Н. Н. Сокерина, нс
ФГБНУ НИИ сельского хозяйства Республики Коми,
г. Сыктывкар
soknn@yandex.ru

УДК 634.71:581.19

DOI 10.31676/2073-4948-2018-53-73-81

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Резюме. Приведены результаты оценки 19 сортов малины по биохимическому составу ягод. Определено содержание сахаров (5,00–6,19%), общее количество сухих веществ (13,80–16,60%), органических кислот (1,61–2,40%), витамина С (17,84–28,47 мг%). Выявлено влияние сортовых особенностей и погодных условий на уровень накопления указанных веществ. Сухая и жаркая погода в период созревания ягод в 2011 году обеспечила высокое накопление сахаров, сухих веществ в ягодах и снижение витамина С.

Ключевые слова: малина, сорт, биохимические показатели, коэффициент вариации.

Summary. The results of the evaluation of 19 raspberry varieties characterized by biochemical composition of berries are presented. The content of sugars (5.00–6.19%), total amount of dry substances (13.80–16.60%), organic acids (1.61–2.40%) and vitamin C (17.84–28.47 mg%) were determined. The influence of variety characteristics and weather conditions on the level accumulation of these substances has been revealed. Dry and hot weather in period of ripening of berries of 2011 were ensured high accumulation of sugars, dry substances in berries and reduction of vitamin C.

Key words: raspberry, variety, biochemical parameters, variation coefficient.

Введение

Выращивание малины в Республике Коми (зоне рискованного земледелия) сосредоточено в фермерских и личных подсобных хозяйствах, садоводческих товариществах. Основными критериями подбора сортов малины для северного региона являются зимостойкость, высокая продуктивность, качество ягод, устойчивость к вредителям и болезням.

Варьирование продуктивности сортов малины в регионе значительно: от 0,38 до 2,86 кг/пог. м [1]. По результатам исследований в 2005–2013 годах выделены перспективные сорта малины, адаптивные к условиям Республики Коми с продуктивностью 1,72–2,86 кг/пог. м (или урожайностью 6,9–11,4 т/га). Это раннеспелые сорта Гусар, Колокольчик, среднеспелые сорта Вольница, Оттава, Зоренька Алтая, Соколенок, сорта позднего срока созревания Самарская плотная, Пересвет [2].

Ценность сорта определяется и химическим составом ягод. Результаты исследований ряда авторов свидетельствуют как о сортовых различиях био-

химических показателей ягод малины, так и об их зависимости от погодных условий периода вегетации [3–6].

Отмечены особенности накопления биохимических компонентов в зависимости от условий произрастания на основе сравнения биохимических показателей коллекций сортов малины в 10 различных регионах [7].

Методика исследований

Работа выполнена в ФГБНУ НИИСХ Республики Коми. Объектами исследования являлись 19 сортов малины посадки 2005 г., выращенных без полива. Отбор проб производился на коллекционном участке малины в 2008, 2009, 2011 и 2012 гг. согласно общепринятой методике [8]. Биохимические исследования проведены в агрохимической лаборатории института. В ягодах определяли сумму сахаров (ГОСТ 13192-73), общее количество сухих веществ (ГОСТ 28561-90), органические кислоты (ГОСТ 25555-82, пункт 4), аскорбиновую кислоту (ГОСТ 24556-89) согласно общепринятым методикам [8, 9]. Статистическая обработка результатов исследований проведена в соответствии с методикой [8] и методикой полевого опыта [10].

Результаты исследований

Метеорологические условия вегетационных периодов 2008, 2009, 2011 и 2012 гг. отличались от средних многолетних. В 2009, 2011, 2012 гг. обеспеченность теплом превышала средние многолетние показатели: сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) в 2009 г. составила 1589°C (при средней многолетней 1454°C), в 2011 г. – 1799°C , в 2012 г. – 1682°C [11]. В то же время средняя температура июля 2009 г. была на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже нормы ($16,7^{\circ}\text{C}$). В 2008 г. сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) составила 1343°C – ниже средней многолетней. Средняя температура июля 2008 г. составила $19,0^{\circ}\text{C}$ (превысила среднюю многолетнюю температуру на $2,3^{\circ}\text{C}$). Вегетационные периоды 2008, 2009, 2012 гг. характеризовались избыточным увлажнением: ГТК (гидротермический коэффициент, [12]) составил, соответственно, 3,0, 2,4 и 2,1 (при среднем многолетнем значении 1,5). Вегетационный период 2011 г. характеризовался недостаточным увлажнением: ГТК составил 1,2.

