

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ВИШНИ СЕЛЕКЦИИ
ТАТАРСКОГО НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Осипов Г. Е., Петрова Н. В., Кириллова Е. С., Казеева Н. А.

Реферат. Исследования проводили с целью сравнительной оценки сортов и отборных форм вишни по химическому составу плодов для выявления лучших генотипов с последующим их использованием в селекции, а также в промышленном, фермерском и коллективном садоводстве. Эксперименты выполняли в 2016 – 2019 гг. в трёхкратной повторности. Сад заложен в 2004 – 2005 гг. и расположен в юго-западной части Республики Татарстан. Материалом для исследования служили 20 сортов и отборных гибридов вишни разного срока созревания селекции Татарского НИИСХ. В среднем за годы исследования в плодах разных сортов содержание растворимых сухих веществ варьировало в пределах 16,69...26,49 %, сахаров – 3,72...6,35 %, органических кислот – 0,96...2,64 %, витамина С – 11,70...15,90 мг/100 г. Изменчивость содержания растворимых сухих веществ и витамина С была средней ($V=15,1...19,3$ и $10,3...14,3$ % соответственно). Количество сахаров, органических кислот и сахарокислотный индекс изменялись более значительно – $V=20,9...25,2$, $22,0...25,8$ и $29,0...37,7$ % соответственно. Генотип оказывал большее влияние на изменчивость содержания в плодах вишни растворимых сухих веществ, сахаров и органических кислот (30,2...65,9 %), чем условия года (3,0...24,7 %) и взаимодействие этих факторов (11,4...29,2 %). Отмечена положительная связь между содержанием растворимых сухих веществ в плодах и сахарокислотным индексом ($r=0,85$), содержанием сахаров ($r=0,76$), кислот ($r=0,50$), суммой положительных летних температур ($r=0,69$); незначимая отрицательная связь – с витамином С ($r=-0,45$) и летними осадками ($r=-0,60$). Источниками высокого содержания растворимых сухих веществ в плодах (21,84...26,49 %) в селекции могут быть сорта Шеланговская, Память Сахарова, Севастьяновская, отборные формы – Черешнёвая № 1, 1-11-31, 80-8, 1-10-30 и 37-8; высокого содержания витамина С (15,16...15,90 %) – сорта Шеланговская, Низкорослая и отборная форма Черешнёвая № 1. В промышленном, фермерском, коллективном садоводстве рекомендуется использовать сорта Шеланговская, Память Сахарова, Севастьяновская.

Ключевые слова: вишня (*Prunus cerasus* L.), сорт, гибрид, сухие вещества, сахара, кислота, витамин С, изменчивость.

Введение. Вишню обыкновенную чаще возделывают в Центральном, Центрально-Чернозёмном и Поволжском регионах. В Республике Татарстан среди плодовых растений по занимаемой площади она стоит на втором месте после яблони. Высокая популярность культуры среди населения вызвана хорошими вкусовыми качествами свежих плодов, продуктов переработки, содержанием в плодах витаминов и других полезных для здоровья людей веществ [1].

Вкус плодов вишни определяет их химический состав [2, 3, 4]. Содержание растворимых сухих веществ (РСВ) в свежих фруктах отражает количество всех имеющихся в плодах веществ (сахаров, органических кислот, пектина, дубильных и красящих веществ, витаминов, ферментов, азотистых соединений, макро- и микроэлементов), кроме воды [5]. В зависимости от сорта и года исследований содержание растворимых сухих веществ в плодах вишни значительно варьирует [6].

Приятный, гармоничный вкус во многом определяет соотношение сахара и кислоты – сахарокислотный индекс (СКИ). Чем он выше, тем более сладким ощущается вкус плодов. Аскорбиновая кислота (АК, витамин С) – один из главных витаминов с высокой антиоксидантной способностью [7, 8, 9]. Уровень его содержания в плодах вишни – наследственно обусловленный признак. Величина этого показателя может изменяться по годам в зависимости от обеспеченности влагой и суммы активных температур во время созревания. На уровень аскорбиновой кислоты в растениях влияют состав почвы, вид и доза удобрения, климатические

условия, особенно интенсивность солнечного освещения, которое усиливает ее синтез [10, 11]. Употребление всего 100 г плодов вишни удовлетворяет суточную потребность в витамине С (60 мг) на 13,2...34,5 % [12].

Химический состав плодов вишни изучали в Московской области [13], Краснодарском крае [5, 14, 15] и других регионах России [16].

Цель исследований – сравнительная оценка сортов и отборных форм вишни селекции Татарского НИИ сельского хозяйства по химическому составу плодов с последующим выделением лучших генотипов для использования в селекции, а также в промышленном, фермерском и коллективном садоводстве.

Условия, материалы и методы исследований. Эксперименты проводили в 2016–2019 гг. Пробы плодов для химических анализов отбирали в трёхкратной повторности в саду сортоизучения. Сад заложен в 2004–2005 гг. и расположен в юго-западной части Республики Татарстан, на правом берегу Волги. Почва – коричнево-серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса (по Тюрину) – 3,03 %, общего азота (N) – 67,9 мг/кг, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 223,3 мг/кг и 261,7 мг/кг почвы соответственно, кислотность – 6,8 ед. рН. Площадь сада – 1 га, схема посадки – 4×4 м. Агротехника – общепринятая для Республики Татарстан. Химические и биологические препараты в саду не применяли.

