

Влияние погодных условий вегетационного периода на биофлавоноидный комплекс генеративных органов листопадных и вечнозеленых видов *Rhododendron* L. в Беларуси

**Ж.А. Рупасова, И.К. Володько, Т.И. Василевская, Л.В. Гончарова,
В.Н. Решетников, Т.В. Курлович**

*Государственное научное учреждение
«Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск*

Приведены результаты сравнительного исследования биофлавоноидного комплекса генеративных органов 5 вечнозеленых и 4 листопадных видов рододендронов в периоды цветения и плодоношения в контрастные по режиму увлажнения сезоны 2011 и 2012 гг. Показано, что повышенный температурный фон при дефиците осадков в период цветения рододендронов в мае 2012 г., по сравнению с сезоном с достаточным увлажнением, способствовал существенной активизации в цветках биосинтеза биофлавоноидов и в значительной степени ингибировал процесс плодообразования у всех таксонов рододендронов, способствуя уменьшению размеров плодов и снижению урожайности.

Трансформация состава биофлавоноидного комплекса генеративных органов рододендронов в процессе их сезонного развития сопровождалась сближением в таксономических рядах вечнозеленых и листопадных видов средневзвешенных показателей накопления его отдельных компонентов, на фоне преимущественного увеличения содержания лейкоантоцианов и катехинов, и в значительной мере определялась гидротермическим режимом вегетационного периода, тогда как степень изменений содержания флавонолов, так и увеличение общего количества биофлавоноидов не зависели от абиотических факторов.

Ключевые слова: рододендроны, листопадные и вечнозеленые виды, цветки, плоды, антоциановые пигменты, катехины, флавонолы, биофлавоноиды.

Impact of Weather Conditions of the Vegetation Season on Bioflavonoid Complex of Generative Organs of Deciduous and Evergreen Species of *Rhododendron* L. in Belarus

**Zh.A. Rupasova, I.K. Volodko, T.I. Vasilevskaya, L.V. Goncharova,
V.N. Reshetnikov, T.V. Kurlovich**

Central Botanical Garden of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

Results of the comparative study of the bioflavonoid complex of generative organs of 5 deciduous and 4 evergreen species of rhododendrons in periods of flowering and fruiting in contrasting moisture regime seasons of 2011 and 2012 are presented. It is shown, that increased temperature with a deficit of precipitation in the flowering period of rhododendrons in May 2012, compared to the season with sufficient moisture, contributed to significant activation in the flowers of bioflavonoid biosynthesis, and considerably inhibited the fruit formation process in all rhododendron taxons, thus resulting in the reduction of fruit size and amount.

Transformation of bioflavonoid complex composition of generative organs of rhododendrons in the seasonal development was accompanied by convergence in the taxonomic ranks accumulation of weighted averages of the individual components of the pre-emptive leucanthocyanins and increasing the content of catechins and to a large extent was determined by the hydrothermal regime of the growing season, while the degree of change of flavonol content, as well as the increase in the total number of bioflavonoids, is not dependent on abiotic factors.

Key words: Rhododendrons, deciduous and evergreen species, flowers, fruits, anthocyanin pigments, catechins, flavonoids, bioflavonoids.

Особый научный интерес в интродукционных исследованиях с листопадными и вечнозелеными видами рода *Rhododendron* L., яв-

ляющимися потенциальными сырьевыми источниками Р-витаминов, представляет изучение влияния погодных условий вегетационного пе-

риода на формирование Р-витаминного комплекса их генеративных органов на стадиях цветения и плодоношения. С целью выявления сезонных изменений в содержании в них отдельных групп биофлавоноидов у листопадных и вечнозеленых видов в 2011–2013 гг. при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси было проведено сравнительное исследование параметров накопления и соотношений отдельных компонентов биофлавоноидного комплекса в цветках и плодах наиболее перспективных по ростовым и биопродукционным характеристикам представителей данных групп рододендронов.

Материал и методы. В качестве объектов исследования были привлечены следующие таксоны рода *Rhododendron* L.: 1 полувечнозеленый – *Rh. dauricum* L., 2 листопадных – *Rh. luteum* (L.) Sweet и *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, второй из которых был представлен тремя формами – Минской (из коллекции ЦБС НАН Беларуси), Ветчиновской и Марковской (отобранными близ соответствующих их названиям населенных пунктов в Гомельской обл.), и 4 вечнозеленых – *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. brachycarpum* D. Don, *Rh. smirnowii* Trautv., *Rh. fortunei* Lindl.

