

УДК 664.857:663.952.031.4

Г.П. Хомич, д-р техн. наук (ВНЗ УКС «ПУЕТ»)

ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛІЗУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОКУ З ЧОРНИЦІ

Розглянуто питання впливу ферментативного каталізу на вихід та якість соку з чорниці. Досліджено хімічний склад ягід чорниці та вплив на показники якості соків попередньої ферментативної обробки мезги.

Рассмотрен вопрос влияния ферментативного катализа на выход и качество сока с черники. Исследовано химический состав ягод черники и влияние на показатели качества соков предварительной ферментативной обработки мезги.

The problem of influence of previous fermentation catalysis on the content and quality of blueberry juice has been taken into consideration. The chemical content of blueberry and influence of preliminary fermentation processing of pulp on the quality indexes of juices has been investigated.

На даний час в усьому світі приділяється значна увага створенню продукції, яка носить оздоровчий характер. Для виробництва продуктів харчування можуть бути використані практично всі види рослинної сировини, у тому числі, їстівні дикорослі ягоди, які існують у природі.

Ягоди чорниці використовуються давно і дуже популярні у населення не тільки як смачна і делікатесна їжа, але й як чудова лікувальна рослина, яка здавна рятувала людину від багатьох хвороб. Чорниця дуже цінна ягода, насамперед через те, що поєднує у своєму складі біологічно і фізіологічно активні речовини, які складно створити штучно, і які найбільш ефективні при лікуванні та профілактиці багатьох захворювань [1-3].

Попередніми дослідженнями було встановлено, що обробка мезги ягід чорниці ферментними препаратами дає можливість підвищити вихід соку та сприяє максимальному вилученню фенольних речовин. Для ефективної обробки мезги чорниці ферментними препаратами була розроблена мультиензимна композиція на основі ферментних препаратів вітчизняного виробництва пектолітичної (Пектофоетидин П10х) та целюлолітичної (Целотерин Г3х) дії [4]. Однак, для підтвердження отриманих результатів необхідно отримання повної інформації про вплив ферментативного каталізу на мезгу чорниці, використовуючи ферментні препарати не тільки вітчизняного, але й найбільш популярні ферменти комплексної дії зарубіжного виробництва.

Метою роботи було дослідження хімічного складу ягід чорниці та впливу ферментативного каталізу на якість соків з чорниці.

Об'єкти досліджень - ягоди та сік з чорниці. Масові концентрації органічних кислот, цукрів, фенольних речовин, амінокислот в ягодах та соках з чорниці визначали методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі Agilent Technologies (модель 1100).

У процесі переробки свіжі ягоди проходили попередню підготовку і для максимального вилучення соку та збагачення його фенольними сполуками їх піддавали попередній обробці ферментними препаратами комплексної дії, які одночасно володіють пектолітичною та целюлолітичною активністю. В експериментальних зразках попередньо мезгу прогрівали до температури 85 ± 5 °C, охолоджували до температури ферментолізу (50 ± 2 °C), вносили підготовлені ферментні препарати: Rohapect MA (Франція, DSM Food Specialties - Ф1), Rapidaze C80 Max (Франція, DSM Food Specialties - Ф2), Pectinex BE (Данія, Novo Nordisk - Ф3), Fr. Color (Німеччина - Ф4) та МЕК (Ф5) і витримували при температурі ферментолізу протягом 60 хв. Після ферментолізу сік отримували шляхом пресування на гвинтовому пресі і піддавали традиційній обробці [5]. Контрольними зразками були: К1 - сік, отриманий з механічно подрібненої ягоди, К2 – сік, отриманий з мезги, витриманої в умовах ферментативної обробки.

Експериментальні дослідження проводилися з чорницею, зібраною на території Волинської області. Сировину аналізували у стадії споживчої стиглості. За органолептичною оцінкою ягоди чорниці мали насичене темно-синє з сизуватим відтінком забарвлення, приємний кисло-солодкий смак та легкий аромат специфічний відповідній сировині.

Аналіз хімічного складу чорниці (табл. 1, 2) показав, що вона є багатим джерелом біологічно активних сполук. Ягоди чорниці містять у своєму складі 86 % води. Головну частку розчинних сухих речовин у чорниці становлять цукри.

