М. В. Репях, доцент, к.с.-х.н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки
и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева»

г. Красноярск

mrepyah@yandex.ru

УДК 630.23

DOI 10.31676/2073-4948-2018-53-66-72

АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОБЕГОВ СОРТА ЯБЛОНИ ЗОЛОТОЙ ШИП НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. ВС. М. КРУТОВСКОГО

Резюме. В статье представлены результаты биохимического состава побегов маточных растений и семенного потомства у сорта яблони Золотой шип летнего срока созревания. Обнаружено высокое содержание биохимических веществ в побегах данного сорта, что обуславливает его питательную и лечебную ценность. Для изучения динамики накопления сахаров, витамина С, полифенолов в побегах анализ проводили в три фазы: начало роста, активный рост, окончание ростовых процессов. Установлена связь между содержанием сахаров и витамина С в побегах маточных растений и их семей. Проведено сравнение биохимического состава с определением корреляционных связей между количеством витамина С, сахаров, полифенолов в побегах маточных растений и побегах семенного потомства. Содержание витамина С в фазах начала роста, активного роста, окончания ростовых процессов колеблется от 5,8 до 6,4 мг% без достоверных различий между сравниваемыми деревьями. Сорт произрастает на территории Ботанического сада имени Вс. М. Крутовского. Сад расположен в пригородной зоне Красноярска и представляет собой уникальную коллекцию культурных сортов яблони. Выделены биотипы с наибольшим содержанием сахаров и витамина С. В результате исследований наличие витамина С установлено только в период окончания роста побегов. Приведенные данные являются актуальными и позволяют использовать биохимический состав побегов сеянцев при диагностике отдельных особей яблони по содержанию витамина С, сахаров, полифенолов.

Ключевые слова: яблоня, побеги, сорт, изменчивость, биохимический состав, влажность, коэффициент сухости.

Summary. The article presents the results of the biochemical composition of shoots of mother plants and seed offspring in apple varieties Zolotoy ship of the summer ripening period. A high content of biochemical substances in the shoots of this variety was found, which determines its nutritional and curative value. To study the dynamics of accumulation sugars, vitamin C, polyphenols in the shoots, the analysis was carried out in three phases: the beginning of growth, active growth, the end of growth processes. The relationship between the content of sugars and vitamin C in the shoots of mother plants and their families was established. A comparison of the biochemical composition with the determination of the correlation between the amount of vitamin C, sugars, polyphenols in the shoots of mother plants and shoots of seed progeny was made. The content of vitamin C in the

periods of beginning of growth, active growth, the end of growth processes ranges from 5.8 to 6.4 mg% without significant differences between the compared trees. The variety grows on the territory of the Botanical garden named after the Vs. M. Krutovsky, which is located in the suburban area of Krasnoyarsk and is a unique collection of cultivated apple varieties. Biotypes with the highest content of sugars and vitamin C were revealed. As result of studies, the presence of vitamin C is established only between the end of shoot growth. These data are relevant and allow us to use the biochemical composition of shoots of seedlings in the diagnosis of individual apple species in terms of the content of vitamin C, sugars, polyphenols.

Keywords: apple tree, shoots, variety, variability, chemical composition, humidity, dryness ratio.

Введение

Яблоня является пищевым, лечебным плодовым растением. Необходима усиленная работа по сохранению и улучшению ее ассортимента, особенно в резко континентальных условиях Сибири. Коллекция Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского расположенного в пригородной зоне Красноярска, представляет большой интерес для изучения биохимического состава плодов и побегов для выделения сортов, форм, экземпляров, отличающихся повышенным содержанием витамина С, сахаров, полифенолов. Биохимический состав побегов зависит от сорта, почвенно-климатических условий, времени сбора растительного сырья. Изучение химического состава побегов позволяет отселектировать биотипы, с наибольшим содержанием изучаемых веществ [2-4].

Наличие высокой изменчивости содержания биохимических параметров в плодах и побегах яблони в зависимости от сортовой принадлежности и экологических условий вызывает необходимость изучения их содержания в яблонях с целью отбора наиболее ценных биотипов по сбалансированности БАВ [5].

Цель и задачи исследований. Цель – проведение исследований по содержанию биохимического состава побегов яблони сорта Золотой шип, произрастающей на территории сада им. Вс. М. Крутовского для разработки элементов ранней диагностики. В задачу исследований входило изучение индивидуальной изменчивости по содержанию биологически активных веществ в побегах яблони.