При изучении биофлавоноидного комплекса генеративных органов рододендронов в высушенных при температуре 65°C усредненных пробах анализируемого материала определяли содержание суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W.E. Hillis [1], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [2], собственно антоцианов – по методу Л.О. Шнайдемана и В.С. Афанасьевой [3]; суммы флавонолов – фотозлектроколориметрическим методом [4]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [5]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы *Excel*, достоверность результатов определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Исследования осуществлялись в 2011–2012 гг., характеризовавшихся выраженными контрастами гидротермического режима вегетационных сезонов, что наглядно иллюстрируют данные табл. 1.

Нетрудно убедиться, что в оба сезона температура воздуха весенних месяцев несколько превышала среднюю климатическую норму, при более существенных различиях ее максимальных и минимальных значений во втором сезоне. При этом апрель 2011 г. был весьма засушливым, тогда как в 2012 г., напротив, отличался чрезмерным обилием атмосферных осадков, вдвое превышавшим многолетнюю норму. Для режима выпадения осадков в мае, во время цветения рододендронов, в годы наблюдений отмечена диаметрально противоположная этой картина. Температурный фон летних месяцев, за исключением июня, оказавшегося в 2012 г. на 3,5°C прохладнее, чем годом ранее, в оба сезона был примерно одинаковым, при выраженных различиях в режиме выпадения осадков. Так, если в первом сезоне их количество в июне на 15% уступало средней многолетней норме, то во втором, напротив, уже в 1,6 раза превышало ее. Для июля же была показана прямо противоположная этой картина. При этом август 2012 г. был отмечен на 20% большим, чем годом ранее, количеством атмосферных осадков при неравномерном их выпадении. Сентябрь в оба сезона был на 12–13% теплее обычного и весьма засушливым, при количестве осадков, вдвое уступавшем многолетней норме. Температурный фон октября соответствовал средним многолетним значениям, при недостатке влаги в первый год наблюдений и 1,5-кратном ее избытке во втором.

Установлено, что погодные условия периода цветения во втором сезоне способствовали заметной активизации биосинтеза большинства групп биофлавоноидов в генеративных органах, главным образом, вечнозеленых видов, тогда как реакция на них листопадных видов оказалась менее выразительной и не столь однозначной, что усилило различия между данными группами рододендронов в составе Р-витаминного комплекса их генеративных органов.

При сравнении в годы наблюдений средневзвешенных для таксономических рядов вечнозеленых и листопадных видов показателей накопления в них полифенолов ни у тех, ни у других не было выявлено сколь-либо значимых межсезонных различий в суммарном содержании антоциановых пигментов (табл. 2). Но если в первом случае это было обусловлено нивелирующим эффектом в результате увеличения во втором сезоне содержания лейкоантоцианов в 1,2 раза, на фоне снижения такового собственно антоцианов в 1,5 раза, то у листопадных видов это достигалось, напротив, за счет активизации

в 2,4 раза накопления собственно антоцианов при одновременном ослаблении в 1,1 раза такового лейкоантоцианов. Тем не менее для обеих групп рододендронов отмечено увеличение во втором сезоне, по сравнению с предыдущим, средневзвешенных показателей накопления в цветках катехинов (в 2,3 раза у вечнозеленых и в 1,3 раза у листопадных видов), на фоне противоположных у них по знаку изменений в содержании флавонолов – увеличении в 1,2 раза у вечнозеленых видов и снижении в 1,4 раза у листопадных. Столь выразительные межсезонные различия темпов биосинтеза данных соединений в основном и обусловили заметное усиление во втором сезоне различий между сравниваемыми группами рододендронов в их содержании в генеративных органах. Так, средневзвешенные показатели содержания катехинов и флавонолов в цветках вечнозеленых видов оказались выше, чем у листопадных видов, соответственно в 2,1 и 5,2 раза против 1,2 и 3,2 раза в предыдущем сезоне, при отсутствии подобных различий между ними в соотношении данных групп полифенолов. Вместе с тем размер подобного превышения для содержания лейкоантоцианов составил 1,5 против 1,2, что, при сокращении разрыва между срав-