В 2016 г. за летний период выпало 150,5 мм осадков, или 89,7 % от нормы (гидротермический коэффициент – ГТК=0,75). В июне отмечали сухую и жаркую погоду.

Осадков выпало 19,5 мм, максимальная температура достигала +36 °С. В июле сумма осадков намного превысила среднегодовую, а среднемесячная температура воздуха находилась на уровне нормы. В августе среднемесячная температура воздуха и количество осадков были в пределах среднегодовых значений.

В течение летних месяцев 2017 г. среднемесячная температура воздуха была выше среднегодовой. Осадков выпало больше нормы. ГТК за летние месяцы составил 1,22. В июле и августе 2018 г. среднемесячная температура воздуха была выше среднегодовой. Осадков меньше нормы выпало в июне, июле и августе. ГТК за летние месяцы составил 0,69. В июне 2019 г. среднемесячная температура воздуха была выше, в июле и августе – ниже среднегодовой. Сумма осадков в июне, июле и августе превышала норму. ГТК за летние месяцы был равен 1,46. В целом погодные условия летних периодов 2017–2019 гг. складывались неблагоприятно для плодоношения вишни.

Материалом исследования были плоды сортов и отборных гибридов вишни селекции Татарского НИИСХ: раннего срока созревания – Нижнекамская (контроль), Черешнёвая № 1; среднего срока созревания – Шакировская (контроль), Память Сахарова, Севастьяновская, Заря Татарии, Труженица Татарии, Аляевская, Низкорослая, Шеланговская, Вегетативная, Амореель Теньковская, Гильфановская, 1-10-30, 1-11-31, 80-8, 37-8, 12-37-29; позднего срока созревания – Обильная (контроль), 32-36.

Химический анализ плодов проводили в аналитической лаборатории Татарского НИИ сельского хозяйства общепринятыми методами: растворимые сухие вещества определяли ре-

фрактометрически (ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83), ГОСТ 27548-97), сахара – по методу Бертрана (ГОСТ 26176-91), титруемую кислотность – титрованием 0,1 н NaOH с пересчетом на яблочную кислоту [17], аскорбиновую кислоту – йодометрическим методом [18].

Дисперсионный (одно- и двухфакторный), вариационный и корреляционный анализы данных осуществляли с использованием «Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS» (версия – 2.09. Тверь, 1999).

Анализ и обсуждение результатов исследований. В 2016 г. высокое содержание растворимых сухих веществ (РСВ) наблюдали в плодах у всех изученных сортов и гибридов. Наибольшим оно было в плодах вишни Черешнёвая № 1 (27,76 %), Память Сахарова (25,11 %) и Севастьяновская (24,86 %). Изменчивость содержания величины этого показателя находилась на среднем уровне – $V=15,1$ %. Самое низкое количество РСВ (16,00 %) зафиксировано в плодах вишни Амореель Теньковская (табл. 1). Отборная форма Черешнёвая № 1 по величине этого показателя превзошла контрольный сорт Нижнекамская на 8,71 %. Среди сортов вишни среднего срока созревания значительно больше сухих веществ, чем у контрольного сорта Шакировская (20,64 %), зафиксировано в плодах сортов Память Сахарова (на 4,47 %) и Севастьяновская (на 4,22 %).

В 2017 г. высокое содержание растворимых сухих веществ (15,52...23,96 %) зафиксировано в плодах большинства сортов и гибридов вишни. Самым высоким оно было у вишни 80-8 (23,96 %), наименьшим (13,33 %) – у Гильфановской. Значительно больше сухих веществ в

Таблица 1 – Содержание растворимого сухого вещества в плодах вишни, %

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	V , %
Нижнекамская (к.)	19,05	17,75	18,40	24,07	19,82	14,6
Черешнёвая № 1	27,76	22,13	22,96	33,11	26,49	19,1
Шакировская (к.)	20,64	19,35	17,55	22,01	19,89	9,6
Шеланговская	23,57	21,38	28,82	28,16	25,48	14,1
1-11-31	23,84	21,53	27,63	22,76	23,94	11,0
Память Сахарова	25,11	20,26	19,32	30,45	23,71	21,5
80-8	17,98	23,96	19,02	32,58	23,31	28,5
1-10-30	20,85	18,34	20,91	29,76	22,47	22,3
37-8	22,33	18,16	26,70	20,15	21,84	16,8
Севастьяновская	24,86	19,12	17,86	23,28	21,28	15,6
Вегетативная	20,74	17,60	16,73	26,62	20,42	21,9
Заря Татарии	19,84	18,20	18,56	23,62	20,06	12,4
Низкорослая	22,49	15,94	19,81	21,87	20,02	14,8
12-37-29	19,48	17,09	20,68	20,93	19,55	9,0
Труженица Татарии	18,66	18,40	18,80	21,16	19,26	6,7
Амореель Теньковская	16,00	16,41	18,20	20,61	17,81	11,8
Гильфановская	18,09	13,33	16,89	20,93	17,31	18,2
Аляевская	16,49	14,52	16,71	19,04	16,69	11,1
Обильная (к.)	17,18	14,36	18,41	18,72	17,16	11,6
32-36	20,10	15,52	21,49	23,16	20,06	16,3
Среднее	20,75	18,17	20,27	24,15	20,84	
V , %	15,1	15,2	17,8	19,3		
НСР ₀₅	3,37	3,45	3,39	5,05		

плодах, чем у контрольных сортов Нижнекамская (17,75 %) и Шакировская (19,35 %), накопили отборные формы вишни Черешнёвая № 1 (на 4,38 %) и 80-8 (на 4,61 %). Изменчивость количества РСВ в плодах в этот год была средней ($V=15,2$ %).

