

Хомич Г.П., д-р. техн. наук, доцент;
ВНЗ УКС «Полтавський університет економіки і торгівлі»

Зміна вмісту біологічно активних речовин горобини чорноплідної при виробництві соків

У статті наведено результати досліджень хімічного складу плодів горобини чорноплідної та вплив технології переробки на якість соку з горобини чорноплідної. Встановлено, що використання для попередньої обробки м'язги ферментативного каталізу позитивно впливає на показники якості соків з горобини чорноплідної. Проаналізовано зміну фенольних сполук горобини чорноплідної при виробництві соків.

Ключові слова: горобина чорноплідна, сік, ферментні препарати пектолітичної та целюлолітичної дії, мультиензимна композиція, фенольні сполуки.

The results of researches of chemical composition of the aronia and influence of technology of processing are driven on quality of juice from the aronia is resulted in the article. It is set that the use for previous treatment of enzymic catalysis positively influences on the indexes of quality of juices from the aronia. The change of phenolic connections of the aronia is analysed at the production of juices.

Keywords: aronia, juice, enzymic preparations of pectolytic and cellulolytic actions, composition of multienzyme, phenic connections.

Харчування населення є важливою соціальною проблемою, тому що глобальне забруднення навколишнього природного середовища досягло критичного рівня. Наукові дослідження показують, що світове виробництво продуктів харчування не задовольняє біологічні потреби населення.

Через широкий спектр факторів хімічної, фізичної та біологічної природи, які виявляють негативний вплив на організм людини, підвищився рівень захворювань і смертних випадків; знизилась тривалість життя населення та його фізіологічна активність; збільшились мутагенні, терратогенні зміни і новоутворення злоякісного характеру.

Однією з основних причин патологічних процесів у організмі людини, яка викликає передчасне старіння й розвиток багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних, є надлишкове накопичення вільних радикалів, що підтверджено чисельними дослідженнями проведеними останнім часом у різних країнах [1,2].

Відомо, що свіжі плоди та ягоди – це багате джерело вітамінів, мінеральних речовин, каротиноїдів, фенольних сполук, ферментів, що у більшості є антиоксидантами. Горобина чорноплідна серед інших культур має чи не найбільшу палітру цінних властивостей. Особливо цінною є здатність горобини чорноплідної концентрувати селен і накопичувати йод. [3].

Найціннішою складовою горобини чорноплідної є біофлавоноїди – катехіни, флавоноли, антоціани. Такої кількості Р-вітамінних речовин немає ні в одній плодово-ягідній культурі. Основна ж цінність горобини чорноплідної – це високий вміст антоціанових речовин. Завдяки наявності у їх складі саме цих речовин, харчові продукти із горобини чорноплідної мають високу біологічну цінність. Застосування технології, яка дозволить одержати харчові продукти з підвищеним вмістом БАР, є актуальною проблемою сучасного консервного виробництва.

Метою роботи було дослідження хімічного складу горобини чорноплідної та впливу технології переробки на якість соку з цієї сировини.

Предметом досліджень були плоди та соки з горобини чорноплідної.

Попередніми дослідженнями було встановлено режими попередньої обробки м'язги горобини чорноплідної мультиензимним комплексом ферментних препаратів пектолітичної і целюлолітичної дії: співвідношення ферментних препаратів у МЕК – 1: 7 (Пектофоетидин П10х : Целотерин Г3х), температура 50 °С, тривалість 60 хв [4].

Масові концентрації органічних кислот, цукрів, фенольних речовин в ягодах та соках з горобини чорноплідної визначали методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматограф Agilent Technologies (модель 1100).

Сировину аналізували у стадії споживчої стиглості. За органолептичною оцінкою ягоди горобини чорноплідної мали темно-фіолетове забарвлення, з сизуватим відтінком, приємний кисло-солодкий, злегка терпкуватий смак та легкий, специфічний аромат.

Аналіз хімічного складу горобини чорноплідної (табл. 1, 2) показав, що вона є багатим джерелом біологічно активних сполук. Плоди горобини чорноплідної містять у своєму складі близько 80 % води.