Во все годы наблюдалось неравномерное распределение тепла и осадков летом. Более стабильное их распределение за 5 дней до отбора проб для биохимического анализа отмечалось в 2011 и 2012 гг. В 2011 г. в течение 5 дней до отбора проб преобладала жаркая (со средней температурой воздуха до $25,8^{\circ}\text{C}$, но резкими перепадами ночных и дневных температур от $11,4$ до $32,6^{\circ}\text{C}$) и сухая (ГТК до 0,2) погода. В 2012 г. эти периоды характеризовались прохладной (со средней температурой воздуха до $17,1^{\circ}\text{C}$ и перепадами ночных и дневных температур от $11,0$ до $25,2^{\circ}\text{C}$) и дождливой (ГТК до 2,8) погодой.

Разнообразие метеорологических условий в годы исследований позволило оценить способность сортов малины накапливать биохимические вещества в ягодах в специфических почвенно-климатических условиях Республики Коми.

За годы исследований отмечена средняя степень изменчивости содержания сахаров в ягодах — от 4,15% у сорта Челябинская желтая в 2008 г. у до 8,81% у сорта Желтый гигант в 2011 г. ($V = 16,69\%$). Коэффициенты вариации накопления сахаров в ягодах изучаемых сортов по годам составляли от 5,32% (Зоренька Алтая) до 30,59% (Желтый гигант) — таблица. Незначительная вариабельность признака отмечена у сортов Зоренька Алтая, Гусар, Киржач, Нежность ($V = 5,32-9,12\%$). Вклад в изменчивость накопления сахаров, обусловленный реакцией сорта на изменение погодных условий в период созревания ягод в годы исследований, составил 58,5% ($r = 0,77^*$, * — достоверность для 5%-ного уровня значимости).

Различия средних величин накопления сахаров по сортам не существенны. Только 13,7% изменчивости накопления сахаров обусловлено сортовыми особенностями ($r = 0,40$).

Несмотря на незначительные различия средних значений содержания сахаров по годам (4,97-6,25%, $V = 10,09\%$), в 2011 г. сахаров в ягодах накапливалось существенно больше, в 2012 г. — существенно меньше, соответственно, 6,25% и 4,97%, $HCP_{05} = 0,54$. В 28,7% случаев варьирование накопления сахаров в ягодах обусловлено варьированием погодных условий, $r = 0,53^*$.

Содержание общего количества сухих веществ изменялось от 11,45% у сорта Рубин брянский в 2008 г. до 18,84% у сорта Иллюзия в 2011 г. ($V = 11,42\%$). Коэффициенты вариации накопления сухих веществ в ягодах сортов по годам составляли от 4,16% (Зоренька Алтая) до 19,22% (Иллюзия). Стабильность данного признака отмечена у сортов Зоренька Алтая, Самарская плотная, Соколенок, Вольница, Желтый гигант, Пересвет, Гусар, Шоша ($V = 4,16-9,81\%$). Вклад в изменчивость накопления сухих веществ, обусловленный реакцией сорта на изменение погодных условий в период созревания ягод в годы исследований, составил 38,5% ($r = 0,62^*$).

Средние значения содержания сухих веществ по сортам (13,80-16,60%) варьировали незначительно ($V = 5,33\%$). Различия в накоплении сухих веществ у сортов относительно стандарта Новость Кузьмина (15,77%) не существенны. Коэффициент детерминации показал, что 20,9% изменчивости накопления сухих веществ обусловлены сортом ($r = 0,46^*$).

Отмечена незначительная изменчивость средних значений содержания сухих веществ по годам (13,86-16,36%, $V = 8,35\%$). Существенно больше сухих веществ в ягодах содержалось в 2009 и 2011 гг. (16,27% и 16,36%), меньше – в 2008, 2012 г. (14,44% и 13,86%, $HCP_{05} = 0,83$). Изменчивость метеорологических условий в период созревания ягод в годы исследований в 40,6% случаев привела к изменениям в накоплении сухих веществ в ягодах, $r = 0,64^*$.

