

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТОВ АЙВЫ ЯПОНСКОЙ (ХЕНОМЕЛЕС), РАЙОНИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.Н.Тимофеева, Н.И. Ильичева

Исследован химический состав и пищевая ценность плодов айвы японской рода хеномелес сорта Лихтар-4 и гибридного сорта С-47, районированных в Беларуси. Проведена сравнительная оценка химического состава плодов айвы японской физиологической и технической стадий зрелости. Показано, что плоды айвы японской являются богатым источником биологически активных соединений, такими как минеральными и пектиновыми веществами, витамином С, каротином, фенольными соединениями, органическими кислотами.

Введение

Неблагоприятная экологическая обстановка в нашей республике, связанная с последствиями взрыва на Чернобыльской АЭС, выбросами в атмосферу ядовитых веществ некоторыми промышленными предприятиями и транспортом, а также недостаточное потребление незаменимых ингредиентов питания за последние годы являются массовыми, постоянно действующими факторами, оказывающими отрицательное влияние на жизнеспособность и развитие нации. Дефицит макро- и микроэлементов, поливитаминовая недостаточность ведет за собой развитие авитаминозов и гиповитаминозов, различных метаболических и эндокринных нарушений, быстрой утомляемости, к снижению стойкости организма к болезнетворным носителям, ослаблению иммунной и антиоксидантной систем организма.

В настоящее время актуальным для страны является разработка продуктов профилактического назначения с использованием новых перспективных сортов, таких как айва японская, плоды которой богаты биологически активными веществами, способствующими снижению неблагоприятных воздействий на организм человека [1].

Целью наших исследований было изучение химического состава и пищевой ценности плодов сортовой айвы японской.

Результаты исследований и их обсуждение

Объектами исследований служили плоды хеномелес вида айва японская низкая Маулея гибридного сорта С-47 и сорта Лихтар-4, выведенные на опытном участке Республиканского унитарного предприятия «Институт плодоводства» урожая 2007 г. (рисунок 1 и 2).

Химический состав и пищевую ценность выделенных форм айвы японской определяли общепринятыми методами в соответствии со стандартами.

При определении некоторых показателей применялись новейшие методы исследований:

– высокоэффективная жидкостная хроматография для определения аминокислот на газожидкостном хроматографе марки Agilent 1100/1200. Метод основан на предколоночной дериватизации (извлечении) аминокислот с использованием о-фталевого альдегида (ОФА) и 9-флуорометил-хлороформиата (ФМОС) с последующим высоконадежным ВЭЖХ анализом;

– для разрушения органических веществ использовали СВЧ-минерализатор «МИНОТАВР-1». Метод основан на разрушении органических веществ под действием азотной кислоты, находящейся под высоким давлением при СВЧ-нагреве, что вызывает деструкцию органических веществ и перевод тяжелых металлов в форму гидратированных ионов [2]. Затем с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии определяли минеральные вещества.

– азотистые вещества определяли по методу Кьельдаля, основанному на минерализации органического вещества серной кислотой в присутствии селенового катализатора при высокой температуре и последующей отгонке аммиака в аппарате Сереньева [3];

– витамин С определяли флуорометрическим методом, основанным на извлечении его из пищевого сырья, обработке экстракта активированным углем с целью очистки и одновре-

менным окислением аскорбиновой кислоты (АК) в дегидроаскорбиновую (ДАК), которая взаимодействует с о-фенилендиамином в слабокислой среде с образованием флуоресцирующего продукта [4].

