

**ПИТАТЕЛЬНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ПЛОДОВ РЯБИНЫ (*SORBUS L.*) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ
ЗОНЫ САДОВОДСТВА РОССИИ.**

Стрельцина С.А., Бурмистров Л.А., Никитина Е.В.

Изучены плоды 18 образцов рябины (*Sorbus L.*) репродуцированных на Павловской опытной станции ВИР им. Н.И. Вавилова. Определяли содержание сухих веществ, сахаров, свободных титруемых кислот, сорбита, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, хлорофилла, пектиновых веществ и различных групп биофлавоноидов. Были выделены сорта и формы рябины с наилучшим сочетанием химических компонентов.

Введение

Рябина (*Sorbus L.*) объединяет 84 вида и множество гибридных форм. Область распространения рябины охватывает всю Европу, большую часть Азии и север Африки. Наиболее характерен этот род для умеренной полосы северного полушария [1,2,3]. Неприхотливость рябины, морозостойкость, теневыносливость, устойчивость, как к повышенному, так и пониженному увлажнению почвы, особенно важно для Северо-западной зоны садоводства России. Все эти биологические особенности рябины способствовали ее широкому распространению в культуре, появлению сортов, в том числе и народной селекции.

Плоды дикорастущих видов рябины имеют терпкий, горьковато-кислый вкус. Они мало пригодны для употребления в свежем виде, но издавна широко применялись населением в сушеном, моченном виде, а также для изготовления варенья, повидла, пастилы, компота, уксуса, кваса. Интерес к рябине, как источнику сырья для кондитерской и других отраслей пищевой промышленности постоянно растет. Плоды рябины используют для изготовления начинки для конфет, мармелада, желе, вин, настойки, в пивоварении [4-6].

Благодаря богатому комплексу биологически активных веществ (БАВ), плоды рябины обыкновенной нашли широкое применение в народной медицине. Уникальность рябины проявляется в том, что она является поливитаминной культурой и важным источником сразу нескольких БАВ. По содержанию аскорбиновой кислоты (до 100 мг/100 г) она не уступает некоторым сортам черной смородины, а каротиноидов (до 20 мг/100 г) – моркови [7-9]. Ее плоды содержат также витамины В1, В2, РР, фолиевую кислоту, жирорастворимые витамины Е, К [7,9,10,11,12]. Найдены в плодах рябины и разнообразные биофлавоноиды (Р-активные вещества) [9,10,11,13]. Богата рябина обыкновенная органическими кислотами [9,14,15], микро и макро элементами [7,9].

Препараты плодов рябины применяют в качестве поливитаминного средства при авитаминозах. Так же их используют при заболеваниях печени и желчных путей, почечных камней, болезнях мочевого пузыря, геморрое, дизентерии, ревматизме, как кровоостанавливающее средство. Сок из свежих плодов пьют при катаре желудка с пониженной кислотностью, заболеваниях сердца и печени, простуде. Рябина может быть полезна в лечении гипертонической болезни, как мочегонное средство, для терапии артритов, ночного недержания мочи, при запорах различного происхождения, обладает антимикробными свойствами и способностью повышать свертываемость крови [16,17]. Желчегонные свойства рябины связаны с сорбиновой кислотой и сорбитом. Сорбит понижает содержание жира в печени и холестерина в крови, эффективен при хроническом запоре, сопровождающемся заболеванием желчных путей [12,16]. Желчегонное действие ягод рябины обусловлено также содержанием других веществ (амигдалин, каротиноиды, органические кислоты, биофлавоноиды). Кроме того, имеются данные об участии биофлавоноидов в защите жиров от перекисления, что оправдывает народный опыт применения рябины при атеросклерозе. Для многих биофлавоноидов найдена высокая антиоксидантная активность. Этот факт подтвержден и для плодов рябины. Было показано, что антиоксидантная активность мякоти рябины домашней находилась в прямой зависимости от содержания в ней суммы биофлавоноидов [18,19].

Важный химический компонент плодов рябины пектины – вещества, способные к желеобразованию в присутствии сахаров и органических кислот. Пектины препятствуют избыточному брожению углеводов, вследствие чего подавляется газообразование в кишечнике. Желеобразующие свойства пектина способствуют связыванию эндогенных и экзогенных токсинов и выведению избытка углеводов. Рябина уже давно вошла в медицинские справочники России, Украины и других республик бывшего СССР [16,17, 20].

Рябина давно привлекала внимание селекционеров. Народная селекция позволила создать такую уникальную группу сортов, как Невеженская рябина. И. В. Мичуриным с помощью межвидовых и межродовых скрещиваний создан целый ряд сортов рябины, обладающих хорошим вкусом и употребляемых в свежем виде. Разное применение рябины в питании людей, а также при ее промышленном или лечебном (медицинском) использовании предъявляет определенные требования к химическому составу ее плодов. Для употребления в свежем виде необходимы сорта с пониженным содержанием веществ, обуславливающих горький, кислый и терпкий вкус, но содержащих повышенные количества сахаров. При использовании рябины при производстве вин, а также в пивоварении требуются сорта с высоким содержанием сахаров и некоторых

биофлавоноидов, пониженное содержание пектинов и кислот. Для приготовления пастилы, мармелада и желе важнейшим условием является повышенное содержание в плодах пектиновых веществ. Для сухофруктов нужна рябина с повышенным накоплением сухих веществ, а для соков и других напитков предпочтительны сорта рябины с невысоким их содержанием. Есть технологии, позволяющие использовать рябину как сырье для выделения пектиновых веществ, сорбита и каротиноидов [4,6,21,22], что также подразумевает поиск форм и сортов с повышенным их содержанием.