Таблица.
Биохимический состав ягод малины, среднее за 2008, 2009, 2011, 2012 гг.

Сорта	Сахара, %	V, %	Общее количество сухих веществ, %	V, %	Органи- ческие кислоты, %	V, %	Сахаро- кислотный индекс	V, %	Аскуро- биновая кислота, мг%	V, %
Новость Кузьмина (St)	5,65	21,97	15,77	13,67	1,85	7,45	3,08	27,72	27,32	15,04
Гусар	5,69	6,03	14,92	9,59	1,95	10,24	2,95	17,00	28,47	15,80
Иллюзия	5,79	18,46	15,41	19,22	2,11	13,05	2,77	19,09	23,01	15,79
Колокольчик	5,93	21,55	15,88	11,48	1,61	15,26	3,84	37,09	25,21	26,10
Желтый гигант	6,07	30,59	15,87	6,91	1,74	6,86	3,49	28,96	17,84*	13,41
Челябинская желтая	5,25	17,64	15,91	12,67	1,66	17,23	3,16	5,13	18,26*	30,50
Награда	5,19	12,18	14,66	10,80	2,40*	17,43	2,21	19,64	25,92	28,57
Вольница	5,36	18,31	14,10	6,30	1,90	8,27	2,87	25,37	22,84	12,72
Оттава	5,84	19,15	15,34	11,42	1,96	7,96	2,97	16,10	23,89	28,34
Зоренька Алтая	5,63	5,32	15,34	4,16	1,76	9,19	3,21	8,94	21,96	27,00
Нежность	5,31	9,12	16,60	13,62	1,66	8,53	3,22	12,77	27,15	29,33
Соколенок	5,48	10,71	15,23	6,10	1,94	18,95	2,91	23,88	26,49	17,40
Шоша	6,19	19,68	16,48	9,81	1,69	10,18	3,71	25,61	24,38	34,80
Моллинг Джуел	5,49	28,79	14,41	15,84	1,76	16,11	3,17	28,66	25,94	13,28

Окончание табл.

Сорта	Сахара, %	V, %	Общее количество сухих веществ, %	V, %	Органи- ческие кислоты, %	V, %	Сахаро- кислотный индекс	V, %	Асбор- биновая кислота, мг%	V, %
Орбита	5,09	11,45	15,20	11,13	2,01	17,05	2,63	28,78	19,98*	29,25
Киржач	5,18	7,49	14,42	14,34	2,16	14,53	2,43	14,98	26,22	21,45
Рубин брянский	5,10	11,52	13,80	18,09	1,78	7,49	2,88	16,21	20,11*	27,31
Самарская плотная	5,69	13,32	15,89	5,65	1,97	9,59	2,92	20,21	27,28	6,25
Пересвет	5,00	19,24	14,13	7,27	1,95	7,66	2,59	23,73	23,06	21,06
среднее	5,52		15,23		1,89		3,00		23,96	
2008	5,63		14,44		1,73		3,31		22,31	
2009	5,23		16,27		1,90		2,82		24,14	
2011	6,25		16,36		1,97		3,29		20,07	
2012	4,97		13,86		1,95		2,59		29,34	
НСР ₀₅ сорт	$F < F_{\phi \tau}$		$F\phi < Fr$		0,31		$F\phi < Fr$		5,50	
НСР ₀₅ год	0,54		0,83		0,14		0,406		2,52	

Показатели кислотности ягод малины находились в пределах 1,33% у сорта Колокольчик в 2008 г. — 2,76%, у сорта Награда в 2011 г. ($V = 15,10\%$). Коэффициенты вариации накопления органических кислот в ягодах изучаемых сортов по годам составляли от 6,86% (Желтый гигант) до 18,95% (Иллюзия). Стабильность признака отмечена у сортов Желтый гигант, Новость Кузьмина, Рубин брянский, Пересвет, Оттава, Вольница, Нежность, Зоренька Алтая, Самарская плотная ($V = 6,86-9,59\%$). Вклад в изменчивость накопления органических кислот, обусловленный реакцией сорта на изменение погодных условий в период созревания ягод в годы исследований, составил 42,8% ($r = 0,65^*$).

