май	15,1	12,6	12,8	29,0	20,0	45
Июнь	13,1	17,3	16,8	87,0	23,1	55
Июль	19,9	22,4	19,0	65,0	15,0	66
Август	17,0	16,9	17,3	103,0	56,0	63
Сентябрь	11,7	11,9	11,6	65,0	125,0	46

Количество осадков и температурный режим влияют на синтез и динамику накопления аскорбиновой кислоты, флавоноидов, свободных сахаров и содержание сухих веществ (таблица 2).

Таблица 2

Динамика накопления аскорбиновой кислоты, сухого вещества, сахаров и кислот в плодах ирги обыкновенной

Годы анализа	% (в расчете на сырую массу плодов), $\bar{x} \pm S_x$, n = 5					
	Фаза плода	аскорбиновая кислота мг/кг	* сухое в-во	инвертный сахар	сахароза	сумма сахаров
2002	зеленый	85,4±1,2	16,50	8,02 ± 0,02	0,28 ± 0,01	8,30± 0,01
	розовый	89,5±1,1	16,90	9,90 ± 0,05	*** 0,32 ± 0,01	10,22 ± 0,04
	бурый	126,1±2,3	17,10	11,48 ± 0,06	*** 0,34 ± 0,01	11,82 ± 0,05
	зрелый	174,5 ± 1,4	17,36	11,80 ± 0,04	**** 0,37 ± 0,01	12,17 ± 0,04
	перезрелый	143,3±1,6	19,95	10,20 ± 0,04	*** 0,33 ± 0,02	10,53 ± 0,04
2003	зеленый	100,4±1,6	15,05	7,30 ± 0,11	0,25 ± 0,01	7,55 ± 0,12
	розовый	143,8±2,4	15,90	**8,13 ± 0,03	**** 0,27 ± 0,02	8,40 ± 0,03
	бурый	193,2±1,4	16,52	8,51 ± 0,08	*** 0,29 ± 0,01	8,80 ± 0,08
	зрелый	225,8 ± 1,8	16,83	9,57± 0,03	*** 0,30 ± 0,01	9,87 ± 0,03
	перезрелый	180,1±1,2	17,25	8,32 ± 0,03	**** 0,26 ± 0,01	8,58 ± 0,03

Примечание: * n = 3; **P < 0,01; *** P < 0,05; **** P > 0,05; в остальных случаях P < 0,001

Динамика накопления аскорбиновой кислоты в плодах ирги обыкновенной характеризовалась непрерывным увеличением количества, по мере созревания плодов, с максимумом содержания этого биологически активного вещества в зрелых плодах, которое в 2,25 раза выше, чем в зеленых (2003г). Выявлено, что в прохладные и умеренно дождливые годы (2003г) в плодах ирги идет усиление фотосинтетических процессов, вода выступает в качестве субстрата окисления и источника кислорода, в результате чего увеличивается количество сахаров, продуктом окисления которых является аскорбиновая кислота, в сухие и жаркие

годы (2002г) накопление аскорбиновой кислоты в плодах ирги несколько снижено и в зрелых плодах в 2 раза больше, чем в зеленых. Полученные данные согласуется с литературными [3,12,13].

Проявляется обратная зависимость от количества осадков и прямая от температуры в накоплении в плодах свободных сахаров и сухих веществ. По мере увеличения количества осадков накопление сахаров уменьшается в зрелых плодах на 18,9%, а содержание органических кислот возрастает на 16,7%. Изменяется и сахарокислотный коэффициент, определяющий вкусовые качества плодов.

Результаты наших исследований по накоплению углеводов в плодах ирги соответствуют литературным данным, полученным при исследовании других плодово – ягодных культур [11,13]. Следует при этом также отметить имеющую место взаимосвязь между содержанием сухих веществ и суммой сахаров в зрелых плодах ирги: в годы, когда больше накапливается сухих веществ, плоды содержат больше свободных сахаров и наоборот. Накопление последних идет в основном за счет инвертного сахара, образующегося в результате гидролиза сахарозы. Более низкое содержание сахаров в плодах контрольных и опытных растений в дождливые и прохладные летние месяцы, вероятно, можно объяснить снижением фотосинтетической активности в такую погоду.