Таблиця 1 - Склад органічних кислот та цукрів у ягодах чорниці, %

(n = 3, p ≤ 0,05)

Сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри	
	лимонна	яблучна	янтарна	глюкоза	фруктоза
14,00	1,48	0,43	0,77	1,91	2,96

Дослідженнями встановлено, що цукри в ягодах чорниці представлені виключно гексозами – глюкозою та фруктозою. Окрім цукрів смакові властивості сировини визначаються наявністю органічних кислот. В ягодах чорниці домінує лимонна кислота, але в достатній кіль-

кості виявлена янтарна кислота, яка здатна виступати як відновлювальний і радикал-акцепторний агент, відповідальний за антиоксидантний захист. Наявність янтарної кислоти у складі чорниці підвищує антиоксидантні властивості в продуктах з її використанням.

В ягодах чорниці визначено високий показник біологічної активності – 5363,6 ум.од.акт.

Таблиця 2 - Вміст біологічно-активних речовин в ягодах чорниці, мг/100г (n = 3, p ≤ 0,05)

L-аскорбінова кислота	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоони та їх похідні	Антоціани	Флаван-3-оли
31,18	16,00	3,50	735,20	5,90

В аналізованих зразках виявлено L-аскорбінову кислоту, наявність якої є своєрідним індикатором у процесі переробки сировини, тому що саме за зниженням вмісту аскорбінової кислоти можна зробити висновок про негативний вплив технологічної обробки на сировину.

Аналіз хімічного складу чорниці свідчить, що головним показником, який характеризує антиоксидантну активність ягід є наявність у їх складі флавоноїдів. Вміст визначених флавоноїдів в аналізованих ягодах чорниці складає 744,6 мг/ 100г.

Підтверджено ефективний вплив ферментних препаратів на мезгу чорниці. У всіх зразках при використанні ферментних препаратів підвищується вихід соку: на 5,2...11,5 % в порівнянні з контролем К1 і на 9,9...15,9 % в порівнянні з контролем К2. Найвищий вихід соку у зразках ферментованих Rapidaze C80 Max (Ф2) – 81,7 % та МЕК (Ф5) – 81,1 %. Серед ферментованих зразків найнижчий вихід соку у зразку ферментованому Rohaprest (Ф1) – 75,7 %, хоча він значно перевищував контрольні зразки (рис. 1).

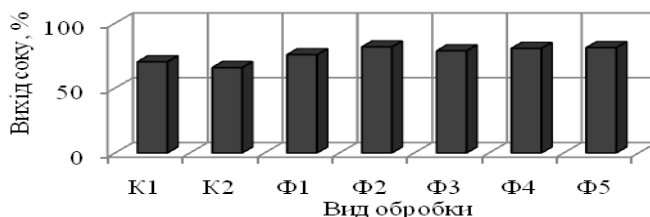


Рисунок 1 – Вплив попередньої обробки сировини на вихід соку.

Досліджували зміну барвних речовин у соках в процесі виробництва (рис. 2).

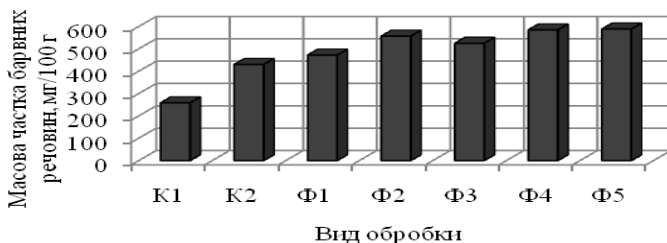


Рисунок 2 – Вплив процесу ферментолізу на вміст барвних речовин у соках із чорниці.

Дослідження барвних речовин (рис. 2) підтверджує, що у всіх ферментованих зразках вони у більшій мірі переходять із сировини в сік. В залежності від обраних для попередньої обробки ферментів вміст барвних речовин у соках з чорниці збільшився відповідно в 2,26...2,28 рази в порівнянні з контрольним зразком K1 і в 1,36...1,37 рази в порівнянні з контролем K2.

Максимальний перехід барвних речовин із ягід в готовий продукт спостерігається при обробці м'язги ягід МЕК (588,9 мг/100 г). Із досліджуваних зарубіжних ферментів найактивнішою була дія ферментів Fr. Color (585,26 мг/100 г) та Rapidase C80 Max (557,05 мг/100 г). Найменш ефективною виявилася дія ферменту Rohaprest (453,13 мг/100 г).

Детально досліджували вміст флавоноїдів в ягодах і соках з чорниці. Для дослідження були обрані соки, отримані з використанням МЕК та ферменту Fr. Color. Дії ферментів піддавали ягоди різного періоду досягання: початок сезону збирання (кінець червня) та пік сезону збирання ягід чорниці (середина липня) (табл. 3).