В 2018 г. все изученные сорта и гибриды вишни характеризовались высоким содержанием растворимых сухих веществ в плодах (16,71...28,82 %). Как и в предыдущие два года величина этого показателя по выборке изученных сортов и отборных форм варьировала в средней степени ($V=17,8$ %). Контрольные сорта вишни Нижнекамская (18,40 %) и Шакировская (17,55 %) по содержанию РСВ значительно уступали отборным гибридам соответствующих групп спелости Черешнёвая № 1 (на 4,56 %), 1-11-31 (на 10,08 %), 37-8 (на 9,15 %) и сорту Шеланговская (на 11,27 %).

В 2019 г. содержание растворимого сухого вещества в плодах всех изученных сортов и отборных форм вишни составляло от 18,72 % у сорта Обильная до 33,11 % - у отборной формы Черешнёвая № 1 при вариации величины этого показателя по выборке на уровне $V=19,3$ %. В этом году соответствующие стандарты значительно превысили отборные формы вишни Черешнёвая № 1 (на 9,04 %), 80-8 (на 10,57 %), 1-10-30 (на 7,75 %) и сорт Память Сахарова (на 8,44 %).

За годы исследования незначительную вариабельность количества РСВ в плодах отмечали у сортов Труженица Татарии ($V=6,7$ % при средней величине признака 19,26 %), Шакировская ($V=9,6$ %, при 19,89) и отборной формы 12-

37-29 ($V=9,0$ %, при 19,55 %).

В среднем за период исследований содержание РСВ в плодах сортов вишни Шеланговская, Память Сахарова, отборных гибридов Черешнёвая № 1, 1-11-31, 80-8, 1-10-30, 37-8 было выше, чем у соответствующих контрольных сортов, на 1,95...6,67 %. Указанные генотипы могут служить источниками этого признака в селекции.

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа генотип сортов оказывал большее влияние на изменчивость количества растворимых сухих веществ в плодах вишни (35,7 %), чем условия года (23,0 %) и взаимодействие этих признаков (23,8 %). Отмечена положительная корреляция между содержанием растворимых сухих веществ в плодах и сахарокислотным индексом ($r=0,85$), содержанием сахаров ($r=0,76$), кислот ($r=0,50$), суммой положительных летних температур ($r=0,69$) и отрицательная связь с содержанием витамина С ($r=-0,45$) и летними осадками ($r=-0,60$).

В 2016 г. плоды сорта Севастьяновская характеризовались средней концентрацией сахаров – 8,05 % (табл. 2), у всех остальных изученных сортов и гибридов вишни она была низкой (3,84...7,76 %). Отмечена значительная изменчивость величины этого показателя ($V=20,9$ %). Существенно большее количество сахаров, чем у контрольных сортов Нижнекамская (4,46 %), Шакировская (5,90 %) и Обильная (4,95 %), отмечали у отборных форм Черешнёвая № 1 (на 2,59 %), 1-10-30 (на 1,86 %), 32-36 (на 1,93 %) и сорта Севастьяновская (на 2,15 %). Возможно, негативное влияние на величину этого показателя оказало большое количество осадков в

Таблица 2 – Содержание суммы сахаров в плодах вишни, %

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	V , %
Нижнекамская (к.)	4,46	5,18	4,76	6,40	5,20	16,4
Черешнёвая № 1	7,05	5,42	5,19	9,95	6,90	31,8
Шакировская (к.)	5,90	3,83	3,37	5,34	4,61	26,1
Шеланговская	7,12	5,11	6,74	6,42	6,35	13,8
80-8	5,75	6,76	4,72	7,82	6,26	21,3
1-10-30	7,76	5,02	5,10	6,25	6,03	21,2
1-11-31	7,30	4,79	5,47	5,96	5,88	18,0
Память Сахарова	7,58	4,25	4,98	5,85	5,67	25,3
Вегетативная	6,35	4,22	3,78	6,86	5,30	28,8
Севастьяновская	8,05	5,31	3,25	4,45	5,27	38,7
Низкорослая	6,95	3,60	4,16	5,73	5,11	29,8
37-8	5,40	3,16	6,25	4,92	4,93	26,4
12-37-29	5,57	3,86	4,63	5,40	4,87	16,1
Труженица Татарии	5,19	4,23	4,32	4,27	4,50	10,2
Заря Татарии	5,32	4,70	3,04	4,61	4,42	22,0
Гильфановская	4,85	3,07	3,41	5,61	4,24	28,3
Аморель Теньковская	3,84	3,84	4,11	4,95	4,19	12,6
Аляевская	4,19	2,58	3,14	4,98	3,72	28,8
Обильная (к.)	4,95	3,89	4,09	3,26	4,05	17,2
32-36	6,88	2,98	6,15	7,51	5,88	34,2
Среднее	6,02	4,29	4,53	5,83	5,17	-
V , %	20,9	23,6	23,7	25,2	-	-
НСР ₀₅	1,68	0,84	1,02	1,35	-	-

июле (70,2 мм), во время созревания плодов.