Таблиця 1

Склад органічних кислот та цукрів у плодах горобини чорноплідної, %

(n = 3, p ≤ 0,05)

Сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри		Поліспирт
	лимонна	яблучна	янтарна	глюкоза	фруктоза	сорбіт
21,25	0,036	1,198	1,037	3,700	3,165	7,219

Враховуючи, що головну частку розчинних сухих речовин у горобині чорноплідній становлять цукри, дослідженнями встановлено, що вони представлені виключно гексозами – глюкозою та фруктозою. У складі горобини чорноплідної міститься сорбіт, вміст сорбіту складає 51 % від загального вмісту цукрів. Наявність сорбіту в горобині чорноплідній свідчить про лікувально-профілактичні властивості даної сировини.

Окрім цукрів смакові властивості сировини визначаються наявністю органічних кислот. В плодах горобини чорноплідної переважає яблучна кислота. Міститься в достатній кількості у складі горобини чорноплідної янтарної кислоти, що підвищує її антиоксидантні властивості.

Таблиця 2

Вміст біологічно-активних речовин в плодах горобини чорноплідної (n = 3, p ≤ 0,05)

Масова концентрація, мг/100 г			Біологічна активність, ум. од. акт.
L-аскорбінової кислоти	барвних речовин	фенольних речовин	
37,50	718,86	1020,00	7706,00

Визначено, що показник біологічної активності (табл.2) у плодах горобини чорноплідної високий і становить 7706,0 од. акт., а вміст L-аскорбінової кислоти - 37,50 мг/100 г. Основним показником, який характеризує антиоксидантну активність плодів горобини чорноплідної є наявність у їх складі фенольних речовин. Серед фенольних речовин переважають антоціани.

Структура поверхні плодів горобини чорноплідної має складну будову і характеризується товстими клітинними стінками [5]. Визначено співвідношення складових частин сировини та вміст в їх складі барвних та фенольних речовин (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст поліфенолів у складових частинах горобини чорноплідної (n = 3, p ≤ 0,05)

Складові частини зразка	Частка, %	Масова концентрація, мг/100 г	
		барвних речовин	фенольних речовин
М'якоть	72,58	343,07	600,00
Шкірка	19,09	1399,22	2000,00
Насіння	8,33	36,89	120,00

Дослідження складових частин горобини чорноплідної (табл. 3) підтверджує, що максимальна кількість барвних та фенольних речовин у сировині локалізується саме в шкірці, тому при первинній обробці сировини необхідно максимально зруйнувати жорстку клітинну оболонку для їх вивільнення і переходу в готовий продукт.

Ферментні препарати целюлазної і геміцелюлазної дії, які мають набір ферментів ендо- і екзогенного характеру, руйнують структуру клітинних стінок і цільність рослинних тканин, що сприяє підвищенню їх екстрактивної здатності. При цьому слід очікувати, що ферментна обробка здійснить сприятливий вплив і на хімічний склад отримуваних гідролізатів. У них підвищиться вміст екстрактивних і фенольних сполук, у тому числі, барвних речовин, органічних кислот, вітамінів, цукрів, які є структурними компонентами вуглеводних полімерів клітинних стінок целюлози і геміцелюлоз.

Ферментативний каталіз м'язги комплексом ферментних препаратів, які володіють пектолітичною та целюлолітичною активністю, показав, що цей технологічний прийом призводить до руйнування клітинних агрегатів, оболонок клітин і виходу клітинного соку. Завдяки цьому всі поживні речовини, які є в клітинах, вивільняються, переходять у готовий продукт і можуть бути засвоєні організмом.

Попередню обробку м'язги горобини чорноплідної проводили мультиензимною композицією ферментів (варіанти Ф1, Ф2, Ф3) і порівнювали отримані результати з контрольними зразками (К1, К2). За контрольні зразки брали: К1 – сік з сировини після механічного подрібнення та К2 – сік з механічно подрібненої сировини, що попередньо витримувалася в умовах аналогічних умовам ферментування. Ферментовані зразки: Ф1 – в підготовлену м'язгу вносили комплекс ферментів і витримували протягом 60 хв при температурі ферментування; Ф2 - м'язгу попередньо прогрівали до температури 85±5 °С, охолоджували до температури ферментування і вносили комплекс ферментів; Ф3 - м'язгу після ферментування прогрівали до температури 85±5 °С, охолоджували і пресували.

Досліджено фенольний склад горобини чорноплідної та вплив на вилучення фенольних речовин різних способів ферментативного каталізу (табл. 4) і склад глікозидів антоціанів у сировині та соках з неї (табл. 5).