Результати вмісту флавоноїдів у соках з чорниці (табл. 4) свідчать, що їх вміст у зразку, попередньо обробленому МЕК, складає 77,3...85,2 % від загального вмісту в ягодах, що у 1,2...2,5 рази перевищує їх вміст у контрольному зразку K2, а у зразку, обробленому Fr. Color, вміст складає 68,1...87,0 % від загального вмісту в ягодах. Визначено, що в ягодах, зібраних на початку сезону, вищий вміст оксикоричних кислот та флавоноів і відповідно їх вміст вищий у соках, однак при ферментолізі сировини більш активно перехід оксикоричних кислот та флавоноів проходить у ягодах, зібраних в пік сезону.

Таблиця 3 - Вплив періоду збирання ягід чорниці та виду попередньої обробки на склад фенольних речовин у соках з чорниці
(n = 3, p ≤ 0,05)

Найменування зразка	Період збирання	Масова концентрація, мг/100 г				
		оксикоричні кислоти та їх похідні	флаво-ни та їх похідні	антоціани	флаван-3-оли	сума фенольних сполук
Ягоди	кінець червня 2011 (початок сезону)	23,40	4,20	590,60	5,80	624,00
Контроль К2		22,30	2,10	179,90	2,70	207,00
Обробка Fr. Color		27,00	2,80	418,30	4,00	452,10
Обробка МЕК		26,40	2,30	458,10	3,90	490,70
Ягоди	середина липня 2011 (пік сезону)	16,00	3,50	735,20	5,90	760,60
Контроль К2		19,50	1,40	474,10	2,70	546,50
Обробка Fr. Color		23,30	3,00	641,10	4,00	671,40
Обробка МЕК		23,10	2,90	627,20	4,50	657,70

При ферментолізі ягід раннього збирання більш ефективна дія МЕК, вилучається з сировини у сік 77,3 % флавоноїдів, а при обробці Fr. Color - 68,1 %, у тому числі антоціанів 77,57 % (МЕК) і 70,83 % (Fr. Color). У чорниці, зібраної в пік сезону, вилучення флавоноїдів вище при обробці Fr. Color – 87,0 % від вмісту в сировині та 85,2 % – при обробці МЕК, що свідчить про вплив на процес ферментолізу хімічного складу сировини. На початку сезону збирання у ягодах вищий вміст клітковини, а при дозріванні збільшується вміст пектинових речовин. У всіх аналізованих зразках ягід та соків більше 90 % від вмісту флавоноїдів займають антоціани і прослідковується вплив на вилучення фенольних сполук, зокрема антоціанів, виду ферменту і стадії стиглості сировини.

Встановлено, що використання МЕК та Fr. Color при виробництві соків сприяє формуванню готового продукту з підвищеною біологічною цінністю. Одними з найважливіших показників хімічного складу є азотисті речовини, зокрема амінокислоти, які впливають на смак та аромат соків. (табл. 4).

Таблиця 4 - Амінокислотний склад чорничних соків після ферментативного каталізу (n = 3, p ≤ 0,05)

Найменування аміносполуки	Масова концентрація, мг/дм ³	
	Fr. Color	МЕК
Незамінні амінокислоти		
Треонін	4,0	3,6
Валін	4,6	4,1
Метіонін	30,2	26,5
Ізолейцин	1,1	0,8
Лейцин	2,2	1,5
Фенілаланін	4,5	4,0
Лізін	2,2	2,9
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова кислота	8,3	7,2
Глутамінова кислота	11,7	9,1
Аспарагін	8,6	9,0
Глутамін	5,6	5,2
Серін	4,6	4,6
Аргінін	8,6	5,4
Гліцин	1,2	1,2
Аланін	3,5	3,3
Пролін	0,8	1,7
γ-аміномасляна кислота	8,7	9,6
2-Етаноламін	3,1	3,7
Цистеїн	1,7	2,3
Гістидин	2,5	3,7
Тирозин	10,6	10,5
Сума	128,3	119,9

Визначено, що у процесі ферментолізу мезги чорниці комплексним ферментом Fr. Color у сік в більшій мірі переходять незамінні амінокислоти, їх вміст на 11,1 % вищий у порівнянні зі зразком ферментованим МЕК. У соках з чорниці виявлено майже всі незамінні амінокислоти, за виключенням триптофану. Домінуючою є амінокислота метіонін, на її частку припадає 61,1 % (МЕК) ... 61,9 % (Fr. Color) від вмісту незамінних амінокислот. Виявлено також дві амінокислоти – аргінін та гістидин які є незамінними для дитячого організму, і γ-аміномасляну кислоту. Встановлено, що ферментоліз мезги МЕК у більшій мірі сприяє переходу γ-аміномасляної кислоти у сік (на 10,3 % більше у порівнянні з використанням Fr. Color).