Коллекция видов и сортов рябины Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИР) позволяет выделить сорта с разными основными биохимическими характеристиками качества плодов рябины и рекомендовать их для использования в диетическом питании и в различных отраслях пищевой и медицинской промышленности.

В задачу данной работы входило изучение общего химического состава плодов рябины. В ходе работы предстояло определить общую кислотность, содержание сухих веществ и сахаров, сорбита, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, хлорофилла, пектиновых веществ и различных групп биофлавоноидов, а также выделить сорта и формы рябины, отличающиеся наилучшим сочетанием химических компонентов для технологического использования, а также обеспечивающие наибольший лечебно-профилактический эффект.

Материал исследования

Исследование химического состава плодов рябины проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР им. Н.И.Вавилова (Санкт-Петербург). Объектами исследования служили образцы (18 видовых форм и сортов рябины число) генофонда рябины, Павловской опытной станции ВИР (30 км от Санкт-Петербурга), табл.1, 2. Содержание питательных и биологически активных веществ в плодах рябины определяли классическими методами, принятыми в отделе биохимии ВИР. Массу сухих веществ определяли весовым методом, моно и суммы сахаров - по методу Бертрена, общей кислотности - титрованием экстракта раствором щелочи; аскорбиновой кислоты - титрование краской Тильманса; пектинов – карбозольным методом, β -каротинов, хлорофиллов а- и в-спектрофотометрическим методом [23].

Состав фенольных соединений определяли в спиртовых экстрактах. Содержание оксикоричных кислот и флавонолов - хроматографическим методом (двумерная бумажная хроматография) и спектрофотометрическими методами, катехинов и проантоцианидинов определяли методом быстрого фракционирования на колонках полиамида, - антоцианов - спектрофотометрическим методом [24]. Для определения содержания сорбита применен модифицированный колориметрический метод (ГОСТ № 29206-91) [25].

Таблица 1. Сорта рябины, взятые в исследование.

Сорт	Номер по каталогу ВИР	Годы изучения	Происхождение сорта или видового образца	Вид, род, принимавший участия в происхождении сорта. .
Алая крупная	40574	2003 - 2008	Сорт Т.К. Поплавской	Рябина обыкновенная х смесь пыльцы р. моравской. (<i>Sorbus aucuparia</i> L. x <i>S. aucuparia</i> var. <i>moravica</i> Zengerl).
Бурка	40566	2003-2008	Сорт И.В. Мичурина	Р. альпийская (р.обыкн. х черноплодную рябину) х р. обыкн. (<i>Sorboronia</i> x <i>S. aucuparia</i>).
Десертная Мичурина	40569	2003-2008	Сорт И. В. Мичурина	Сорт Ликерная (р.обыкн. х черноплодную рябину) х мушмулу германскую. (<i>S. aucuparia</i> x <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx) Elliot) x <i>Mespilus germanica</i>
Титан	40568	2003-2007	Сорт И. В. Мичурина	Р. обыкн. х смесь пыльцы груши и краснолистной яблони.
Гранатная	40571	2007-2008	Сорт И. В. Мичурина	Р. обыкновенная х боярышник. <i>S. aucuparia</i> x <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.
Рубиновая	40567	2007	Сорт И. В. Мичурина	Р. обыкновенная х грушу.
Сеянец сорта Невеженская	40577	2006-2008	Образец получен из поселка Майское Волгоградского Госсоргучастка.	Сеянец сорта народной селекции из села Невежино Владимирской области. <i>S. aucuparia</i> var. <i>rossica</i> Spaeth..
Бусинка	40575	2006-2008		Сеянец от свободного опыления сорта Кубовая из группы Невеженской рябины.
Русская	40573	2006-2008		Отборная форма <i>S. aucuparia</i> var. <i>moravica</i> .
Неро	40565	2006-2008	. Словакия, г. Клчев, опытная станция садоводства) .	Отборная форма <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx) Elliot (Рябина черноплодная)

Таблица 2. Характеристика изученных видовых образцов рябины.

Сорт, вид	Номер по каталогу ВИР	Годы изучения	Ареал естественного распространения
<i>S. aucuparia</i> № 582328	42655	2003-2008	Европа
<i>S. aucuparia</i> № 14085	42654	2008	Европа
<i>S. discolor</i> (Maxim) Hedl	42663	2008	Северный Китай
<i>S. barbasii</i> Jav.	42659	2007, 2009	Европа
<i>S. koehneana</i> C.K. Schneider (рябина Кенэ)	42667	2006-2008	Китай
<i>S. decora</i> Schneid.	42661	2009	Китай
<i>S. intermedia</i> (Ehrh) Pers.	42666	2009	Европа
<i>S. mougeotti</i> Soy et Giodr.	42670	2009	Европа

Результаты и обсуждение.

Плоды рябины характеризуется устойчивым высоким накоплением сухих веществ [9,10,26,27]. По нашим данным, содержание этих веществ составило - от 17,4 до 28,0%. Это несколько ниже результатов, приводимых в литературе. Однако нами были показаны

существенные межсортовые различия по этому признаку. Были выделены сорта и видовые формы (*S. aucuparia* № 582328, Русская, Десертная Мичурина) с высоким содержанием сухих веществ (21,8-28,0%) и сорта и формы (Кенэ, Алая крупная, Гранатовая) со сравнительно не высоким их содержанием – 17,4-19,8% (табл. 3).