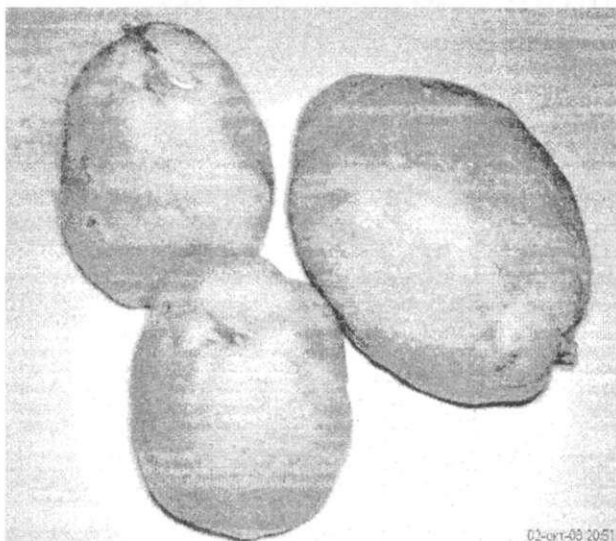


Рисунок 1 – Плоды айвы японской гибридного сорта С-47

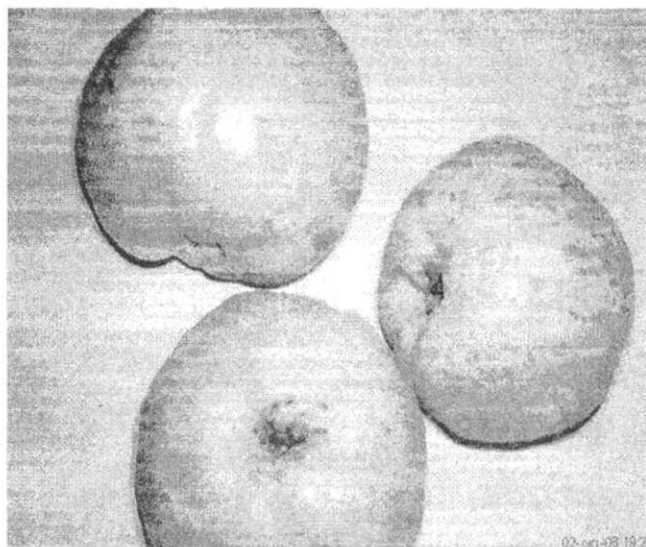


Рисунок 2 – Плоды айвы японской сорта Лихтар-4

На накопление питательных веществ в растениях большое влияние оказывает температура, влажность воздуха, почвы и ее плодородие. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растения складываются при влажности почвы не ниже 75–80%, умеренно влажной погоде в весенне-летний период и теплой, сухой – в период созревания. Повышение температуры воздуха в период созревания плодов до 22–25⁰С ведет к увеличению содержания сухих веществ, витаминов, белков, углеводов и др. Внесением различных доз и форм удобрений можно регулировать количество тех или иных химических веществ. Однако за последние годы климат в Беларуси постепенно меняется. Суровая или теплая зима, небольшое выпадение осадков в мае, а также сухое или дождливое лето отрицательно влияют на цветение, плодоношение и накопление биологически активных веществ растений. По данным Гидрометеоцентра, среднегодовая температура воздуха в 2007 г. наблюдалась в пределах +7,8⁰С, а средняя температура самого теплого месяца июля +17,7⁰С. Незначительные отклонения от температурной нормы в 2007 году повлияли на рост, плодоношение и накопление биологически активных веществ в плодах айвы японской.

Кроме того, содержание биологически активных веществ зависит и от степени зрелости. По Флауменбауму Б. Л. различают три стадии зрелости плодов: физиологическая, потребительская и техническая. Физиологическая стадия зрелости в плодах наступает с момента наличия зрелых семян, однако использовать в пищу или на переработку плоды не рекомендуется, так как еще не сформированы вкусовые свойства плодов, но интенсивно продолжаются процессы синтеза питательных веществ. Потребительская стадия зрелости наступает с момента готовности плодов к использованию в свежем виде. Техническая стадия зрелости характеризуется готовностью плодов к закладке на хранение или приготовлению из них высококачественных консервированных продуктов [5].

Степень зрелости плодов айвы японской определяли органолептическими методами по следующим показателям: цвет семян, окраска, масса плодов, консистенция, аромат. Для исследований выбраны две стадии зрелости: физиологическая и техническая.

Плоды айвы японской гибридного сорта С-47 в физиологической стадии зрелости имели окраску от темно- до светло-зеленой, форму лимона или груши. Плоды имели массу 35–50 г, плотную консистенцию со светло-коричневым цветом семян и невыраженным ароматом. В технической стадии зрелости плоды данного сорта обладали окраской от светло-зеленой до желто-зеленой. Масса плода составляла 65–90 г, консистенция менее плотная, темно-

коричневый цвет семян и ярко выраженный аромат, свойственный пеларгоново-этиловому эфиру.