В 2017 г. все изученные сорта и отборные формы вишни характеризовались низким содержанием сахаров, что, вероятно, было вызвано большим количеством осадков в июне и июле месяце (ГТК=1,22). Величина этого показателя сильно ($V=23,6\%$) варьировала от 2,58 % (Аляевская) до 6,76 % (80-8). У контрольного сорта вишни Шакировская (3,83 %) она была достоверно ниже, чем у сортов Шеланговская (на 1,28 %), Севастьяновская (на 1,45 %), Заря Татарии (на 0,87 %) и отборных гибридов 80-8 (на 2,93 %), 1-10-30 (на 1,19 %), 1-11-31 (на 0,96 %).

Изменчивость содержания сахаров в плодах в 2018 г. была значительной ($V=23,7\%$) – от 3,04 % (Заря Татарии) до 6,74 % (Шеланговская). У контрольных сортов Шакировская (3,37 %) и Обильная (4,09 %) величина этого показателя была меньше, чем в плодах вишни Шеланговская (на 3,37 %), Память Сахарова (на 1,61 %), 37-8 (на 2,88 %), 1-11-31 (на 2,10 %), 1-10-30 (на 1,73 %), 80-8 (на 1,35 %), 12-37-29 (на 1,26 %), 32-36 (на 2,06 %). Отрицательное влияние на содержание сахаров в плодах вишни, вероятно, оказали сухая и жаркая погода в летний период (температура воздуха до +35°C, ГТК=0,69).

В 2019 г. у всех изученных сортов и отборных гибридов вишни содержание сахаров в плодах было низким, что, возможно, связано с

высоким количеством осадков в июне и июле. Величина этого показателя сильно варьировала ($V=25,2\%$) – от 3,26 % (Обильная) до 9,95 % (Черешнёвая № 1). У отборных гибридов Черешнёвая № 1 (на 3,55 %), 80-8 (на 2,48 %), Вегетативная (на 1,52 %), 32-36 (на 4,25 %) концентрация сахаров в плодах была достоверно больше, чем у контрольных сортов Нижнекамская (6,40 %), Шакировская (5,34 %) и Обильная (3,26 %).

В 2016–2019 гг. изменчивость суммы сахаров в плодах большинства сортов и отборных гибридов вишни была значительной ($V=21,2...38,7\%$). Наименьшую, как и по кислотности, величину этого показателя отмечали у сорта Труженица Татарии ($V=10,2\%$). Генотип сорта оказывал большее влияние на изменчивость содержания сахаров (30,2 %), чем условия года (24,7 %) и взаимодействие этих факторов (29,2 %). В среднем за 2016–2019 гг. по величине этого показателя контрольные сорта вишни Нижнекамская (5,20 %), Шакировская (4,61 %) и Обильная (4,05 %) существенно уступали сортам Шеланговская (на 1,74 %), Память Сахарова (на 1,06 %), Севастьяновская (на 0,66 %), отборным гибридам Черешнёвая № 1 (на 1,70 %), 80-8 (на 1,65 %), 1-10-30 (на 1,42 %), 1-11-31 (на 1,27 %) и Вегетативная (на 0,69 %). Определена незначимая положительная корреляционная связь между количеством сахаров в плодах и сахарокислотным индексом ($r=0,84$),

Таблица 3 – Содержание органических кислот (кислотность, %) в плодах вишни

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	$V, \%$
Нижнекамская (к.)	1,70	1,50	1,62	2,08	1,73	14,5
Черешнёвая № 1	2,42	2,51	2,86	2,78	2,64	8,0
Шакировская (к.)	1,66	1,45	1,81	1,91	1,71	11,7
1-10-30	0,80	1,02	0,91	1,12	0,96	14,4
Севастьяновская	1,16	1,36	1,25	1,41	1,30	8,7
37-8	1,12	1,60	1,38	1,22	1,33	15,7
12-37-29	1,35	1,41	1,38	1,21	1,34	6,6
Память Сахарова	1,16	1,40	1,51	1,90	1,49	20,0
Гильфановская	1,58	1,38	1,57	1,74	1,57	9,4
Вегетативная	1,50	1,61	1,71	1,66	1,62	5,5
Шеланговская	1,80	1,72	1,60	2,13	1,81	12,5
1-11-31	1,85	1,72	1,84	1,87	1,82	3,7
80-8	1,65	1,98	1,66	2,08	1,84	12,0
Аляевская	1,64	2,23	1,60	1,89	1,84	15,8
Заря Татарии	2,05	1,83	1,97	1,58	1,86	11,1
Аморель теньковская	1,63	1,94	1,80	2,43	1,95	17,7
Низкорослая	2,12	1,82	2,16	1,95	2,01	7,8
Труженица Татарии	2,51	2,24	2,10	2,23	2,27	7,6
Обильная (к.)	1,92	2,21	2,01	2,36	2,15	9,3
32-36	2,01	2,24	2,30	2,51	2,27	9,1
Среднее	1,68	1,76	1,75	1,90	1,77	-
$V, \%$	25,8	22,0	24,0	23,6	-	-
НСР ₀₅	0,34	0,51	0,34	0,51	-	-

суммой положительных летних температур ($r=0,76$), содержанием растворимых сухих веществ ($r=0,76$), кислот ($r=0,13$); незначимая отрицательная корреляционная связь с летними осадками ($r=-0,59$) и содержанием витамина С ($r=-0,41$).