По данным разных авторов общее количество сахаров в плодах видов и форм рябины колеблется в широких пределах – от 4,6 до 14,6% [9,12,26]. По данным нашего исследования содержания этих веществ составило от 3,7 до 9,0 %. Наибольшим содержанием этих веществ отличались сорта, созданные И.В. Мичуриным (Титан, Гранатовая, Бурка, десертная Мичурина). В этих сортах содержание сахаров составило от 7,2 до 8,5 %. Больше всего сахаров накапливали плоды сорта рябины черноплодной - _Неро (9,0%). Основную долю в сумме сахаров составили моносахара. Сахароза содержалась либо в весьма незначительных количествах или отсутствовала (0,0-1,5%) (табл.3). Эти результаты согласуются с данными полученными другими авторами [9].

По данным В.П. Петровой в плодах рябины содержатся в свободном виде лимонная, янтарная, хинная, хлорогеновая и сорбиновые кислоты [9]. Общее их содержание в условиях Украины составляло 0,94-2,21%. По нашим данным в условиях Санкт-Петербурга рябина характеризовалась несколько более высокой общей кислотностью. Содержание свободных или титруемых кислот в сортах и формах составило – 2,15 - 3,72%. Среди сортов с высокой кислотностью были как мичуринские сорта, так и формы интродуцированных видов. В тоже время среди сортов выделенных по признаку невысокого содержания кислот были отмечены только Мичуринские сорта (Десертная Мичурина, Бурка). Невысокая титруемая кислотность была и у сорта черноплодной рябины Неро (табл. 3). Был выделен сорт рябины, Гранатная, сочетающий высокое содержание сахара и титруемых кислот (табл. 3).

Важным показателем химического состава плодов рябины является содержание сорбита. Сорбит относится к группе сахароспиртов. Имеет сладкий вкус. Используется вместо сахара при заболевании диабетом и ожирением. Употребляется как вспомогательное средство при лечении хронических холециститов, колитов и дискинезии желчевыводящих путей. Сорбит встречается во многих плодах и ягодах, но, больше всего в рябиновых (*Sorbus L.*). Сорбит понижает содержание жира в печени и холестерина в крови. В ряде стран сорбит применяется в качестве заменителя сахара. Кроме сорбита в плодах рябины содержатся небольшие количества идита и манита, которые также обладают сладким вкусом [9]. По нашим данным содержание этих веществ в плодах рябины составляло от 3,32 (сорт Бусинка) до 10,51%(Русская).

Таблица3. Общий химический состав плодов рябины и содержание сорбита.

Название образца	Сухое вещество, %	Сахар, %	Сахароза, %	Тируемая кислотность, %	Сорбит, %	Аскорбиновая кислота мг/100 г
Алая Крупная	14,2 – 22,2* 18,3**	5,8-9,0 6,9	0,0-0,84 0,6	2,69-3,52 3,08	4,8-6,9 5,9	18,0-40,3 28,6
Титан	15,5 -23,8 20,6	6,7-10,4 7,2	0,0-1,08 1,00	1,86-2,46 2,15	8,0-8,3 8,1	25,0-55,0 34,4
Бурка	17,9-22,3 20,5	5,9-9,1 7,5	0,5-2,1 1,2	1,80-2,56 2,22	6,10-6,64 6,28	28,8-58,4 41,5
Десертная Мичурина	17,9-24,9 21,8	7,1-10,2 8,5	0,0-2,1 1,0	1,6-2,66 2,37	5,3-6,4 5,9	22,8-54,2 36,7
<i>S. aucuparia</i> № 582328	23,4-27,1 25,6	5,5-7,6 6,4	0,5-1,0 0,8	3,52-3,71 3,12	8,03-8,6 8,31	42,6-111,8 63,4
Сеянец Невеженской	17,74-24,2 21,09	5,3-6,4 5,9	0,0-1,2 0,5	3,54-3,84 3,68	6,9-7,2 7,0	46,8-85,5 63,8
Неро	16,3-24,6 21,0	8,3-9,7 9,0	0,0-0,0 0,0	2,11-2,30 2,21	3,41-4,40 3,91	24,32-26,0 25,2
Кене	15,7-19,2 17,42	3,5-3,9 3,7	1,4-1,6 1,5	3,41-3,83 3,62	3,82-4,42 4,12	39,3-106,2 72,8
Русская	23,5-32,4 28,00	6,4-6,6 6,5	0,1-1,6 0,9	3,21-3,88 3,52	10,0-11,2 10,51	29,1-73,9 51,5
Гранатовая	17,0-22,6 19,82	7,02-7,88 7,45	0,1-0,9 0,5	3,10-3,64 3,37	6,0-6,2 6,1	29,1-73,9 51,5
Бусинка	17,2-23,4 20,25	5,21-7,39 6,30	0,5-0,7 0,6	3,61-3,84 3,72	2,64-4,00 3,32	52,0-70,2 61,1
Барбази	20,0-26,4 23,2	7,0-7,6 7,3	0,5-1,3 0,9	2,80-3,50 3,15	4,96-5,04 5,00	17,3-28,5 22,9

*– диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака

Интересно, что максимальное и минимальное содержание сорбита было обнаружено у сортов близкого происхождения и относящихся к виду *S. aucuparia* (табл3). Повышенным содержанием сорбита отличались плоды Сеянца Невеженской (7,0%), Титана (8,14%), а также формы *S. aucuparia* № 582328 (8,3%), (табл. 3).