Таблиця 4

Фенольні сполуки в плодах та соках горобини чорноплідної, мг/100г (n = 3, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Групи фенольних речовин	Вміст		% від вмісту фенольних	Домінуючий представник	Вміст		% від вмісту фенольних	% від загального вмісту групи
		мг/100 г	%			мг/100 г	%		
Плоди	Оксикоричні кислоти та їх похідні	180,97	100,00	20,11	Похідні кавової кислоти	88,07	100,00	9,79	48,67
K1		89,74	49,59	52,70		50,99	57,80	27,22	56,82
K2		127,39	70,39	34,60		64,58	73,33	17,54	50,70
Ф1		143,15	79,10	35,32		72,12	81,89	17,80	50,38
Ф2		143,80	79,18	32,55		72,84	82,71	16,49	50,65
Ф3		127,58	70,50	30,38		66,28	75,26	15,78	51,95
Плоди		Флавонони та їх похідні	29,32	100,00		3,26	Кверцетин-3-О-глюкозид	20,95	100,00
K1	3,97		13,54	2,12	3,30	15,75		1,76	83,12
K2	14,71		50,17	4,00	11,27	53,80		3,06	76,62
Ф1	17,35		59,17	4,28	13,17	62,86		3,25	75,91
Ф2	19,22		65,55	4,35	14,96	71,41		3,39	77,84
Ф3	16,22		55,32	3,86	12,72	60,72		3,03	78,42
Плоди	Антоціани		689,55	100,00	76,63	Ціанідин-3-О-галактозид		442,43	100,00
K1		93,65	13,58	49,98	60,10		13,58	32,08	64,18
K2		226,10	32,79	61,41	144,81		32,73	39,33	64,05
Ф1		244,77	35,50	60,40	156,42		35,36	38,60	63,91
Ф2		279,30	40,50	63,21	182,16		41,17	41,23	65,22
Ф3		276,16	40,05	65,76	176,70		39,94	42,08	63,99

Встановлено, що в плодах горобини чорноплідної антоціани представлені глікозидами ціанідину з вуглеводами – глюкозою, галактозою, арабінозою та ксилозою. Частка антоціанів серед флавоноїдів горобини чорноплідної складає 95,9 %. У складі антоціанів переважає ціанідин-3-О-галактозид – 442,43 мг/100 г (64,2 % від загального вмісту антоціанів), виявлено також ціанідин-3-О-арабінозид – 185,36 мг/100 г (26,9 %) і практично в однакових частках ціанідин-3-О-глюкозид (31,72 мг/100 г) та ціанідин-3-О-ксилозид (30,03 мг/100 г). Серед флавоноїдів горобини чорноплідної є представники флавонів, їх частка складає 4,1 % від загального вмісту флавоноїдів, і вони представлені кверцетин-3-О-глюкозидом (20,95 мг/100 г) та кверцетин-3-О-галактозидом (8,37 мг/100 г).

У фенольному складі горобини чорноплідної виявлені оксикоричні кислоти та їх похідні, їх частка складає 20,1 % від вмісту фенольних речовин і представлені вони кавовою кислотою (92,90 мг/100 г) та похідними кавової кислоти (88,07 мг/100 г).

В процесі ферментолізу плодів горобини чорноплідної вилучення оксикоричних кислот та їх похідних становить 70,39 % (Ф3)...79,18 % (Ф2) від загального вмісту в плодах. Переважають похідні кавової кислоти, вміст яких складає 75,26...81,89 % від вмісту в сировині. Частка оксикоричних кислот у соках горобини чорноплідної складає 15,8...17,8 % від вмісту фенольних речовин, а похідні кавової кислоти – 50,38...51,95 % від загального вмісту оксикоричних кислот та 15,78...17,80 % від загального вмісту фенольних речовин. Частка флавонів та їх похідних у соках горобини чорноплідної становить: у ферментованих зразках 3,86...4,35 % від загального вмісту фенольних речовин, а у контрольних – 2,12...4,00 %. Перехід флавонів у сік при ферментолізі складає: 55,32 % – зразок Ф3; 59,17 % – зразок Ф1 та 65,55 % – зразок Ф2 від вмісту в сировині. На відміну від ферментованих зразків в контролі перехід флавонів значно нижчий і становить 13,54 % (K1). Домінуючим представником у соках горобини чорноплідної є кверцетин-3-О-глюкозид, вміст якого складає 3,03...3,39 % від вмісту фенольних речовин та 72,21... 78,42 % від вмісту флавонів.