Среднее содержание кислот в ягодах 17 сортов (1,61–2,16%) отмечено на уровне стандартного сорта Новость Кузьмина (1,85%, $HSP_{05} = 0,31$). В исследуемой группе сортов на варьирование признака (1,61–2,40%, $V = 10,44\%$) в 45,9% случаев решающее влияние оказывал сорт ($r = 0,68^*$).

Изменчивость средних значений содержания кислот по годам незначительна (1,73–1,97%, $V = 5,81\%$). Достоверно низкое содержание кислот в ягодах отмечено 2008 г. — 1,73% (в 2009, 2011, 2012 гг., соответственно, 1,90%, 1,97%, 1,95%, $HSP_{05} = 0,14$). Изменчивость метеорологических условий в период вегетации в 11,3% случаев привела к изменениям в накоплении кислот в ягодах, $r = 0,34^*$.

Наиболее полная характеристика вкуса складывается не из отдельных величин: суммы сахаров и титруемой кислотности, а из их сочетания – отношения содержания сахаров к содержанию титруемых кислот – сахарокислотного индекса. Показатели сахарокислотного индекса ягод малины изменялись в пределах от 1,76 у сорта Награда в 2011 г. до 4,89 у сорта Желтый гигант в 2011 г. ($V = 24,31\%$). Коэффициенты вариации показателя сортов по годам составляли от 5,13% (Челябинская желтая) до 37,09% (Колокольчик). Коэффициент вариации $<10\%$ отмечен у сортов Челябинская желтая, Зоренька Алтая (5,13%, 8,94%). Вклад в изменчивость значений сахарокислотного индекса, обусловленный реакцией сорта на изменение погодных условий в период созревания ягод в годы исследований, составил 52,4% ($r = 0,72^*$).

Вариация средних показателей по сортам (2,21–3,84, $V = 13,46$) относительно стандарта Новость Кузьмина (3,08) не существенна. В 29,4% случаев на вариабельность сахарокислотного индекса оказывал влияние сорт ($r = 0,54^*$).

Отмечена средняя изменчивость средних показателей сахарокислотного индекса по годам (2,59–3,31, $V = 11,90\%$). Достоверно высокие показатели отмечены в 2008 и 2011 гг. — 3,31 и 3,29 (в 2009 и 2012 гг., соответственно, 2,82 и 2,59, $HSP_{05} = 0,41$). Изменчивость метеорологических условий в период созревания ягод в годы исследований в 18,2% случаев привела к изменениям показателей сахарокислотного индекса, $r = 0,43$.

Содержание аскорбиновой кислоты варьировало от 13,20 мг% у сорта Челябинская желтая в 2011 г. до 35,91 мг% у сорта Награда в 2012 г. ($V = 23,71\%$). Коэффициенты вариации накопления витамина С в ягодах изучаемых сортов по годам составляли от 6,25% (Самарская плотная) до 34,80% (Шоша). Стабильностью признака характеризовался сорт Самарская плотная ($V = 6,25\%$). Вклад в изменчивость накопления витамина С, обусловленный реакцией сорта на изменение погодных условий в период созревания ягод в годы исследований, составил 33,5% ($r = 0,58^*$).

Среднее содержание витамина С у 14 сортов (21,96–28,47 мг%) отмечено на уровне стандарта Новость Кузьмина (27,32 мг%, $HCP_{05} = 5,50$). В исследуемой группе сортов вариабельность признака (17,84–28,47 мг%, $V = 13,25\%$) в 30,0% случаев определялась сортом ($r = 0,54^*$). Требованиям к сортам малины по содержанию витамина С — не менее 40 мг% — не соответствовал ни один сорт [13].

Изменчивость средних значений содержания аскорбиновой кислоты по годам средняя (20,07–29,34 мг%, $V = 16,48\%$). Достоверно высокое содержание аскорбиновой кислоты в ягодах отмечено 2012 г. — 29,34 мг% (в 2008, 2009, 2011 гг., соответственно, 22,31 мг%, 24,14 мг%, 20,07 мг%, $HCP_{05} = 2,52$). Изменчивость метеорологических условий в период вегетации в 36,7% случаев привела к изменениям в накоплении витамина С в ягодах, $r = 0,61^*$.