Наши данные подтверждают, что плоды рябины являются ценным источником аскорбиновой кислоты (АК) (табл. 3.) Содержание этого витамина по средним многолетним данным составило от 25,2 до 72,8 мг/100г. Сходные с нами данные (24 -86 мг/100г) приводит Петрова для рябины Украины [15]. В тоже время ряд авторов приводят более высокие значения содержания АК в плодах дикорастущей рябины – от 100 мг/100 г до 200мг/100 г [4,13,28]. По нашим данным лишь в отдельные годы некоторые формы рябины содержали АК более 100 мг/100 г.

Содержание АК сильно зависело от погодно климатических условий, меняясь в два и более раз (табл. 3). Эту же закономерность отмечают и другие авторы [9,15].

По нашим данным по накоплению АК выделились сорта Русская, Бусинка, Кене, форма *S. aucuparia* № 582328 (61, 2 – 72,1 мг/100 г.). Из мичуринских сортов выделен сорт рябины - Гранатная. Этот же сорт отмечает Петрова [15]. По другим данным этот сорт не выделялся среди остальных изученных образцов повышенным накоплением АК [4].

Нами был определен состав липофильных пигментов рябины. Содержание хлорофилла А составило от 1,45 до 3,57 мг/100 г и хлорофилла В – от 2,98 до 7,63 мг/100 г. Сумма хлорофилла А и хлорофилла В от 4,43 до 11,20 мг/100 г. Сумма каротиноидов в плодах рябины составила от 5,7 до 19,9 мг/100 г, а β-каротина от 0,85 до 3,14 мг/100 г сырого веса. Таким образом, наши данные подтверждают, что плоды рябины являются ценными накопителями каротиноидов и в том числе β- каротина. Плоды рябины исключительно богаты этими веществами – предшественниками витамина А [2,10,11,15,22,29-31]. Каротиноиды представлены β-каротинамоноксидом, криптоксантином, виолаксантином и еще рядом минорных компонентов [15]. Поскольку способность каротиноидов проникать в различные органы и ткани значительно варьирует в зависимости от химической структуры, наличие большого количества форм делает рябину универсальным источником доступных каротиноидов для различных органов и тканей, а также для людей с разнообразными особенностями обмена витамина А и его предшественников. По нашим данным больше всего каротиноидов и β- каротина содержали плоды сортов Русская и форма *S. aucuparia* № 582328, В этих сортах содержалось от 19,3 до 19,9 мг/100 г каротиноидов и от 2,74 до 3,14 мг/100 г β- каротина. По однолетним, предварительным данным следует отметить форму вида *S. barbassi*. В плодах этого вида содержалось 18,25 мг/100 г каротиноидов и 3,54 мг/100 г β- каротина. А среди мичуринских сортов выделяется сорт Гранатная, (19,9 каротиноидов и 2,46 β-каротина мг/100 г) и сорт Титан (12,4 мг/100 г и 2,22 мг/100 г соответственно).

Таблица 4. Каротиноиды и хлорофилл плодов сортов и видовых форм рябины.

Название	Содержание, мг/100 г сырого веса				
	Каротиноиды	β-каротин	Хлорофилл А	Хлорофилл В	Сумма хлорофиллов
Алая Крупная	10,4-16,21* 12,26**	1,44-2,31 1,82	0,26-3,55 2,1	0,43-5,7 3,18	0,69-9,6 5,28
Титан	10,3-19,45 12,39	1,29-3,21 2,22	0,65-3,76 2,34	1,34-8,37 4,09	2,16-12,13 5,9
Бурка	9,9-15,07 11,47	1,31-2,31 1,77	0,23-3,5 2,12	0,66-7,5 4,53	0,89-10,17 7,65

Десертная Мичурина	13-23,57 17,12	1,8-2,88 2,21	0,46--3,37 1,55	0,91-7,1 3,12	1,37-10,47 4,67
<i>S. aucuparia</i> № 582328	15,5-24,1 19,8	2,2-3,27 2,74	1,4-2,22 1,81	2,79-4,46 3,63	4,19-6,68 5,44
Сеянец Невеженской	13,2-15,62 14,41	2,05-2,24 2,15	3,54-3,6 3,57	7,47-7,78 7,63	11,07-11,32 11,2
Неро	5,6-5,77 5,69	0,76-0,94 0,85	1,08-2,85 1,97	2,36-6,47 4,14	3,44-9,33 6,39
Русская	16,2-23,65 19,93	2,32-3,96 3,14	1,14-3,3 2,22	2,41-6,9 4,66	3,55-10,2 6,88
Бусинка	13,5-15,6 14,55	1,9-2,2 2,05	1,59-2,7 2,15	2,97-5,5 4,24	4,56-8,2 6,38

* – диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака

Плоды рябины используют для производства желе, мармелада, пастилы. Это обусловлено, тем, что сок из ягод этой культуры обладает хорошей желирующей способностью. Известно, что эта способность определяется во многом содержащимися в растительном экстракте пектиновыми веществами. По данным [15] в плодах рябины условиях юга Украины содержится от 0,52 до 1,2 % пектиновых веществ. По нашим данным плоды рябины накапливают от 0,48 до 0,77% пектиновых веществ. Преобладающей была фракция протопектинов – от 0,42 до 0,67%. Изученные сорта существенно различались по накоплению пектиновых веществ. Наибольшее содержание было найдено в сортах Кене, сеянце Невеженской, Русской и селекционной форме *S. aucuparia* № 582328 (0,71 - 0,77% пектинов, табл.5). По однолетним данным выделились формы видов *S. aucuparia* 14085, *S. decora* и *S. barbasii* (0,83 – 1,15% пектинов). Наименьшим содержанием пектиновых веществ отличались сорта Неро (черноплодная рябина) и мичуринские сорта Бурка, Титан. В плодах этих сортов содержалось от 0,45 до 0,60% этих соединений. Невысокое содержание пектинов очень важно при производстве вин, пива, соков. Во всех сортах количество протопектинов существенно превышало содержание растворимых пектинов (табл. 5).