Плоды сорта Лихтар-4 в физиологической стадии зрелости окрашивались в цвет от светло-зеленого до светло-желтого, форму имели яблоковидную, масса плода – 40–50 г, консистенцию плотную, светло-коричневые семена, но невыраженный аромат. В технической стадии зрелости окраска плодов была от желто-зеленой до желтой и желтой с красным оттенком, масса плодов – 60–80 г. Плоды обладали менее плотной консистенцией, имели темно-коричневые семена, ярко выраженный аромат, свойственный пеларгоново-этиловому и энантово-этиловому эфирам.

Изучен химический состав плодов айвы японской гибридного сорта С-47 и сорта Лихтар-4 урожая 2007 г. в физиологической и технической стадиях зрелости. Результаты сравнительной характеристики химического состава плодов сортовой айвы японской представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Химический состав сортовой айвы японской в физиологической и технической стадиях зрелости

Наименование показателей	Сорта, стадии зрелости			
	С-47		Лихтар-4	
	физиологическая	техническая	физиологическая	техническая
Массовая доля сухих веществ, %				
– общих сухих веществ	13,20	13,62	12,35	12,66
– растворимых сухих веществ	8,30	8,45	7,35	7,50
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на яблочную кислоту), %	5,59	5,23	5,12	4,64
Массовая доля сахаров, %				
– общих	2,52	2,97	2,15	2,65
– редуцирующие	1,64	2,05	1,30	1,75
– сахароза	0,88	0,92	0,85	0,90
Массовая доля пектиновых веществ, %	1,68	1,87	1,62	1,82
– растворимый пектин	0,19	0,47	0,15	0,45
– протопектин	1,49	1,40	1,47	1,37
Массовая доля клетчатки, %	1,92	1,85	1,87	1,80
Массовая доля азотистых веществ, %	0,55	0,68	0,62	0,72
Массовая доля золы, %	0,69	0,70	0,68	0,69
Массовая доля, мг/100г:				
– калия	179,10	180,20	176,50	178,50
– кальция	21,95	22,15	20,90	21,30
– магния	10,75	10,95	11,95	12,09
– железа	1,05	1,15	1,25	1,34

Из таблицы 1 видно, что содержание общих сухих веществ в гибридном сорте С-47 в физиологической стадии больше на 0,85% и на 0,96% больше в технической стадии, чем в сорте Лихтар-4. Такая же зависимость наблюдалась и для растворимых сухих веществ. У обоих сортов айвы японской растворимые сухие вещества увеличились от физиологической стадии к технической стадии на 0,15%.

Сорта айвы японской богаты органическими кислотами, которые вместе с сахарами определяют вкус плодов. По количеству органических кислот плоды айвы японской сравнимы с плодами лимонов. Как видно из таблицы 1, содержание органических кислот в гибридном сорте С-47 выше в физиологической стадии зрелости на 0,47% и в технической стадии – на 0,59%, чем в сорте Лихтар-4. В плодах айвы японской при созревании наблюдалось значительное накопление органических кислот. Однако при достижении технической стадии зрелости содержание органических кислот несколько снижалось, вследствие перехода их в другие органические вещества.

Плоды сортовой айвы японской бедны сахарами. В связи с этим оба сорта имели очень низкий сахарокислотный индекс, формирующий вкус плодов. Содержание общих сахаров в физиологической стадии зрелости ниже в гибридном сорте С-47 на 0,45%, а в сорте Лихтар-4 ниже на 0,50%, по сравнению с технической стадией. Оба сорта айвы японской характеризовались очень низким содержанием сахарозы, ее количество в двух стадиях зрелости не превышало 1%.

Содержание пектиновых веществ в обоих сортах айвы японской значительное. Известно, что использование плодов с высоким содержанием пектиновых веществ способствует выводу из организма человека солей тяжелых металлов. Пектиновые вещества являются истинными полисахаридами и представлены они в виде растворимого пектина и протопектина. Протопектин содержится в межклеточных пространствах и в оболочках клеток, он нерастворим в воде. Как видно из таблицы 1, общее содержание пектиновых веществ в сортовой айве японской возрастало от физиологической стадии зрелости к технической стадии на 0,19% в гибридном сорте С-47 и на 0,20% – в сорте Лихтар-4. Содержание же протопектина по сравнению с растворимым пектином у обоих сортов как в физиологической, так и в технической стадиях зрелости оставалось на порядок выше. Однако при переходе от физиологической к технической стадии зрелости в плодах айвы японской количество протопектина снижалось, а количество растворимого пектина повышалось. Это связано, вероятно, с тем, что по мере созревания плодов протопектин расщеплялся с образованием растворимого пектина и гемицеллюлоз.