Метеорологические условия в период вегетации влияют и на содержание флавоноидов, антоцианов, дубильных веществ, обладающих антиоксидантной активностью [4]. Накопление дубильных веществ в плодах 2003г, хотя и незначительно, но постоянно было выше, чем в теплый летний период 2002г, количество которых к моменту потребительской зрелости снижается, а плоды становятся менее терпкими, более сочными и нежными, с приятным своеобразным вкусом (таблица 3).

Таблица 3

Динамика накопления дубильных веществ, производных кверцетина, антоцианов в плодах ирги обыкновенной

Годы анализа	% (в расчете на сухую массу плодов), $\bar{x} \pm Sx$, n = 5			
	Фаза плода	Дубильные вещества (в расчете на сырую массу плодов)	Производные кверцетина	Антоцианы
2002	зеленый	0,41 ±0,01	3,17±0,07	1,05±0,03
	бурый	***0,35 ±0,02	**2,58± 0,05	
	зрелый	0,31±0,02	2,13±0,03	4,36±0,04
2003	зеленый	0,48±0,01	2,19±0,04	0,61±0,05
	бурый	0,38±0,02	**1,94±0,03	
	зрелый	0,36±0,02	1,74±0,02	3,72±0,09

Примечание: **P < 0,01; *** P < 0,05; в остальных случаях P < 0,001

Биосинтез производных кверцетина в ирге обыкновенной проходил на более ранних стадиях развития, а к стадии технической зрелости их содержание понижалось в среднем на 32,8%. Динамика накопления антоцианов в плодах ирги обыкновенной характеризовалась непрерывным подъемом по мере созревания плодов с максимумом содержания этих биологически активных веществ, в зрелых плодах оно возрастало в 4,2 раза (2002г), и в 5 раз (2003г) по сравнению с зелеными плодами соответственно. Образованию антоцианов способствует высокое содержание сахаров в растительных тканях, которые используются в их синтезе и интенсивное освещение.

В отличие от аскорбиновой кислоты, антоцианов и производных кверцетина, больше аккумулировалось, как и свободных сахаров, в плодах, выращенных в сухой и теплый период (2002г), чем в прохладный и дождливый (2003г).

В отличие от производных кверцетина, количество которых при созревании плодов уменьшается, содержание антоцианов непрерывно возрастает и достигает максимума в них к стадии технической зрелости. Результаты наших исследований по содержанию в плодах контрольных растений аскорбиновой кислоты, флавоноидов, свободных сахаров, органических кислот, сухих и дубильных веществ и зависимость накопления их от метеорологических условий хорошо согласуются с данными полученными другими исследователями [6,10]. Динамика накопления водорастворимых полисахаридов в ирге, выявленная в нашей работе, имеет некоторые особенности. Зеленые плоды содержат 8,2% полисахаридов, а в зрелых плодах их количество снижается до 2,1% от массы сухого вещества, что свидетельствует о преобладании на ранних стадиях роста плодов процессов синтеза полисахаридов, а в период созревания – многочисленных биохимических процессов, связанных с взаимопревращением полисахаридов[2].

Оценка накопления свободных сахаров показала, что их количество в плодах к стадии технической зрелости заметно возрастает. Кроме основного источника свободных сахаров – притока из вегетативных органов, не исключены и другие пути. Определенная часть свободных сахаров может образоваться в результате гидролиза полисахаридов, количество которых в зрелых плодах значительно снижается.

Из макроэлементов в составе полисахаридов больше аккумулируется калия и магния, меньше натрия и кальция. По мере созревания плодов сохраняется исходный уровень в них цинка, кобальта и уменьшается содержание железа, меди, марганца и бора, а из макроэлементов (натрия, калия, кальция) можно сказать, что в онтогенезе плодов их уровень от исходного возрастает.

Фенологические и биохимические исследования контрольных растений ирги выявили зависимость динамики накопления биологически активных веществ в плодах ирги в зависимости от метеорологических условий, влияющих на активность биохимических процессов в растениях.

Выводы

1. По мере созревания имело место повышение содержания аскорбиновой кислоты на 79,4%, антоцианов на 4,87%, свободных сахаров на 4,4%, достигавшее максимальных значений к стадии технической зрелости.