Методы исследований

Объектом исследования является сорт яблони летнего срока созревания Золотой шип, произрастающий на территории Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского в г. Красноярске. В работе была изучена индивидуальная изменчивость биохимических параметров побегов отдельных деревьев яблони сорта Золотой шип (№ 127, 142, 155, 157). Растительный материал для проведения исследований отбирался в вегетационные периоды 2015–2017 гг. Повторность опытов трехкратная. Семенное потомство данного сорта – от-

дельно выращенные сеянцы, семена для выращивания которых были взяты с маточных деревьев данного сорта, они имеют ту же нумерацию, что и маточные. Сорт Золотой шип — народной селекции, разводится в основном в лесостепной зоне, является высоко зимостойким, засухоустойчивым, рано созревающим, устойчивым к заболеваниям паршой, мучнистой росой.

При изучении динамики накопления сахаров, витамина С, полифенолов в побегах сорта Золотой шип анализ проводили в три фазы: начало роста (15 мая), активный рост (15 июня) и окончание ростовых процессов (15 июля).

Использованы традиционные, научно обоснованные методы сбора полевого материала при проведении научных исследований. Для решения поставленных задач были использованы общепринятые методики [6, 7].

Вся статистическая обработка данных проводилась с помощью программы STAT [1].

Содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) в побегах определяли по методике Р. И. Томчук, Г. Н. Томчук [7].

Сахара, влажность, коэффициент сухости, полифенолы (экстрактивные вещества) растительного сырья устанавливали по методике А. В. Оболенской, З. П. Ельницкой, А. А. Леонович [6]: сахара — по редуцирующей (восстановительной) способности в перерасчете на глюкозу. Для определения общего выхода сахаров использовался метод Бертрана. Определение влажности проводили путем высушивания при температуре 100–105 °С до постоянной массы. Коэффициент сухости побегов (С), согласно методике, вычисляли по формуле: $C = (100 - B) / 100 = (M_2 - M) / (M_1 - M)$. Полифенолы определяли путем окисления танинов водным раствором перманганата калия с применением индигосульфокислоты.

Экспериментальные данные и их обсуждение

Анализ физических свойств побегов (влажность и коэффициент сухости) показал, что индивидуальная изменчивость по влажности побегов находится в пределах ошибки. Влажность и коэффициент сухости побегов у деревьев сорта Золотой шип варьируют в незначительных пределах, характеризуя однородность экологических условий (табл. 1).

Таблица 1. Влажность и коэффициент сухости побегов маточных растений

Показатель	Номер дерева				$\bar{x} \pm m$
	127	142	155	157	
Влажность, %	23,0	24,0	23,0	21,0	23,0 $\pm$ 4,38
Коэффициент сухости	0,77	0,76	0,77	0,79	0,77 $\pm$ 0,04

$\bar{x}$ — среднее арифметическое значение;

m — ошибка среднего значения.

Влажность побегов варьировала в изучаемые периоды от 43,9 до 74,5%, однако наблюдалось снижение до 20%. Уровень внутрисортной изменчивости варьирует от низкого до среднего (4,1–16,0%), причём в начале вегетации варьирование признака выше, чем при окончании ростовых процессов (табл. 2).

Таблица 2. Влажность побегов семенного потомства сорта Золотой шип, %

Номер дерева	Период роста		
	начало	интенсивный	окончание
127	65,1	60,8	48,7
140	51,7	74,5	49,9
155	43,9	63,4	44,8
157	62,7	68,4	47,2
251	63,5	67,1	46,8
Среднее	57,4 ±4,12	66,8 ±2,34	47,5 ±0,87
V	16,0	7,8	4,1

V — коэффициент вариации, или мера изменчивости

В фазу интенсивного роста влажность побегов возрастает на 16,4%. В период окончания роста побегов влажность снижается на 40,6%.

В мае повышенная влажность (на 0,4–0,85 σ больше среднего значения) отмечена у маточных деревьев № 127, 157, 251; в июне превышение влажности составило 0,3–1,5 σ у деревьев № 140, 157; в июле — на 0,6–1,2 σ у деревьев № 127, 140.

Уровень эндогенной и внутрисортной изменчивости по содержанию витамина С низкий (табл. 3).

Таблица 3. Изменчивость содержания витамина С в побегах маточных деревьев сорта Золотой шип, мг%

Номер дерева	$\bar{x}$	$\pm m$	V, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,45$
127	6,0	0,44	7,3	0,71
142	5,8	0,35	8,5	1,20
155	6,4	0,35	11,0	-
157	5,9	0,20	6,7	1,56
Среднее	6,03	0,13	4,4	1,07

t_{ϕ} — достоверность различий между вариантами

У биотипов № 127, 155, 157 количество сахара на 41,9–104,3 % больше в сравнении с деревом 142 (табл. 4).

Следовательно, наибольшее содержание витамина С и сахара отмечено в побегах деревьев № 127, 155, 157.

Таблица 4. Содержание сахаров в побегах маточных деревьев сорта Золотой шип, % / а. с. с.