В 2016 г. среднее количество органических кислот в плодах отмечали только у отборной формы 1-10-30 (0,8 %). Очень высокая кислотность (1,58...2,51 %) выявлена у большей части сортов и гибридов вишни (табл. 3). Изменчивость величины этого показателя была значительной ($V=25,8$ %). Достоверно ниже, чем у контрольного сорта Шакировская (1,66 %), была кислотность плодов сортов Севастьяновская (на 0,50 %), Память Сахарова (0,50 %) и отборных гибридов 1-10-30 (на 0,86 %), 37-8 (на 0,54 %).

В 2017 г. содержание органических кислот в плодах изменялось ($V=22,0$ %) от 1,02 % (1-10-30) до 2,51 % (Черешнёвая № 1). Генотипов с величиной этого показателя существенно ниже, чем у контрольных сортов не было.

В 2018 г. кислотность плодов изменялась ($V=24,0$ %) – от 0,91 % (1-10-30) до 2,86 % (Черешнёвая № 1). Достоверно меньшим содержанием кислот, по сравнению с контрольным сортом Шакировская (1,81 %), характеризовались сорт Севастьяновская (на 0,56 %), отборные гибриды 1-10-30 (на 0,90 %), 37-8 (на 0,43 %) и 12-37-29 (на 0,43 %).

В 2019 г. высокую кислотность плодов отмечали у трех отборных гибридов вишни: 1-10-30 (1,12 %), 12-37-29 (1,21 %), 37-8 (1,22 %) и сорта Севастьяновская (1,41 %). У остальных образцов она была очень высокой (1,58...2,78 %). Изменчивость величины этого показателя была значительной ($V=23,6$ %). Существенно меньшим содержанием в плодах кислот, по сравнению с контрольным сортом Шакировская (1,91 %), характеризовались отборные гибриды 1-10-30 (на 0,95 %), 12-37-29 (на 0,70 %) и 37-8 (на 0,69 %).

На изменчивость содержания органических кислот в плодах вишни генотип сортов (65,9 %) оказывал большее влияние, чем условия года (3,0 %) и взаимодействие этих факторов (11,4 %). В среднем за 2016–2019 гг. кислотность плодов достоверно ниже контрольного сорта Шакировская (1,71 %) была у сортов Севастьяновская (на 0,41 %), Память Сахарова (на 0,22 %), отборных гибридов 1-10-30 (на 0,75 %), 37-8 (на 0,38 %) и 12-37-29 (0,37 %). Выявлена незначимая положительная корреляционная связь между кислотностью плодов и гидротермическим коэффициентом ($r=0,84$), летними осадками ($r=0,38$), содержанием растворимых сухих веществ ($r=0,50$), сахаров ($r=0,13$); незначимая отрицательная с содержанием витамина С ($r=-0,87$), суммой положительных летних температур ($r=-0,28$), сахарокислотным индексом ($r=-0,04$).

В 2016–2019 гг. отмечали среднее варьирование содержания витамина С в плодах у сортов и гибридов вишни ($V=10,3$...14,3 %). Наибольшая величина этого показателя выявлена у отборной формы Черешнёвая № 1 (15,90

мг/100 г), минимальная – у сорта Обильная (11,70 мг/100 г). Доля влияния генотипа на ее изменчивость составила 13,8 %, условий года – 25,6 %, взаимодействия этих факторов – 29,4 %. В среднем за четыре года достоверно больше витамина С в плодах, чем у контрольного сорта Нижнекамская (13,52 мг/100 г) было у отборной формы Черешнёвая № 1 (на 2,38 мг/100 г). Установлена незначимая отрицательная корреляционная связь между содержанием витамина С в плодах и содержанием органических кислот ($r=-0,87$), растворимых сухих веществ ($r=-0,45$), сахаров ($r=-0,41$), гидротермическим коэффициентом ($r=-0,94$), летними осадками ($r=-0,39$), сахарокислотным индексом ($r=-0,02$); незначимая положительная связь с суммой положительных летних температур ($r=0,20$). Источниками высокого содержания витамина С для селекции могут быть сорта Низкорослая (15,26 мг/100 г) и Шеланговская (15,16 мг/100 г), а также отборная форма Черешнёвая № 1 (15,90 мг/100 г).

В 2016–2019 гг. сахарокислотный индекс у сортов и отборных гибридов вишни изменялся значительно ($V=29,0$...37,7 %). В среднем за годы исследования наибольшая величина этого показателя установлена у отборной формы 1-10-30 (6,5), самая низкая – у сортов Труженица Татарии, Обильная (2,0). Выявлена значимая положительная корреляционная связь сахарокислотного индекса с суммой летних положительных температур ($r=0,97$), незначимая положительная с содержанием растворимых сухих веществ ($r=0,85$), суммой сахаров ($r=0,84$); незначимая отрицательная с суммой летних осадков ($r=-0,91$), гидротермическим коэффициентом ($r=-0,33$), кислотностью ($r=-0,04$) и витамином С ($r=-0,02$).