ниваемыми группами видов в накоплении собственно антоцианов до 6,8 против 23,8, обусловило практически полное совпадение с предыдущим сезоном различий между вечнозелеными и листопадными видами в общем содержании в соцветиях антоциановых пигментов. Заметим, что несмотря на выявленные во втором сезоне изменения в составе биофлавоноидного комплекса генеративных органов средневзвешенные показатели накопления в них Р-витаминов у листопадных видов практически не отличались от установленных в предыдущем сезоне, тогда как для вечнозеленых было показано их увеличение в 1,2 раза. Как видим, ответная реакция вечнозеленых видов на менее благоприятный характер гидротермического режима в период цветения рододендронов оказалась более выразительной, нежели у листопадных видов, что проявилось в более активном накоплении в генеративных органах продуктов вторичного синтеза, осуществляющих защитную функцию при воздействии стрессовых факторов. В первом случае это обеспечивалось за счет активизации в них биосинтеза лейкоантоцианов, катехинов и флавонолов, тогда как во втором – лишь собственно антоцианов и катехинов.

Таблица 1

**Характеристики гидротермического режима вегетационного периода
в районе исследований в годы наблюдений**

Месяц	Температура воздуха, °C					Осадки, мм		
	средняя	норма	% от нормы	максим.	миним.	сумма	% от нормы	норма
2011 г.								
апрель	8,4	7,2	116,7	15,9	2,7	37,0	80,4	46,0
май	13,6	13,3	102,3	20,4	5,9	80,7	132,3	61,0
июнь	19,2	16,4	117,1	24,3	14,7	69,3	84,5	82,0
июль	20,4	18,5	110,3	28,4	15,3	152,1	169,0	90,0
август	17,9	17,5	102,3	20,8	15,1	78,9	97,4	81,0
сентябрь	13,7	12,1	113,2	18,0	10,5	27,9	46,5	60,0
октябрь	6,2	6,6	93,9	15,4	0,7	36,4	72,8	50,0
2012 г.								
апрель	8,0	7,2	111,1	28,8	-5,3	96,0	208,7	46,0
май	14,7	13,3	110,5	27,2	2,8	44,0	72,1	61,0
июнь	15,6	16,4	95,1	29,8	4,9	132,0	161,0	82,0
июль	21,0	18,5	113,5	33,0	10,2	72,0	80,0	90,0
август	17,6	17,5	100,6	30,3	9,4	94,0	116,0	81,0
сентябрь	13,6	12,1	112,4	24,8	4,5	31,0	51,7	60,0
октябрь	6,9	6,6	104,5	16,6	-3,4	76,0	152,0	50,0

**Усредненные в таксономических рядах интродуцированных таксонов *Rhododendron L.*
показатели накопления биофлавоноидов в сухой массе генеративных органов,
мг% в годы наблюдений**

Показатель	Соцветия		Плоды	
	вечнозеленые виды	листопадные виды	вечнозеленые виды	листопадные виды
2011 г.				
Собственно антоцианы	2650,7	111,3	0	0
Лейкоантоцианы	5174,7	4293,3	7971,6	12148,5
Сумма антоц. пигм.	7825,4	4404,6	7971,6	12148,5
Катехины	1582,1	1374,5	11805,7	17684,3
Флавонолы	4826,3	1529,0	2105,0	2888,9
Флавонолы/Катехины	3,1	1,2	0,2	0,2
Сумма биофлавоноидов	14233,9	7308,1	21882,4	32721,8
2012 г.				
Собственно антоцианы	1800,0	265,4	0	0
Лейкоантоцианы	6083,2	4011,6	9562,8	13247,0
Сумма антоц. пигм.	7883,2	4277,0	9562,8	13247,0
Катехины	3575,0	1739,3	16201,5	15028,0
Флавонолы	5674,9	1081,3	2378,1	2168,1
Флавонолы/Катехины	1,8	0,7	0,2	0,2
Сумма биофлавоноидов	17133,1	7097,6	28142,4	30443,1