Номер дерева	χ	$\pm m$	V, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,45$
127	3,47	0,12	12,4	1,15
142	1,86	0,04	4,2	7,37
155	3,80	0,26	13,9	—
157	2,64	0,17	13,3	3,73
Среднее	2,94	0,44	29,6	1,68

При изучении динамики накопления углеводов, в частности, моносахаридов (глюкоза, фруктоза) и олигосахаров (сахароза), установлено, что в побегах наибольшее содержание сахаров приходится на период окончания роста. В периоды начала и окончания роста растений количество сахарозы составляет 51,2–54,6% от общей суммы сахаров, приходящейся на период интенсивного роста, доля сахарозы возрастает до 55,5–57,8% (табл. 5).

Таблица 5. Содержание сахаров в побегах семенного потомства яблони сорта Золотой шип, % / а. с. с.

Показатель	Период роста		
	начало	интенсивный	окончание
Моносахара	2,90 $\pm$ 0,32	2,85 $\pm$ 0,16	3,71 $\pm$ 0,14
Сахароза	3,50 $\pm$ 0,17	3,72 $\pm$ 0,29	4,15 $\pm$ 0,23
Сумма сахаров	6,40 $\pm$ 0,34	6,57 $\pm$ 0,31	7,86 $\pm$ 0,29
t_{ϕ} при $t_{05}=2,45$	3,27	3,04	—

Дисперсионный анализ показал существенное влияние периода роста побегов (фактор А) и генотипа (фактор В) на содержание сахаров в побегах (табл. 6).

Таблица 6. Результат дисперсионного анализа влияния периода роста побегов и генотипа на содержание сахаров в побегах маточных растений.

Дисперсия	Сумма квадратов дисперсий	Степени свободы	Средний квадрат дисперсий	F_{ϕ}	F_{05}	η^2
Общая	187,64	59				
Повторений	1,34	3	0,45	0,66	2,84	0,01
Фактор А	28,91	2	14,45	23,30	3,23	0,15
Фактор В	22,10	4	5,59	8,14	2,61	0,12
АВ	106,79	8	13,35	19,67	2,18	0,57
Остаток	28,50	42	0,68			

F_{ϕ} , F_{05} — критерии оценивания факторов, η^2 — доля влияния изучаемых факторов

При изучении содержания полифенолов в побегах, было установлено, что наибольшее количество данных веществ приходится на период начала роста; наименьшее — окончания роста (табл. 7).

Таблица 7. Содержание полифенолов в побегах семенного потомства яблони сорта Золотой шип, % / а. с. с.

Показатель	Период роста		
	начало	интенсивный	окончание
Среднее	5,45 ±0,73	3,64 ±0,65	2,04 ±0,25
t_{ϕ} при $t_{05}=2,45$	—	1,85	4,42

По результатам анализа общего количества витамина С, сахаров, полифенолов установлено, что их максимум приходится на период интенсивного роста побегов (табл. 8).

Таблица 8. Содержание экстрактивных веществ в побегах семенного потомства яблони сорта Золотой шип, %

Показатель	Период роста		
	начало	интенсивный	окончание
Среднее	21,14 ±1,89	26,12 ±1,21	19,44 ±0,38
t_{ϕ} при $t_{05}=2,45$	2,22	—	5,28

Содержание экстрактивных веществ в зависимости от периода роста отличается достоверно ($t_{\phi} > t_{05}$); максимальное количество приходится на 15 июня (интенсивный рост побегов), минимальное — 15 мая и 15 июля.

Заключение

Анализ экстрактивных веществ в побегах яблони сорта Золотой шип выявил варьирование их содержания в зависимости от периода роста и наличие корреляции, наиболее четко проявляющейся в периоды начального и интенсивного роста. Также установлена связь между содержанием сахаров и витамина С в побегах маточных растений и их семей. Приведенные данные позволяют использовать результаты исследований побегов сеянцев при диагностике отдельных особей яблони по содержанию биологически активных веществ.

Список использованной литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Колос, 1979.- 416 с.
2. Васильева В.Н. Яблоня в Сибири: интродукция, селекция, сорта. — Новосибирск: Наука СО РАН, 1991. — 151 с.

3. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В. Селекционные исследования в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского. — Красноярск: СибГТУ, 1998. — 162 с.
4. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Репях М.В. Плодоношение и биохимический состав разных сортов яблони коллекции Вс. М. Крутовского. — Красноярск: СибГТУ, 1999. — 222 с.
5. Савельев Н.И. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки — Мичуринск: Изд-во ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В.Мичурина Россельхозакадемии, 2004. — 124 с.
6. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. — М.: Экология, 1991. — 320 с.
7. Томчук Р.И., Томчук Г.Н. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. — М.: Лесная промышленность, 1973. — 360 с.

M. V. Repyah

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev

**ANALYSIS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SHOOTS OF THE APPLE
VARIETIES ZOLOTOTY SHIP AT THE BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER
VS.M. KRUTOVSKY**