Досліджували також зміну фракційного складу фенольних сполук у процесі зберігання соків, отриманих з використанням попереднього ферментолізу МЕК та Fr. Color (табл. 5).

Таблиця 5 - Фенольні сполуки у соках з чорниці обробленої МЕК та Fr. Color (n = 3, p ≤ 0,05)

№ з/п	Час утрим., хв	Найменування компонентів	Масова частка, мг/100г	
			Свіжоотриманий сік	
			Fr. Color	МЕК
Оксикоричні кислоти та їх похідні				
1.	11.42	п-Кумароілгексоза-1	7,40	7,10
2.	11.64	Ферулоілгексоза	1,90	1,60
3.	11.75	п-Кумароілгексоза-2	10,90	11,40
4.	22.17	Похідні п-кумарової кислоти	3,10	3,00
Флавоони та їх похідні				
1.	19.52	Рутин	2,40	2,30
2.	21.40	Кверцетина гексозида малонат	0,50	0,50
3.	22.98	Кверцетин	0,10	0,10
Антоціани				
1.	14.92	Дельфінідін-3-О-галактозид	71,30	72,90
2.	15.37	Дельфінідін-3-О-глюкозид	74,30	76,20
3.	15.98	Цианідін-3-Огалактозид	64,90	60,30
4.	16.24	Дельфінідін-3-О-арабінозид	57,00	57,40
5.	16.48	Цианідін-3-О-глюкозид	67,70	63,30
6.	16.73	Петунідін-3-О-галактозид	28,80	29,10
7.	17.14	Цианідін-3-О-арабінозид	46,70	47,00
8.	17.24	Петунідін-3-Оглюкозид	55,60	51,70
9.	17.72	Пеонідін-3-О-галактозид	11,00	9,70
10.	17.96	Петунідін-3-О-арабінозид	16,60	16,20
11.	18.17	Пеонідін-3-О-глюкозид	59,40	55,70
12.	18.54	Мальвідін-3-О-галактозид	62,00	63,30
13.	18.91	Пеонідін-3-О-арабінозид	5,60	4,80
14.	19.11	Мальвідін-3-О-арабінозид	6,30	5,80
15.	19.54	Мальвідін-3-Оглюкозид	13,90	13,80
Флаван-3-оли				
1.	11.51	(+)-D-катехін	1,30	1,60
2.	13.18	(-)-Епікатехін	2,70	2,90
Сума фенольних сполук			671,40	657,70

Визначено, що у процесі виробництва соків максимальне вилучення фенольних сполук досягається при використанні для ферментативного каталізу ферменту Fr. Color (на 2,7 % в порівнянні з МЕК). Аналізуючи за фракціями встановлено, що тільки вміст флаван-3-олів (на 12,5 %) переважає у зразках після ферментолізу МЕК.

Однак, експериментальними дослідженнями встановлено, що у процесі зберігання протягом року у більшій мірі піддаються деградації фенольні сполуки у соках після обробки ферментом Fr. Color, їх вміст зменшується на 53,2 %, а у при використанні МЕК – на 50,4 %. В найбільшій мірі руйнуються антоціани та флаван-3-оли (52,40...55,40 % та 47,0...64,7 % відповідно). Найменш стійкими при зберіганні виявилися глікозиди мальвідину, втрачається 61,7 % (Fr. Color) ... 62,2 % (МЕК), а найбільш стійкими – глікозиди ціанідину, їх втрати складають 46,4 % (МЕК)...50,6 % (Fr. Color).

Висновки

Отримані результати свідчать, що використання МЕК та Fr. Color при виробництві соків з чорниці сприяє формуванню готового продукту з підвищеною біологічною цінністю. Попередня ферментативна обробка мезги приводить до руйнування органічного матриксу клітинної стінки рослинної сировини і частина органічних сполук переходить зі зв'язаного стану у вільну форму.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є перевірка удосконаленої технології у виробничих умовах.

Список літератури

1. Петрова, В.П. Дикорастущие плоды и ягоды [Текст] / В.П. Петрова – М: Лесная пром-ть, 1987. – 248 с.
2. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии [Текст] / У. Шобингер; пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня, А.В. Орещенко. – СПб.: Профессия, 2004. – 640с.
3. Kalt W., McDonald J., Ricker K. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species // Can. J. Plant Sci., 1999. – 79. - P. 617-623.
4. Хомич, Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР [Текст]: монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – 159 с.
5. 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. Дон-НУЕТ – Донецьк. – 2010. – Вип. 25. – С. 123-128.