Напомним, что созревание плодов рододендронов, как и годом ранее, пришлось на август, характеризовавшийся в годы наблюдений близким к средней климатической норме температурным фоном при несколько большем количестве атмосферных осадков во втором сезоне. Следует заметить, что погодные условия последнего не способствовали завязываемости и развитию плодов не только у *Rh. dauricum*, но и у других таксонов рододендронов, на что указывают их чрезвычайно малые размеры и низкая продуктивность. При этом обе южные формы *Rh. luteum* в данном сезоне характеризовались полным отсутствием завязываемости плодов. Несмотря на казалось бы незначительные межсезонные различия гидротермического режима в данный период, они все же оказали весьма заметное, причем далеко не однозначное, влияние на содержание в них определявшихся соединений, при выраженной видоспецифичности ответной реакции растений. Заметим, что во втором сезоне обе формы *Rh. luteum* из Гомельской области не сформировали плодов, однако их минский аналог из коллекции ЦБС НАН Беларуси был отмечен плодообразованием.

В отличие от цветков, для которых, как показано выше, не было выявлено сколь-либо значимых межсезонных различий средневзвешенных для таксономических рядов вечнозеле-

ных и листопадных видов показателей общего накопления антоциановых пигментов, на фоне увеличения во втором сезоне содержания в них катехинов и неоднозначных изменений в содержании флавонолов, в плодах вечнозеленых видов наблюдалось увеличение в 1,2 раза средневзвешенных показателей накопления антоциановых пигментов, представленных исключительно лейкоформами, в 1,4 раза катехинов, в 1,1 раза флавонолов и в 1,3 раза биофлавоноидов в целом (табл. 2). При этом ответная реакция листопадных видов на изменение гидротермического режима в период созревания плодов во втором сезоне оказалась несколько иной. Как и у вечнозеленых видов, в них имело место увеличение в 1,1 раза, по сравнению с предыдущим сезоном, средневзвешенных в таксономическом ряду показателей накопления лейкоантоцианов при одновременном снижении таковых катехинов в 1,2 раза, флавонолов в 1,3 раза и биофлавоноидов в целом в 1,1 раза. Взаимоисключающие тенденции в изменении темпов биосинтеза в плодах отдельных групп Р-витаминов у вечнозеленых и листопадных видов в условиях сезона 2012 г. обусловили заметное нивелирование различий в их накоплении между сравниваемыми группами рододендронов. Так, если годом ранее общее количество биофлавоноидов в плодах листопадных видов

превышало таковое в плодах вечнозеленых в 1,5 раза, то во втором сезоне лишь в 1,1 раза. При этом в оба сезона в цветках вечнозеленых видов соотношение количества флавонолов и катехинов превышало таковое у листопадных видов в 2,6 раза, тогда как в плодах сравниваемых групп рододендронов отмечено полное исчезновение данных различий, на фоне существенного усиления позиций катехинов и ослабления таковых флавонолов.

Вместе с тем, независимо от погодных условий вегетационного периода, в характере трансформации биофлавоноидного комплекса генеративных органов в процессе сезонного развития были выявлены однотипные у обеих групп рододендронов тенденции, заключавшиеся в исчезновении из его состава собственно антоцианов, на фоне увеличения средневзвешенных в их таксономических рядах параметров накопления лейкоантоцианов в 1,5–1,6 и 2,8–3,3 раза соответственно (табл. 3). При этом активизация темпов биосинтеза лейкоантоцианов превосходила таковую темпов разрушения собственно антоцианов, поскольку в большинстве случаев наблюдалось увеличение в плодах, по сравнению с цветками, также общего выхода антоциановых пигментов.

Наибольшими и также однотипными у обеих групп рододендронов изменениями в процессе сезонного развития их генеративных органов характеризовались средневзвешенные для соответствующих таксономических рядов параметры накопления в них катехинов, для которых, в зависимости от гидротермического режима сезона, было показано увеличение в 4,5–7,5 раза у вечнозеленых видов и в 8,6–12,9 раза у листопадных. Как видим, в оба сезона формирование

плодов у листопадных видов сопровождалось более активным, нежели у вечнозеленых, усилением, по сравнению с цветками, биосинтеза восстановленных групп полифенолов – лейкоантоцианов и особенно близких им по химической природе катехинов, степень которого определялась характером погодных условий. При этом, независимо от гидротермического режима сезона, их плоды характеризовались также в 1,9–2,0 раза более высокими, чем в цветках, средневзвешенными показателями накопления и флавонолов, что способствовало их обогащению биофлавоноидами в целом в 4,3–4,5 раза. Вместе с тем в процессе сезонного развития генеративных органов вечнозеленых видов, напротив, наблюдалось снижение средневзвешенных значений содержания флавонолов в 2,3–2,4 раза, что, вкупе с менее выраженным, чем у листопадных видов, обогащением их восстановленными группами полифенолов, сокращало разрыв между цветками и плодами в общем содержании Р-витаминов до 1,5–1,6 раза.