Таблица 5. Пектиновые вещества плодов рябины.

Название	Содержание, % на сырой вес		
	Растворимые пектиновые вещества	протопектин	Сумма пектиновых веществ
Алая Крупная	0,06-0,30*	0,45-0,82	0,32-0,87

	0,13**	0,48	0,61
Титан	0,05-0,33 0,13	0,34-1,06 0,50	0,48-1,39 0,60
Бурка	0,029-0,16 0,06	0,3-0,62 0,42	0,34-0,65 0,48
Десертная Мичурина	0,09-0,38 0,200	0,38-0,51 0,45	0,50-0,84 0,65
<i>S. ausiparia</i> № 582328	0,12-0,48 0,25	0,32-0,70 0,52	0,44-1,18 0,77
Сеянец Невеженской	0,08-0,12 0,10	0,66-0,68 0,67	0,74-0,80 0,77
Неро	0,04-0,59 0,31	0,25-0,56 0,41	0,29-0,62 0,45
Кене	0,24-0,14 0,19	0,51-0,53 0,52	0,65-0,77 0,71
Русская	0,09-0,11 0,1	0,61-0,61 0,61	0,70-0,72 0,71
Бусинка	0,09-0,11 0,10	0,66-0,68 0,67	0,74-0,78 0,77

* – диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака.

Важной группой БАВ рябины является комплекс фенольных соединений или биофлавоноидов [31,32]. По характеру замещения в фенольном ядре, а также количеству самих ядер биофлавоноиды подразделяются на несколько классов.

В плодах и ягодах наиболее часто встречаются оксикоричные кислоты, флавонолы, флаваны (катехины и проантоцианидины), а также антоцианы.

Оксикоричные кислоты обладают противовоспалительным, и ранозаживляющим действием. Для хлорогеновой, кофейной, пара-кумарой кислот показана желчегонная и гепатозащитная активность [11,33]. По нашим данным основной оксикоричной кислотой рябины является кофейная кислота. Однако в свободном виде она содержится в незначительных количествах, (табл. 6). В изученных сортах рябины содержание суммы оксикоричных кислот колебалось от 83,6 до 204 мг/100 г сырого веса. При этом содержание хлорогеновой кислоты составило – 47,1 – 149 мг/100 г. Были также

Таблица 6. Оксикоричные кислоты плодов рябины

Название	Содержание мг/100 г сырого веса
----------	---------------------------------

сорта	Хлорогеновые кислоты	Кофейная кислота	Минорные производные кофейной кислоты	Пара-кумаровая кислота	Сумма оксикоричных кислот
Алая Крупная	31,5-72,6* 47,1**	0,0 -1,47 0,29	3,7-20,0 7,4	19,2-64,7 52,6	75,4-136 107
Титан	27,9-107,2 61,7	0,0-3,05 0,76	3,0-10,3 3,3	38,0-124 80,7	134-155 146
Бурка	73,1-103,1 80,9	0,0-0,0 0,0	3,5-40,8 12,7	8,0-30,4 22,4	82,8-131 116
Десертная Мичурина	36,7-68,8 53,6	0,0	8,5-16,1 6,2	42,7-108 59,4	76,2-71,3 119
<i>S. aucuparia</i> № 582328	105-123 109,5	0,0	15,5-20,9 17,4	66,6-55,2 76,9	121-281 204
Сеянец Невеженской	67,5-88,6 75,2	0,0-5,80 1,90	2,8-10,0 5,3	28,2-82,0 46,7	103-182 129
Неро	32,3-91,1 62,7	0,0-0,29 0,10	0,0-4,5 2,2	16,2-20,1 18,6	52,4-115 83,6
Бусинка	42,9-55,8 49,4	0,00-4,40 2,20	6,9-10,0 8,5	118-120 119	171-187 179
<i>S. koehneana</i>	86,0-106,9 96,5	0,00-1,50 0,75	2,7-4,7 3,7	22,7-38,0 30,3	127-136 131
Русская	97,0-201,1 149,0	3,40-9,00 6,21	3,3-3,7 3,5	6,9-23,5 15,2	127-221 174

* – диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака.

обнаружены минорные компоненты кофейной кислоты (от 0,0 до 17,4 мг/100 г) и пара-кумаровая кислота – от 18,6 до 119,0 мг/100 г (табл. 6).

Высоким содержанием хлорогеновой кислоты выделился сорт Русская. В плодах сорта содержалось от 97,0 до 201 мг/100 этого вещества. Имеются данные, что высокие концентрации хлорогеновой кислоты могут придавать плодам горький и терпкий привкус [11]. Этот факт может быть важным при отборе форм рябины для их применения в пивоварении.

Другим очень важным классом фенольных соединений являются флаваны. В плодах содержатся мономерные или свободные катехины, ди-, три- и олигомерные катехины и проантоцианидины или танины, а также полимерные или конденсированные катехины. Эти вещества обладают сосудоукрепляющим действием или Р-витаминной активностью. По этому показателю флаваны превосходят все другие классы фенольных соединений [11,34]. Мономерные катехины и проантоцианидины обладают

противовоспалительным действием. Полимерные катехины способствуют выведению тяжелых металлов из организма человека и животных. Следует иметь в виду, что высокое содержание танинов необходимо для получения высококачественного вина.