Незначительное снижение содержания клетчатки наблюдалось в обоих сортах айвы японской от физиологической стадии зрелости к технической стадии примерно на 0,07%, что взаимосвязано с гидролизом клетчатки под действием фермента целлюлазы, находящегося на поверхности плодов. Клетчатка составляет основную массу стенок плодов айвы японской. Она нерастворима в воде, но способна набухать. В процессе созревания клетчатка постепенно подвергается гидролизу с образованием дисахарида целлобиозы, являющегося ее основным структурным компонентом. Клетчатку организм человека не усваивает по причине того, что в его желудочно-кишечном тракте отсутствует фермент целлюлаза. Клетчатка, как и пектиновые вещества, является незаменимым адсорбентом вредных веществ, накапливаемых организмом человека, и выводит их из организма.

Азотистых веществ в сортовой айве японской содержится значительно меньше, чем углеводов. Наблюдается небольшое увеличение содержания азотистых веществ при переходе от физиологической стадии зрелости к технической стадии в гибридном сорте С-47 в пределах 0,13%, а сорте Лихтар-4 – на 0,10%. Азотистые вещества имеют огромное значение в формировании органолептических показателей продуктов (вкуса, аромата, цвета, консистенции). Кроме того, они входят в состав белков протоплазмы и ферментов, участвующих в протекании всех биохимических процессов роста, развития плодов, хранения и переработки.

Следует отметить, что стадии зрелости практически не влияли на зольность плодов. Состав же золы их разнообразен. Плоды богаты калием (таблица 1), содержание его в обоих сортах составляло в двух стадиях около 180 мг/100 г, содержание кальция – 21–22 мг/100 г, магния – 11–12 мг/100 г, железа – 1,1–1,3 мг/100 г.

Исследования по определению свободных аминокислот в сортовой айве японской в Республике Беларусь ранее не проводились. Впервые это сделано нами в 2007 году с помощью высокоэффективной газожидкостной хроматографии. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, из двадцати часто встречающихся аминокислот в растительных тканях

в гибридном сорте С-47 содержалось всего 9 свободных аминокислот, из них – одна незаменимая треонин и одна частично заменимая – аргинин. В сорте Лихтар-4 обнаружено 11 свободных аминокислот, из них 3 – незаменимых (фенилаланин, лейцин, треонин) и аргинин. В количественном выражении у обоих сортов преобладала аминокислота цистин. Однако ее содержание в сорте С-47 ниже на 13,38 мг/100 г, чем в сорте Лихтар-4. Наибольшее количество аланина и серина содержалось в сорте Лихтар-4, а аспарагина – в сорте С-47. Суммарное же количество свободных аминокислот выше у сорта Лихтар-4 на 17,19 мг/100 г, чем в сорте С-47.

Таблица 2 – Содержание свободных аминокислот в сорте айвы японской в технической стадии зрелости

Наименование аминокислот	Содержание аминокислот, мг/100 г	
	С-47	Лихтар-4
Глицин	0,94	1,60
Аланин	6,28	7,88
Фенилаланин	не обнаружено	0,11
Лейцин	не обнаружено	0,09
Изолейцин	не обнаружено	не обнаружено
Валин	не обнаружено	не обнаружено
Метионин	не обнаружено	не обнаружено
Цистин	24,83	38,21
Серин	3,55	6,70
Глутаминовая кислота	2,10	1,15
Треонин	0,20	0,62
Лизин	не обнаружено	не обнаружено
Оксилизин	не обнаружено	не обнаружено
Пролин	0,77	2,03
Оксипролин	не обнаружено	не обнаружено
Гистидин	не обнаружено	не обнаружено
Тирозин	не обнаружено	не обнаружено
Триптофан	не обнаружено	не обнаружено
Аргинин	0,14	0,68
Аспарагин	8,93	5,86
Суммарное количество, в т.ч. незаменимые	47,74	64,93