Обращает на себя внимание факт, что у обеих групп рододендронов сезонное развитие генеративных органов сопровождалось преимущественным увеличением содержания восстановленных фракций полифенолов – лейкоантоцианов и катехинов, при противоположных тенденциях в изменении темпов их биосинтеза, в значительной мере определявшихся гидротермическим режимом сезона, тогда как степень разноориентированных изменений аналогичных показателей у вечнозеленых и листопадных видов для флавонолов, равно как и для увеличения в обоих случаях общего количества биофлавоноидов, не зависела от погодных условий вегетационного периода.

Таблица 3

Кратный размер изменений усредненных в таксономических рядах интродуцированных таксонов *Rhododendron* L. показателей накопления биофлавоноидов в генеративных органах в процессе сезонного развития в годы наблюдений

Показатель	2011 г.		2012 г.	
	вечнозеленые виды	листопадные виды	вечнозеленые виды	листопадные виды
Собственно антоцианы	Нет	Нет	Нет	Нет
Лейкоантоцианы	>1,5	>2,8	>1,6	>3,3
Сумма антоц. пигм.	1,0	>2,8	>1,2	>3,1
Катехины	>7,5	>12,9	>4,5	>8,6
Флавонолы	<2,3	>1,9	<2,4	>2,0
Сумма биофлавоноидов	>1,5	>4,5	>1,6	>4,3

Таблица 4

Соотношение усредненных в таксономических рядах интродуцированных таксонов *Rhododendron* L. показателей накопления биофлавоноидов в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов в процессе сезонного развития в годы наблюдений

Показатель	2011 г.		2012 г.	
	цветки	плоды	цветки	плоды
Собственно антоцианы	23,8	–	6,8	–
Лейкоантоцианы	1,2	0,7	1,5	0,7
Сумма антоциан. пигм.	1,8	0,7	1,8	0,7
Катехины	1,2	0,7	2,1	1,1
Флавонолы	3,2	0,7	5,2	1,1
Сумма биофлавоноидов	1,9	0,7	2,4	0,9

Таблица 5

Долевое участие основных групп биофлавоноидов в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. в периоды цветения и плодоношения в годы наблюдений, %

Показатель	2011 г.				2012 г.			
	цветки		плоды		цветки		плоды	
	вечноз.	листоп.	вечноз.	листоп.	вечноз.	листоп.	вечноз.	листоп.
Собств. антоц.	18,6	1,5	0	0	10,5	3,7	0	0
Лейкоантоц.	36,4	58,7	36,4	37,1	35,5	56,6	34,0	43,5
Катехины	11,1	18,8	54,0	54,0	20,9	24,5	57,6	49,4
Флавонолы	33,9	20,9	9,6	8,9	33,1	15,2	8,4	7,1

Как следует из табл. 4, в оба сезона цветки вечнозеленых видов были намного богаче таковых листопадных всеми группами биофлавоноидов, при наибольшем разрыве между ними в содержании собственно антоцианов, особенно в первый год наблюдений. Вместе с тем более выразительные различия сравниваемых групп рододендронов в содержании в них лейкоантоцианов во второй год наблюдений обусловили полное нивелирование межсезонных различий в соотношении средневзвешенных показателей общего накопления антоциановых пигментов у вечнозеленых и листопадных видов. Размеры подобного соотношения для катехинов и флавонолов также оказались более значительными во втором сезоне, что обусловило более высокие значения данного показателя и для суммарного содержания в них биофлавоноидов.

В отличие от цветков, в плодах рододендронов наблюдалась противоположная этой картина, характеризующаяся более значительным накоплением полифенолов у листопадных видов, и лишь во втором сезоне отмечено небольшое превышение средневзвешенных показателей накопления катехинов и флавонолов у вечнозеленых видов.