Таблица 7. Флаваны, флавонолы и антоцианы плодов рябины

Название сорта	Содержание флаванов, мг/100 г сырого веса				
	Свободные катехины	Конденсированные катехины	Проантоцианидины	Флавонолы	Антоцианы
Алая Крупная	6,6-20,3* 15,8**	60,2-223 77,8	26,8-219 57,0	12,2-65,7 33,5	28,4-36,8 32,3
Титан	21,9-49,9 34,0	52,6-120 99,1	157-190 168	18,3-118 54,4	80,7-188 145
Бурка	21,3-68,2 34,2	56,9-131 100	152-210 176	14,0-85,3 37,9	225-266 261
Десертная Мичурин	13,6-23,6 19,7	85,8-160 123	166-297 218	16,5-62,1 50,2	42,3-84,7 58,3
<i>S. aucuparia</i> № 582328	52,0-122,8 85,7	191,0-233 209	219-356 285	47,0-119 79,7	20,0-24,1 24,0
Сеянец Невеженской	7,8-51,7 33,6	77,0-191 103	67,0-155 110	6,6-53,2 22,5	10,0-18,9 13,0
Неро	62,3-106 80,0	201-248 222	210-319 257	13,9-121 51,4	514-861 665
Бусинка	29,8-49,8 39,8	37,1-144 90,6	160,2-171 166	17,9-101 59,4	30,3-42 37,2
Кене	6,8-12,0 9,4	14,4-34,4 24,4	34,6- 71,6 56,8	13,0-13,3 13,2	0
Русская	18,2-19,3 18,7	16,8-49,1 33,0	35,6-74,2 54,9	15,1-15,6 15,4	28,4-28,8 28,6
Гранатовая	12,1- 17,0 15,4	23,0- 63,6 43,3	40,0- 80,4 60,2	3,7 – 28,7 15,7	109-121 115

* – диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака

По нашим данным плоды рябины содержат свободные катехины – от 9,4 до 85,4 мг/100 г, проантоцианидины – от 57 до 285 мг/100 г, конденсированные катехины – от 33, до 285 мг/100 г сырого веса. Наибольшим содержанием этих веществ отличались сорта Бурка, Десертная Мичурин и селекционная форма *S. aucuparia* № 582328 (табл.7).

Флавонолы, как флаваны и оксикоричные кислоты относятся к биологически активным соединениям с сосудоукрепляющим и противовоспалительным действием [11,33,35]. В плодах рябины было идентифицировано 8 индивидуальных флавонолов [18,32], из них 6 гликозидов кверцетина и два кемпферола. Общее их содержание по данным [9,15] составляло от 66 до 290 мг/100 г. По нашим данным, плоды рябины в условиях Северо-запада России накапливали гораздо меньше этих веществ – от 13,2 до 79,7 мг/100 г. Содержание флавонолов в большей степени, чем содержание других фенольных соединений зависело от погодных условий [31]. В годы с оптимальными для рябины условиями их содержание было невысоким, а в годы с неблагоприятными условиями концентрация флавонолов резко (иногда в 5-10 раз) возрастала.

Антоцианы найдены в плодах большинства изученных сортов и форм рябины. Эти вещества также обладают высокой биологической активностью [11]. Кроме того, антоциановые красители улучшают товарный вид продуктов, получаемых из рябины, придавая им красивый красный цвет. В изученных сортах эти вещества содержались в количестве от 0 до 665 мг/100 г сырого веса. Наибольшим содержанием отличались мичуринские сорта, в происхождении которых принимали участие черноплодная рябина и боярышник. Это сорта Бурка, Титан, Гранатная (115-261 мг/100 г). Очень высоким содержанием антоцианов выделился сорт черноплодной рябины Неро (табл. 7). В тоже время в сортах и видовые формах *S. aucuparia* содержание антоцианов было низким (13,0 -37,2 мг/100 г.). Немного оказалось антоцианов и в плодах сорта Алая Крупная, в происхождении которой принимала участие рябина Моравская (разновидность рябины обыкновенной). Сорт Десертная Мичурина, в происхождении которого принимали участие как черноплодная рябина, так и мушмула содержал средние для рябины количества антоцианов. В белоплодной рябине Кенэ антоцианы отсутствовали (табл. 7). Содержание биофлавоноидов (сумма оксикоричных кислот, флаванов, флавонолов и антоцианов) в плодах изученных сортов рябины составило от 235 до 1434 мг/100 г сырого веса или 1,18 – 6,62 % на сухой вес (табл.8). Таким образом, рябина является ценным накопителем этих веществ, хотя она и уступает в содержании этих веществ таким культурам, как жимолость, ирга, слива, вишня. Но, превосходит по этому показателю землянику, малину, красную смородину, яблоню и грушу.

Таблица 8. Суммарное содержание биофлавоноидов в плодах рябины.