Результатами експериментальних досліджень (табл. 5) підтверджено, що найбільшу частку в соках складають антоціани – 60,40...65,76 %. Під час ферментолізу відбувається максимальний перехід антоціанів із сировини у сік: 35,50 % – зразок Ф3; 40,05 % – зразок Ф1 та 40,50 % – зразок Ф2. Встановлено, що найкраще антоціани вилучаються з сировини у сік при ферментативному каталізі – Ф2.

Склад глікозидів антоціанів у плодах та соках з горобини чорноплідної

Назва зразка	Представники антоціанів	Масова концентрація, мг/100 г	% від вмісту фенольних сполук	Домінуючий представник	Масова концентрація, мг/100 г	% від вмісту фенольних сполук	% від вмісту антоціанів
Ягоди	Ціанідини	617,80	75,87	Ціанідин-3-О-галактозид	426,10	52,33	68,97
К1		84,10	39,94		57,90	27,50	68,85
К2		202,54	60,71		138,00	41,36	68,13
Ф1		217,90	59,54		148,50	40,58	68,15
Ф2		250,90	53,28		174,70	37,10	69,63
Ф3		247,70	65,08		169,80	44,61	68,55

Проведення ферментативного каталізу м'язги чорноплідної горобини також сприяє суттєвому збільшенню виходу органічних кислот та цукрів у розчинну частину соків (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст органічних кислот та цукрів у соках з горобини чорноплідної, % (n = 3, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Розчинні сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри		Поліспирт
		лимонна	яблучна	янтарна	глюкоза	фруктоза	сорбіт
Контроль К1	17,20	0,03	1,02	0,55	3,58	2,98	7,05
Обробка МЕК	18,80	0,13	1,63	0,77	4,28	3,51	7,41

Визначено, що під час ферментативної обробки м'язги вміст органічних кислот в порівнянні з контрольним зразком підвищується: лимонної кислоти у 4,33 рази; яблучної – 1,60 рази; янтарної – 1,40 рази. Використання попередньої ферментативної обробки проводить руйнування органічного матриксу клітинної стінки рослинної сировини і частина органічних кислот переходить зі зв'язаного стану у вільну форму. Вміст основних енергетичних компонентів (глюкози та фруктози) складає приблизно 50:50. У розчиненому вигляді вони швидко засвоюються організмом, фруктоза у 2,5 рази солодша від глюкози і в 1,7 рази – від сахарози. Застосування ферментативного каталізу підвищує вміст цукрів у зразках соків на 18,8 % у порівнянні з контрольним зразком. Поряд з цукрами у соках з горобини чорноплідної виявлено багатоатомний спирт сорбіт – вміст його, у зразках соків, отриманих із застосуванням МЕК, підвищується на 5,0 %.

Висновки.

Результатами проведених досліджень встановлено, що попередня обробка м'язги горобини чорноплідної ферментними препаратами збільшує загальний вміст сполук, що формують якість соків. Проведено аналіз фракційного складу фенольних сполук при різних способах попередньої обробки м'язги і визначено, що максимальний перехід фенольних сполук досягається при ферментативному каталізі м'язги, що пройшла попереднє прогрівання з метою інактивації ендферментів сировини.

Перспективно подальших досліджень у даному напрямі є перевірка вдосконаленої технології виробництва соків у виробничих умовах.

Література

1. Дадали, В.А. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма [Текст] / В.А.Дадали, В.Г.Макаров // Вопр. питания – 2003 – №5 – С.49-55.
2. Wang Shiow, U. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultural and developmental stage [Text] | U.Shiow Wang, Hsin-Shan Vin // J. Agr. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 2. – P. 140-146.
3. Хомич, Г.П. Фенольні сполуки дикорослих плодів і ягід: склад, властивості, зміни при переробці: монографія [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц – Полтава: ПУЕТ, 2013. – 217 с.
4. Хомич, Г.П. Використання ферментних препаратів для переробки плодово-ягідної дикорослої сировини [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц, Н.І. Ткач // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. ДонНУЕТ – Донецьк. – 2010. – Вип. 25. – С. 123-128.
5. Хомич, Г.П. Вплив гідролітичних ферментів на харчову цінність соків із аронії [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. ДонНУЕТ – Донецьк, 2011. – Вип.26. – С. 493-499.