Выводы. По результатам многолетних исследований содержание растворимых сухих веществ в плодах вишни селекции Татарского НИИ сельского хозяйства варьировало от 16,69 до 26,49 %, сахаров – от 3,72 до 6,35 %, органических кислот – от 0,96 до 2,64 %, витамина С – от 11,70 до 15,90 мг/100 г.

Установлена средняя изменчивость по сортам в каждый год содержания в плодах вишни растворимых сухих веществ ($V=15,1$...19,3 %), витамина С ($V=10,3$...14,3 %), значительная – содержания сахаров ($V=20,9$...25,2 %), органических кислот ($V=22,0$...25,8 %), сахарокислотного индекса ($V=29,0$...37,7 %).

Генотип сортов оказывает большее влияние (30,2...65,9 %) на изменчивость содержания в плодах вишни растворимых сухих веществ, сахаров, органических кислот, чем условия года (3,0...24,7 %) и взаимодействие этих факторов (11,4...29,2 %).

Незначимая положительная корреляционная связь существует между содержанием растворимых сухих веществ в плодах и сахарокислотным индексом ($r=0,85$), содержанием сахаров ($r=0,76$), кислот ($r=0,50$), суммой положительных летних температур ($r=0,69$); незначимая отрицательная связь с содержанием витамина С ($r=-0,45$) и летними осадками ($r=-0,60$).

Источниками высокого содержания раство-

римых сухих веществ в плодах для селекции могут быть сорта вишни Шеланговская, Память Сахарова, Севастьяновская и отборные формы Черешнёвая № 1, 1-11-31, 80-8, 1-10-30, 37-8 (21,84...26,49 %); высокого содержания витамина С – сорта Шеланговская, Низкорослая и отборная форма Черешнёвая № 1 (15,16...15,90 мг/100 г).

В промышленном, фермерском и коллективном садоводстве рекомендуется использовать

сорта Шеланговская, Память Сахарова, Севастьяновская.

Сведения об источнике финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания: Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды. Номер регистрации: АААА-А18-118031390148-1.

Литература

- Осипов Г. Е., Осипова З. А., Петрова Н. В. Морфологические и биологические особенности сортов и гибридов вишни Татарского НИИСХ: учеб. пособие. Казань: Центр инновационных технологий, 2016. 72 с.
- Evaluation of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Fruits for Their Polyphenol Content, Antioxidant Properties, and Nutritional Components / A. Wojdyło, P. Nowicka, P. Laskowski, et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62. No. 51. Pp. 12332–12345. doi: 10.1021/jf504023z.
- Schuster M. Sour cherries for fresh consumption // *Acta Hort.* 2019. No. 1235. Pp. 113–118. doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1235.15.
- Sotirov D. Influence of root type on the fruit quality of three sour cherry cultivars // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2005. Vol. 33. No. 1. Pp. 72–76. doi: 10.15835/nbha331220.
- Заремук Р. Ш., Доля Ю. А., Копнина Т. А. Селекционно-ценные показатели качества перспективных сортов вишни обыкновенной // Роль сорта в современном садоводстве: материалы Международной научно-методической дистанционной конференции / ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина». Воронеж: Кварт, 2019. С. 100–107.
- Характеристика сортов вишни Средней зоны как сырья для переработки / Н. С. Левгерова, Е. Н. Джигадло, М. А. Макаркина и др. // *Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2008. Т. XX. С. 148–155.*
- Биологически активные вещества плодов косточковых культур / Павел А. Р., Макаркина М. А., Янчук Т. В. и др. // *Научно-методический электронный журнал Концепт*. 2014. Т. 20. С. 451–455.
- Биохимическая характеристика сортов и форм вишни и черешни селекции ВНИИСПК / М. А. Макаркина, А. А. Гуляева, А. Р. Павел и др. // *Современное садоводство. Электронный журнал*. 2018. № 2. С. 28–35.
- Жбанова Е. В., Кружков А. В. Оценка биохимического состава сортов и форм вишни // *Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2014. Т. XXXIX. С. 93–96.*
- Сиюхова Н. Т., Лунина Л. В. Биохимическая и технологическая характеристика плодов вишни // *Новые технологии*. 2011. № 4. С. 78–80.
- Жбанова Е. В. Витамины плодов и ягод (аналитический обзор литературы). Глава I. // *Избранные вопросы современной науки. М.: «Перо», 2017. С. 5–34.*
- Жбанова Е. В., Кружков А. В. Пищевая ценность перспективных сортов и форм вишни // *Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений: сб. материалов V Международной научно-методической конференции. М.: РУДН, 2019. С. 150–153.*
- Морозова Н. Г., Симонов В. С. Перспективные сорта косточковых культур для Центрального региона России // *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2019. Т. 6. № 2. С. 79–83.
- Алехина Е. М., Причко Т. Г., Говорушенко С. А. Товарность и качество плодов черешни и вишни Южной зоны России // *Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2005. Т. XII. С. 175–186.*
- Чалая Л. Д., Причко Т. Г., Смелик Т. Л. Биохимическая и технологическая оценка плодов вишни, возделываемой на юге России // *Садоводство и виноградарство*. 2009. № 4. С. 33–40.
- Левгерова Н. С., Джигадло Е. Н. Химико-технологическая характеристика плодов современного сортимента вишни (обзор) // *Вестник ВОГиС*. 2009. Т. 13. № 4. С. 794–810.
- Плешков Б.П. Практикум по биохимии. М.: Колос, 1976. С. 236–238.
- Методы биохимического исследования растений / под ред. Ермакова А. И. М.: Колос, 1972. С. 88–91.