Название сорта.	мг/100 г сырого веса.	% на сырой вес	% на сухой вес
Алая Крупная	232-620*	0,23-0,62	1,11-4,36
	429**	0,43	2,20

Титан	577-748 646	0,58-0,75 0,65	2,43-3,18 3,11
Бурка	661-843 711	0,66-0,84 0,71	2,95-4,04 3,49
Десертная Мичурина	483-696 601	0,48-0,70 0,61	1,68-2,89 2,76
<i>S. aucuparia</i> . № 582328	725-978 869	0,73-0,98 0,87	2,87-3,62 3,31
Сеянец Невеженской	426,9-624 493	0,43-0,62 0,45	1,76-2,93 2,36
Неро	1249 -1507 1435	1,25-1,51 1,43	5,37-7,67 6,62
<i>S.koehneana</i>	233-237 235	0,23-0,24 0,24	1,25-1,47 1,34
Бусинка	474-667 571	0,47-0,67 0,57	2,76-2,86 2,81
Русская	314-329 321	0,31-0,33 0,32	1,01-1,34 1,18
Гранатовая	357-369 362	0,36-0,37 0,36	1,57-2,16 1,87

* – диапазон варьирования признака, ** – среднее значение признака

Таким образом, показано, что в условиях Северо-западной зоны садоводства России рябина является ценной поливитаминной культурой. Содержание многих компонентов химического состава рябины зависело от происхождения сортов и форм. В сортах, являющихся сложными межвидовыми гибридами (мичуринские сорта), созданных с участием таких видов, как черноплодная рябина, боярышник, мушмула содержалось больше сахаров, меньше свободных кислот. Сахаро - кислотный индекс был существенно выше (табл. 9). В тоже время эти сорта накапливали меньше таких важных биологически активных веществ, как аскорбиновая кислота, каротиноиды, некоторые группы биофлавоноидов (оксикоричные кислоты), а также пектиновых веществ, сорбит. И таким образом, утрачивались многие ценные свойства предковых форм рябины. В сортах же

Таблица 9. Биохимический состав сортов рябины различного происхождения

Показатель химического состава плодов	Сорта, созданные на основе межвидовых скрещиваний Число сортов- 6 *	Сорта и видовые формы <i>S. aucuparia</i> * Число сортов – 5*
Сухой вес, %	16,9-21,8** 19,6***	20,3-27,9 23,5
Сумма сахаров, %	6,9 -8,5 7,5	5,9-6,6 6,3
Свободные кислоты, %	2,15-3,37 2,64	3,12-3,37 3,51

Сахарокислотный индекс	2,21-3,59 3,00	1,68-2,05 1,82
Сорбит, %	5,9-8,1 6,5	3,3-10,5 7,3
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	28,6-41,5 33,4	51,5-63,8 60,0
Каротиноиды, мг/100г	11,5-17,1 13,3	14,5-19,9 17,2
β- каротин, мг\100 г.	1,77-2,22 2,00	2,05-3,14 2,52
Пектины, %	0,48-0,65 0,59	0,71-0,83 0,78
Оксикоричные кислоты, мг/100 г.	107-146 124	129-204 172
Флаваны, мг/100г	151-361 281	106-580 280
Антоцианы, мг/100 г	32,3-261 115	13,0-37,2 25,7
Сумма биофлавоноидов, мг/100г сырого веса	362-711 550	321-869 564
Сумма биофлавоноидов, % сухого веса.	1,87-3,49 2,69	1,18-3,31 2,48

*- с учетом сортов и форм, изученных за 1 год **- диапазон изменчивости,

***- средние

созданных на основе Рябины обыкновенной найдены высокие концентрации биологически активных веществ. Кроме, того, следует отметить, что высокое содержание сорбита в некоторых этих сортах также усиливает их сладкий вкус. Такие сорта и формы, как Русская, сеянец Невеженской и форма *S. aucuparia* № 582328, сочетали неплохие вкусовые качества плодов и высокое содержание в них биологически активных веществ. Кроме, того, следует отметить, что высокое содержание сорбита в некоторых этих сортах также усиливает их сладкий вкус.

Заключение.

Таким образом, биохимическое изучение 18 сортов и форм рябины (*Sorbus L.*) из коллекции ВИР, показало, что плоды этой культуры в условиях северо-западной зоны плодоводства являются ценными источниками аскорбиновой кислоты, каротиноидов, биофлавоноидов, пектиновых веществ, сорбита. В сортах, являющихся сложными межвидовыми гибридами (мичуринские сорта), созданных с участием таких видов, как черноплодная рябина, боярышник, мушмула содержалось больше сахаров, меньше свободных кислот. В тоже время эти сорта показали меньшее содержание АК, каротиноидов, некоторых биофлавоноидов (оксикоричных кислот), а также пектиновых веществ и сорбита. В сортах же созданных на основе Рябины обыкновенной (*S. aucuparia*) найдены высокие концентрации БАВ. Кроме, того, следует отметить, что высокое содержание сорбита в некоторых этих сортах усиливает их сладкий вкус. Таким образом, выделены сорта и формы рябины, сочетающие неплохие вкусовые качества плодов и высокое содержание в них биологически активных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: ГУТК, 1983. – 340 с.
2. Гаммерман А.Ф., Гром И. И. Дикорастущие лекарственные растения СССР.– М.: Медицина. –1976. – 285 с.
3. Комаров В. Л. Рябина – *Sorbus L.* //В кн.: Флора СССР. Т. 9. М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1939. – 372 – 395 с.
4. Байков Г.К. Дикорастущие плодово-ягодные растения Башкирии – ценное сырье для производства витаминов// Витамины. Уфа, 1959. – С.79-83.
5. Видюкова А. И., Носовская Т. Д. Новый фитопрепарат для гастроэнтерологии // Мат. наук. праць респ. наук.-практ. конф. “Досягнення та невирішені питання гастроентерології”, 7–8 квіт. 1998 р. Харків. – 1998. – С. 27.
6. Носовская Т. Д., Ветров П.О. О возможности утилизации промышленных отходов переработки плодов рябины обыкновенной // Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока. Томск. – 1989. – Т. 2. – С. 124-125.
7. Базарова В. И., Соловьева Т. Я., Фролова Г. В. Витамин С и незаменимые аминокислоты дикорастущих ягод // Тр. III Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск. – 1968. – С. 230–231.
8. Деренько С. А. Каротиноиды плодов *Sorbus aucuparia* (рябина обыкновенная) // Химия природ. соединений. –1978. – № 4. – С. 528–529.
9. Петрова В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. К.: Вища шк, 1986. – 287 с.
10. Бучнова В. Г. О химическом составе плодов рябины и шиповника иглистого //Ресурсы недревесной продукции лесов Карелии. –1981. – С. 132-135.
11. Деренько О. Н. Супрунов Н. И. О содержании и накоплении биологически активных соединений в плодах рябины обыкновенной //Тез. докладов 3-го Всесоюзного съезда фармацевтов. Кишинев. – 1980. – С. 204.
12. Муравьева Д. А. Формокогнозия. М.: Медицина, 1978. – 360 с
13. Демина Т. Г. Изучение флавоноидов и витамина С в плодах некоторых дикорастущих кустарников горного Алтая //Тр. БАВ-2. Свердловск. – 1964. – С.141-145.
14. Деренько С. А., Супрунов Н. И., Курлянчик Н. А. Органические кислоты плодов *Sorbus aucuparia* // Раст. ресурсы. – 1979. – Т. 15, № 3. – С. 451–453.
15. Петрова В. П. Дикорастущие плоды и ягоды – М.: Лесная промышленность, 1987. – 248 с.
16. Ковалева Н. Г. Лечение растениями. М.: Медицина, 1978. – 180 с.