Вместе с тем показанная выше трансформация биофлавоноидного комплекса генератив-

ных органов рододендронов в процессе сезонного развития способствовала заметному сближению средневзвешенных показателей накопления отдельных его компонентов в таксономических рядах вечнозеленых и листопадных видов, на фоне выраженной зависимости выявленных эффектов от гидротермического режима вегетационного периода. Так, если в период цветения расхождения по данным признакам между сравниваемыми группами рододендронов варьировались в интервале от 1,2 до 23,8 крат в первый год наблюдений и от 1,5 до 6,8 крат во второй, то в период плодоношения наблюдалось существенное, причем пропорциональное для всех групп полифенолов, сокращение разрыва в их содержании между вечнозелеными и листопадными видами, особенно во втором сезоне, до 0,7–1,1-кратной величины, что может свидетельствовать о генетически обусловленном сохранении в них структуры пула данных соединений, свойственной родовому комплексу *Rhododendron* L. В пользу этого свидетельствуют также данные табл. 5.

Так, если различия между вечнозелеными и листопадными видами в доле участия основных групп полифенолов в обозначенном

пуле, в зависимости от гидротермического режима сезона, в период цветения составляли в среднем для собственно антоцианов 6,8–17,1%, лейкоантоцианов 21,1–22,3, катехинов 3,6–7,7 и флавонолов 13,0–17,9%, то в период плодоношения – соответственно 0%, 0,7–9,5, 0–8,2 и 0,7–1,3%.

Выводы. Сравнительное исследование биофлавоноидного комплекса генеративных органов 5 вечнозеленых и 4 листопадных видов рододендронов в периоды цветения и плодоношения в контрастные по гидротермическому режиму сезоны 2011 и 2012 гг., различавшиеся в основном по количеству атмосферных осадков, выявило существенные межсезонные различия в его составе.

Показано, что повышенный температурный фон при обилии осадков в апреле и их дефиците в мае 2012 г., по сравнению с предыдущим сезоном, характеризовавшимся противоположным характером их распределения в эти месяцы, способствовал существенной активизации в цветках рододендронов накопления биофлавоноидов (главным образом, катехинов, осуществляющих защитную функцию при воздействии стрессовых факторов), имевшей более выраженный характер у вечнозеленых видов.

Чрезвычайно жаркая и сухая погода июля 2012 г., по сравнению с близкой к многолетней норме в 2011 г., в значительной степени ингибировала процесс плодобразования у всех таксонов рододендронов, особенно у *Rh. dauricum* и южных форм *Rh. luteum*, способствуя уменьшению их размеров и снижению урожайности вплоть до полного отсутствия завязей. Вместе с тем неблагоприятный характер погодных условий второго сезона стимулировал биосинтез в плодах лейкоантоцианов, на фоне преимущественного снижения содержания флавонолов и неоднозначных тенденций в изменении содержания катехинов и биофлавоноидов в целом. Установлена отчетливая видоспецифичность

зависимости темпов биосинтеза обозначенных веществ в плодах рододендронов от гидротермического режима сезона при наиболее выраженном проявлении выявленных эффектов у *Rh. dauricum*.

Трансформация состава биофлавоноидного комплекса генеративных органов рододендронов в процессе их сезонного развития сопровождалась сближением в таксономических рядах вечнозеленых и листопадных видов средне-взвешенных показателей накопления его отдельных компонентов, на фоне преимущественного увеличения содержания восстановленных групп – лейкоантоцианов и катехинов, при противоположных по знаку изменениях темпов их биосинтеза, и в значительной мере определялась гидротермическим режимом вегетационного периода, тогда как степень разноориентированных у вечнозеленых и листопадных видов изменений аналогичных показателей для флавонолов, равно как и для увеличения у тех и других общего количества биофлавоноидов, не зависела от абиотических факторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по гранту № Б110б-012 (2011–2013 гг., № ГР20115367 от 19.12.2011 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus* *Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
2. Скорикова, Ю.Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
3. Шнайман, Л.О. Методика определения антоциановых веществ / Л.О. Шнайман, В.С. Афанасьева // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: реф. докл. и сообщ. – М., 1965. – № 8. – С. 79–80.
4. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.
5. Запрометов, М.Н. Биохимия катехинов / М.Н. Запрометов. – М., 1964.

Поступила в редакцию 18.05.2013. Принята в печать 22.08.2013

Адрес для корреспонденции: e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by – Рупасова Ж.А.