Для плодов сортовой айвы японской урожая 2007 г. характерно сравнительно невысокое содержание витаминов С, β-каротина, В₁, В₂. Как видно из таблицы 3, содержание витамина С в физиологической стадии зрелости в гибридном сорте С-47 больше на 1,17 мг/100 г, а β-каротина меньше на 0,12 мг/100 г, чем в сорте Лихтар-4. В технической же стадии зрелости содержание витамина С в гибридном сорте С-47 выше на 4,42 мг/100 г, а β-каротина, наоборот, ниже на 0,32 мг/100 г, чем в сорте Лихтар-4. Содержание витамина В₂ в физиологической стадии у обоих сортов айвы японской наблюдалось в следовых количествах, а витамин В₁ совсем не обнаружен. В технической же стадии содержание обоих витаминов примерно одинаковое и для обоих сортов составило: витамин В₁ – 0,01 мг/100 г, а витамин В₂ – 0,02 мг/100 г.

Плоды сортовой айвы японской богаты полифенольными соединениями. Анализ данных показал, содержание общих полифенолов в физиологической стадии зрелости в гибридном сорте С-47 больше на 15,92 мг/100г, рутина – на 5,40 мг/100г, чем в сорте Лихтар-4. В технической же стадии зрелости количество общих полифенолов увеличилось в гибридном сорте С-47 на 15,45 мг/100г, рутина – на 2,45 мг/100г, по сравнению с сортом Лихтар-4.

Полифенольные соединения (флавоноиды), обладают, как известно, Р-витаминной активностью, обладают сильно вяжущим терпким вкусом, присущим обоим исследуемым сортам айвы японской. К тому же, совместно с витамином С данные соединения усиливают капилляроукрепляющие, противосклеротические, противовоспалительные свойства плодов айвы японской, а в комплексе с каротиноидами обладают и антиоксидантными свойствами.

Таблица 3 – Содержание витаминов и полифенольных веществ в сортовой айве японской

Наименование показателей	Сорта, стадии зрелости			
	С-47		Лихтар-4	
	физиологическая	техническая	физиологическая	техническая
Массовая доля витамина С, мг/100г	29,13	42,70	27,96	38,28
Массовая доля β-каротина, мг/100г	0,77	1,52	0,89	1,84
Массовая доля витамина В ₁ , мг/100г	не обнаружено	0,01	не обнаружено	0,01
Массовая доля витамина В ₂ , мг/100г	следы	0,02	следы	0,02
Массовая доля общих полифенольных веществ, мг/100г	216,77	280,38	200,85	264,93
в т.ч. рутин, мг/100г	57,70	70,75	52,30	68,30

Заключение

В результате проведенных исследований показано, что айва японская гибридного сорта С-47 и сорта Лихтар-4, районированная в условиях Республики Беларусь, является богатым источником биологически активных веществ (витамины, пектиновые, полифенольные, минеральные вещества, органические кислоты и др.). Как источник данных соединений сорта айвы японской можно использовать в консервной промышленности при производстве джемов, варенья, сиропов, желе, повидла, нектаров, сокосодержащих напитков и в качестве заменителя натурального лимона.

Литература

- 1 Пути развития консервной промышленности Беларуси. Материалы семинара «Прогрессивные технологии производства плодоовощных консервов, в том числе функционального назначения». – Минск: Пищевая промышленность, №6, 2006 – С. 11–12.
- 2 Методические указания по проведению разрушения органических веществ в природных, питьевых, сточных водах и пищевых продуктах на СВЧ-минерализаторе «МИНОТАВР-1». Методика ПУ 05-2003. – СПб.: НПФ «Люмэкс», 2002. – 18 с.
- 3 Метод Кьельдаля: учебное пособие /Б.Э Геллер, Л.А. Щербина, Н.И. Ильичева, В.С. Болтовский; под ред. Б.Э. Геллера. – Минск: 2007. – 86 с.
- 4 Методика выполнения измерения массовой доли витамина С в пробах пищевых продуктов и продовольственного сырья на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02». Методика М 04-07-96. – СПб.: НПФ «Люмэкс», 1996. – 13 с.
- 5 Флауменбаум, Б.Л. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы /Б.Л. Флауменбаум; под ред. Б.Л. Флауменбаума. – 2-е изд., перераб, доп. – М.: «Колос», 1993. – 320 с.

Поступила в редакцию 19.11.2010