17. Чиков П. С., Лаптев Ю. П. Витаминные и лекарственные растения. М.: Знание, 1981. – 48 с.
18. Termetzi T. A., Kefalas P., Kokkalou E. Antioxidant activities of various extracts and fractions of *Sorbus domestica* fruits at different maturity stages // Food chemistry. – 2006. – V.6, № 3. – P.599-608.
19. Termetzi T.A., Kefalas P., Kokkalou E. Analysis of phenolic content of *Sorbus domestica* fruits in relation to their maturity stage // Food chemistry. – 2008. – V. 6, № 3. – P.34-45.
20. Кондратюк Е. Н., Ивченко С. И., Смык Г. К. Дикорастущие лекарственные и плодовые растения Украины. Киев: Урожай, 1969. –180с.
21. Деренько С. А., Супрунов Н. И. К технологии получения пектиновых веществ из плодов *Sorbus aucuparia* // Химия природ соединений. – 1979. – № 6. – С. 777–780.
22. Шмук А., Замыслов А. Ягоды рябины как сырье для получения каротина и каротиновых препаратов // Докл. ВАСХНИЛ. –1945. – Вып. 4–5. – С. 7–10.
23. Методы биохимического исследования растений. / Под ред. А.И.Ермакова. – 3-е изд. - Л.: Агропромиздат, 1987. – 430с
24. Самородова–Бианки Г. Б., Стрельцина С. А. Исследование биологически активных веществ плодовых культур // *Методические указания*. - Л.:ВИР, 1989. – 81 с.
25. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 29206-91. Методы определения сорбита и ксилита в диетических консервах. ИПК Издательство стандартов, 2004. – С.10.
26. Рыжова Г. Л., Матасова А. В., Башуров С. Г. Получение сухого экстракта из плодов рябины сибирской и изучение его химического состава // Химия растительного сырья. –1997. – №2. – С.37-41.
27. Степанова Е. М. Изучение и селекция витаминных плодово-ягодных растений //ТР. БАВ -1. – Свердловск. –1961. – С.180-186
28. Сильянова Ю.И. Аскорбиновая кислота в культурных сортах рябины (*Sorbus*): Автореферат дис.на соиск. уч. ст. канд.с.-х.наук. Казань,1962. – 24.с.
29. Вигоров Л. И. Сад лечебных культур. Свердловск: Среднеур. книжное из-во, 1976. – 172 с.
30. Розенблюм Ю. Н., Левина Л. А. Изучение химического состава веществ, выделенных из рябины // Мед. пром-ть СССР. –1948. – № 1. – С. 26-28.
31. Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию. М.: Мир, 1985. – 311 с.
32. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. М.: Наука,1993. – 272 с.
33. Барабой В. А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев. – 1986. – 260 с.

34. Ho C. T. Phenolic compounds in food and their effects in health: Antioxidants and cancer prevention // *Phenolic Compounds in Food*. Washington. – 1992. – P.2 -34.
35. Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia L.*) // *European food research and technology*. – 2001. – V. 213, №1. – P.12-17.

Стрельцина С.А., канд. биол. наук,
Бурмистров Л.А., канд. с-х. наук,
Никитина Е.В., канд. биол. наук
ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И.Вавилова

Key words: rowanberry, biologically active substances of berries

Ключевые слова: рябина, биологически активные вещества ягод

NUTRITIOUS AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF A ROWANBERRY (*SORBUS L.*) BERRIES IN CONDITIONS OF THE NORTHWEST ZONE OF GARDENING OF RUSSIA.

**Streltsina S.A., Burmistrov L.A., Nikitina E.V.
All-Russian N.I.Vavilov Institute of Plant Industry**

Berries of 18 samples of rowanberry (*Sorbus L.*) reproduced on N.I.Vavilov Institute (VIR) Pavlovsk experimental station were studied. Contents of dry substances, sugars, free acids, sorbite, an ascorbic acid, carotenoids, chlorophyll, pectin substances and various groups bioflavonoids were determined. Varieties and forms of rowanberry with the best combination of chemical components have been allocated.