Сведения об авторах:

Осипов Геннадий Емельянович – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела сельскохозяйственной биотехнологии, e-mail: osipovge@mail.ru
 Петрова Наталья Владиславна – научный сотрудник отдела сельскохозяйственной биотехнологии
 Кириллова Елена Семёновна – инженер-исследователь отдела озимых культур
 Казеева Нина Александровна – лаборант-исследователь отдела озимых культур
 ФГБНУ Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

CHEMICAL COMPOSITION OF SOUR CHERRY FRUITS BREEDED BY TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Osipov G.E., Petrova N.V., Kirillova E.S., Kazeeva N.A.

Abstract. The research was carried out with the aim of comparative assessment of varieties and selected forms of sour cherries by the chemical composition of fruits to identify the best genotypes with their subsequent use in breeding, as well as industrial, farm and collective gardening. The experiments were carried out in 2016–2019 in triplicate. The garden was laid out in 2004–2005 and is located in the southwestern part of the Republic of Tatarstan. The material for the study was 20 varieties and selected hybrids of sour cherries of different ripening periods of the breeding of Tatar Research Institute of Agriculture. On average, over the years of research in fruits of different varieties, the content of soluble solids varied within 16.69 ... 26.49%, sugars - 3.72 ... 6.35%, organic acids - 0.96 ... 2.64%, vitamin C - 11.70 ... 15.90 mg per 100 g. The variability of the content of soluble solids and vitamin C was average ($V = 15.1 ... 19.3$ and $10.3 ... 14.3\%$,

respectively). The amount of sugars, organic acids and the sugar acid index changed more significantly - $V = 20.9... 25.2$, $22.0... 25.8$ and $29.0... 37.7\%$, respectively. The genotype had a greater influence on the variability of the content of soluble dry substances, sugars and organic acids in sour cherry fruits (30.2 ... 65.9%) than the conditions of the year (3.0 ... 24.7%) and the interaction of these factors (11.4 ... 29.2%). A positive relationship was noted between the content of soluble solids in fruits and the sugar-acid index ($r = 0.85$), the content of sugars ($r = 0.76$), acids ($r = 0.50$), the sum of positive summer temperatures ($r = 0.69$); an insignificant negative relationship with vitamin C ($r = -0.45$) and summer precipitation ($r = -0.60$). Sources of a high content of soluble solids in fruits (21.84 ... 26.49%) in the breeding can be Shelangovskaya, Pamyat Sakharova, Sevastyanovskaya varieties, selected forms - Chereshnevaya No. 1, 1-11-31, 80-8, 1-10-30 and 37-8; high content of vitamin C (15.16 ... 15.90%) - varieties Shelangovskaya, Low-growing and selective form Chereshnevaya No. 1. In industrial, farm, collective gardening it is recommended to use varieties Shelangovskaya, Pamyat Sakharova, Sevastyanovskaya.

Key words: sour cherry (*Prunus cerasus L.*), cultivar, hybrid, dry matter, sugars, acid, vitamin C, variability.