2. В процессе созревания в плодах незначительно снижалось содержание производных кверцетина, органических кислот, дубильных веществ, полисахаридов.
3. В процессе созревания плодов содержание некоторых микроэлементов заметно снижается (железа 54,2%, марганца 56,9%, меди 28,3%).
4. Определен характер влияния погодных условий на накопление биологически активных веществ при созревании плодов ирги обыкновенной. В прохладные и умеренно дождливые годы происходит более выраженное накопление аскорбиновой кислоты, органических кислот, а в теплые и сухие – антоцианов, производных кверцетина, свободных сахаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова Т.Н. Пюре из мелкоплодных сибирских яблок и ирги / Т.Н. Архипова, Н.В. Крылова // Гл. агроном.- 2007.- №7.- С.68-69.
2. Бубенчиков Р.А. Новые растительные источники биологически активных полисахаридов / Р.А. Бубенчиков, И.Л. Дроздова // Фармация.- 2005.- №4.-С.16-17.
3. Влияние температуры выращивания на состав фенольных соединений в корнях гороха / Е.Г. Рудиковская [и др.] // Физиология растений.- 2008.-Т.55,№5.- С.793-797.
4. Исаева Е.Н. Содержание АК в плодах калины обыкновенной Брянского округа зоны широколиственных лесов / Е.Н. Исаева, Е.Н. Самошкин // Изв. вузов. Лесной журн. – 2002. - №2.- С.114-116.
5. Леонченко В.Г. Пищевая и биологическая ценность плодов нетрадиционных садовых растений / В.Г. Леонченко, Е.В. Жбанова // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур.- Воронеж, 2003.- С. 202-207.
6. Макаров В.Н. Биохимический состав плодовых, ягодных и редких культур и получение натуральных продуктов питания / В.Н. Макаров, Н.И. Савельев // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества с.-х. продукции / Мичуринский гос. аграр. ун-т. - Мичуринск, 2007.- Т.1. - С. 161-163.
7. Рязанова О.А. Местное растительное сырье в производстве обогащенных продуктов / О.А. Рязанова, О.Д. Кириличева // Кондитерская фабрика. – 2006. - №7. – С.24-26.
8. Рузиев Р.Д. Антоцианы - возможные природные акцепторы электрона / Р.Д. Рузиев, М.С. Гинс // Нетрадиционные, сельскохозяйственные, лекарственные и декоративные растения.- 2007.- №1.- С.49.
9. Стрельцина С.А. Биохимический состав ирги ольхолистной в условиях северо-запада РФ / С.А. Стрельцина, Л.А. Бурмистрова // Аграрная Россия. – 2006. - №6. – С.63-67.
10. Стрела Т.Е. Оценка плодов ирги на содержание биоактивных веществ / Т.Е. Стрела // Селекция и агротехника плодово-ягодных и овощных культур: науч. тр. УСХА. – Киев, 1978. – Вып.220. – С.48-50.
11. Changes in carbohydrate composition in pumpkins (kabocha) during fruit growth / Y. Terazawa [et al.] // J. Japan. Soc. Hortic. Sc.- 2001.- Vol.70, № 5. - P. 656-658.
12. Changes in the contents of the major nutrient components of the fruit of *Actinidia chinensis* during ripening / Xie Ming [et al.] // Acta hortic. Sinica.- 1991.- Vol.18, №2. - P.173-176.

13. Sugar transport, metabolism, accumulation and their regulation in fruits / Chen Jun-Wei [et al.] // J. Plant Physiol. molec. Biol.- 2004.-Vol.30,№1.- P.1-10.

THE INFLUENCE OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS ON AN ACCUMULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE AMELANCHIER VULGARIS

E.A. Laksaeva, I.A. Sytchev

In this work the research results of an influence of environmental factors on a chemical composition of the serviceberry fruits.

Keywords: *saskatoon ordinary, ordinary, chemical composition, the influence of environment*

Лаксаева Е.А. ассистент кафедры общей химии ГОУ ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Росздрава; root@ryazgmu.ryazan.ru
Сычев И.А. – д.б.н. заведующий кафедрой общей химии ГОУ ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Росздрава; root@ryazgmu.ryazan.ru