Отмечено влияние погодных условий 5-дневного периода до отбора проб ягод на биохимический анализ на уровень накопления биохимических веществ в ягодах. По сравнению с прохладным и дождливым периодом 2012 г. в условиях жаркого, засушливого периода 2011 г. наблюдалось:

- повышенное количество сахаров — в среднем 6,25%, тогда как в 2012 г. этот показатель составил 4,97%, $HCP_{05} = 0,54$;

- повышенное количество общего количества сухих веществ — в среднем 16,36%, тогда как в 2012 г. этот показатель составил 13,86%, $HCP_{05} = 0,83$;

- пониженное накопление аскорбиновой кислоты — в среднем 20,07 мг% (2012 г. — 29,34 мг%, $HCP_{05} = 2,52$).

В условиях жаркой, сухой погоды 2011 г. показатель сахарокислотного индекса ягод был достоверно выше — в среднем 3,29, тогда как в 2012 г. этот показатель составил 2,59, $HCP_{05} = 0,41$.

Выводы

Отмечены сортовые различия в накоплении органических кислот и аскорбиновой кислоты в ягодах малины. В среднем по сортам коэффициент вариации общего количества сухих веществ составлял 10,95%, органических кислот — 11,74%, сахаров — 15,92%, аскорбиновой кислоты — 21,75%. Коэффициенты вариации накопления биохимических веществ в ягодах по годам <10% отме-

чены у перспективных для выращивания в условиях Республики Коми сортов: Зоренька Алтая — по накоплению сахаров, общего количества сухих веществ, органических кислот; Самарская плотная — по накоплению общего количества сухих веществ, органических кислот, аскорбиновой кислоты; Гусар — по накоплению сахаров, общего количества сухих веществ; Вольница и Пересвет — по накоплению общего количества сухих веществ, органических кислот.

Отмечена зависимость биохимических показателей (сахара, общее количество сухих веществ, органические кислоты, аскорбиновая кислота) от погодных условий. Жаркие, засушливые условия в период созревания ягод способствовали повышенному накоплению сахаров, общего количества сухих веществ, пониженному накоплению аскорбиновой кислоты.

Благодарности

Лабораторные исследования биохимического состава ягод выполнены в агрохимической лаборатории института Регорчук Н. В., за что автор выражает признательность.

Список использованной литературы

1. Сокерина Н. Н. Перспективные для Республики Коми сорта малины // Селекция и сорторазведение садовых культур: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию ВНИИСПК (2-5 июня 2015 г., Орел). – Орел: ВНИИСПК, 2015. – Т. 2. – С. 190-192.
2. Сокерина Н. Н. Итоги сортоизучения ягодных культур в условиях Республики Коми // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2017. – № 4. – С. 13-18.
3. Косолапова Г. Н. Биохимические показатели сортов малины в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2006. – №8. – С. 47-49.
4. Чалая Л. Д., Причко Т. Г., Хилько Л. А., Смелик Т. Л. Особенности накопления биологически активных веществ в ягодах малины, выращенных в условиях Юга России // Плодоводство и ягодоводство России, 2009. – Т. XXII. – Ч. 2. – С. 367-376.
5. Макаркина М. А., Янчук Т. В. Оценка сортов плодовых и ягодных культур, выращенных в условиях ЦЧР РФ, по биохимическим показателям плодов // Достижения науки и техники АПК, 2010. – № 10. – С. 26-29.
6. Жбанова Е. В. Биохимическая характеристика плодов генколлекции сортов малины в условиях ЦЧР (Мичуринск) // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада, 2017. – №144-1. – С. 182-186.
7. Жбанова Е. В., Ознобкина Е. И. Сравнительная биохимическая оценка сортового фонда малины в разных регионах // Известия ТСХА, 2013. – № 6. – С 127-136.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 607 с.
9. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

11. Агрометеорологические таблицы ТСХ-8 по Республике Коми за 2008-2012 годы. – Сыктывкар: Коми центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
12. *Чирков Ю. И.* Основы агрометеорологии. – Гидрометеиздат, 1982. – С. 180.
13. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 502 с.

N. N. Sokerina

Federal State Budgetary Scientific Institution “Scientific Research Institute of
Agriculture of the Komi Republic”, Syktyvkar

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF RASPBERRY IN CONDITIONS OF THE KOMI REPUBLIC