References

- Osipov G.E., Osipova Z.A., Petrova N.V. *Morfologicheskie i biologicheskie osobennosti sortov i gibridov vishni Tatarskogo NIISKh: ucheb. posobie*. [Morphological and biological characteristics of sour cherry varieties and hybrids of Tatar Research Institute of Agriculture: a manual]. Kazan: Tsentr innovatsionnykh tekhnologii, 2016. P. 72.
- Evaluation of Sour Cherry (*Prunus cerasus L.*) Fruits for Their Polyphenol Content, Antioxidant Properties, and Nutritional Components / A. Wojdyło, P. Nowicka, P. Laskowski, et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62. No. 51. Pp. 12332–12345. doi: 10.1021/jf504023z.
- Schuster M. Sour cherries for fresh consumption. // *Acta Hort.* 2019. No. 1235. P. 113–118. doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1235.15.
- Sotirov D. Influence of root type on the fruit quality of three sour cherry cultivars // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2005. Vol. 33. No. 1. P. 72–76. doi: 10.15835/nbha331220.
- Zaremuk R.Sh., Dolya Yu.A., Koptina T.A. *Seleksionno-tsennyye pokazateli kachestva perspektivnykh sortov vishni obyknovennoy*. // *Rol sorta v sovremennoy sadovodstve: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy distantsionnoy konferentsii*. (Selection-valuable quality indicators of promising cherry varieties. // The role of varieties in modern horticulture: proceedings of International scientific and methodological remote conference). Federal Scientific Center named after I.V. Michurin, Voronezh: Kvarta, 2019. P. 100–107.
- Kharakteristika sortov vishni Sredney zony kak syr'ya dlya pererabotki*. // *Plodovodstvo i yagodovodstvo o Rossii: Sb. nauch. rabot*. [Characteristics of cherry varieties of middle zone as raw materials for processing. / N.S. Levgerova, E.N. Dzhigadlo, M.A. Makarkina and others. // Fruit and berry growing about Russia: Collection of scientific works]. / VSTISP. M., 2008. Vol. XX. P. 148–155.
- Biologically active substances of stone fruit crops. [Biologicheski aktivnye veschestva plodov kostochkovykh kultur]. / Pavel A.R., Makarkina M.A., Yanchuk T.V. and others. // *Nauchno-metodicheskii elektronnyy zhurnal Kontsept. - Scientific and methodical electronic journal Concept*. 2014. Vol. 20. P. 451–455.
- Biochemical characteristics of varieties and forms of cherries and sweet cherries of VNIISPK selection. [Biokhimicheskaya kharakteristika sortov i form vishni i chereshni seleksii VNIISPK]. / M.A. Makarkina, A.A. Gulyaeva, A.R. Pavel and others. // *Sovremennoe sadovodstvo. - Modern gardening*. 2018. № 2. P. 28–35.
- Zhbanova E.V., Kruzhkov A.V. *Otsenka biokhimicheskogo sostava sortov i form vishni*. // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: Sb. nauch. rabot*. [Assessment of the biochemical composition of varieties and forms of cherry. // Fruit and berry production in Russia: Collection of scientific works]. M., 2014. Vol. XXXIX. P. 93–96.
- Siyukhova N.T., Lunina L.V. Biochemical and technological characteristics of cherry fruits. [Biokhimicheskaya i tekhnologicheskaya kharakteristika plodov vishni]. // *Novyye tekhnologii. - New technologies*. 2011. № 4. P. 78–80.
- Zhbanova E.V. *Vitaminy plodov i yagod (analiticheskii obzor literatury). Glava I*. // *Izbrannyye voprosy sovremennoy nauki*. [Vitamins of fruits and berries (analytical literature review). Chapter I. // Selected issues of modern science]. M.: "Pero", 2017. P. 5–34.
- Zhbanova E.V., Kruzhkov A.V. *Pischevaya tsennost perspektivnykh sortov i form vishni*. // *Rol fiziologii i biokhimii v introduksii i seleksii selskokhozyaystvennykh rasteniy: sb. materialov V Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii*. [Nutritional value of promising varieties and forms of cherry. // The role of physiology and biochemistry in the introduction and selection of agricultural plants: collection of articles. Proceedings of V International scientific and methodological conference]. / M.: RUDN, 2019. P. 150–153.
- Morozova N.G., Simonov V.S. Promising varieties of stone fruit crops for the Central region of Russia. [Perspektivnye sorta kostochkovykh kultur dlya Tsentralnogo regiona Rossii]. // *Seleksiya i sortorazvedenie sadovykh kultur. - Selection and cultivation of garden crops*. 2019. Vol. 6. № 2. P. 79–83.
- Alokhina E.M., Prichko T.G., Govoruschenko S.A. *Tovarnost i kachestvo plodov chereshni i vishni Yuzhnoy zony Rossii*. // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: Sb. nauch. rabot*. [Marketability and quality of sweet cherry and cherry fruits of the Southern zone of Russia. // Fruit growing and berry growing of Russia: collection of scientific works]. / VSTISP. M., 2005. Vol. XII. P. 175–186.
- Chalaya L.D., Prichko T.G., Smelik T.L. Biochemical and technological assessment of cherry fruits cultivated in the south of Russia. [Biokhimicheskaya i tekhnologicheskaya otsenka plodov vishni, vozdel'yvaemoy na yuge Rossii]. // *Sadovodstvo i vinogradarstvo. - Gardening and viticulture*. 2009. № 4. P. 33–40.
- Levgerova N.S., Dzhigadlo E.N. Chemical and technological characteristics of the fruits of modern cherry assortment (review). [Khimiko-tekhnologicheskaya kharakteristika plodov sovremennogo sortimenta vishni (obzor)]. // *Vestnik VOGiS. - The Herald of VOGiS*. 2009. Vol. 13. № 4. P. 794–810.
- Pleshkov B.P. *Praktikum po biokhimii*. [Workshop on biochemistry]. M.: Kolos, 1976. P. 236–238.
- Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy*. [Methods of biochemical research of plants]. / edited by Ermakov A.I. M.: Kolos, 1972. P. 88–91.

Authors:

Osipov Gennadiy Emelyanovich - Doctor of Agricultural sciences, chief researcher of Agricultural Biotechnology Department, e-mail: osipovge@mail.ru
 Petrova Natalya Vladislavna - researcher, Agricultural Biotechnology Department
 Kirillova Elena Semenovna - research engineer of Winter crops Department
 Kazeeva Nina Aleksandrovna - laboratory assistant-researcher of Winter crops Department
 Tatar Scientific Research Institute of Agriculture – Subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science «Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences», Kazan, Russia

Acknowledgements.

This research was supported by the FASO Russia project : «Mobilization of genetic resources of plants and animals, creation of innovations that ensure the production of biologically valuable food products with maximum safety for human health and the environment». Registration №: AAAA-A18-118031390148-1.