

Плодово-ягідні соки є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів: у рідкій консистенції останні інтенсивно і рівномірно поширюються по всьому об'єму продукту, а вміст вуглеводів стимулює ріст та розмноження молочнокислих бактерій (*Bac. subtilis*, *Bac. Cereus*), коків та дріжджів (*Saccharomyces*, *Hanseniaspora*, *Torulopsis*, *Candida*). У кислому середовищі (pH=3...5) добре розмножуються мікроскопічні гриби, які, нейтралізуючи його, сприяють розвитку гнильних мікроорганізмів. Пліснявиння готового соку найчастіше викликають гриби роду *Penicillium*, *Aspergillus*, *Torulopsis*, *Monilia*.

Вирішальне значення для розвитку мікроорганізмів у харчових продуктах має кількість незв'язаної, доступної для них води, тобто водна активність. Так як соки мають найвищу водну активність – 0,98...0,99, то вони є оптимальним середовищем для розвитку мікроорганізмів [1].

У технології консервування для попередження мікробіологічного псування харчових продуктів застосовують два методи оброблення:

- стерилізація (нагрівання призводить до загибелі, знепліднення мікроорганізмів);
- сповільнення розвитку (пригнічення) мікроорганізмів за рахунок охолодження, фільтрування, сушіння, маринування, квашення, коптіння, внесення природних речовин (цукор, сіль, кислоти, спеції) і хімічних антисептиків (сірчистий газ, бензойна, сорбінова кислоти та їх солі).

У попередніх дослідженнях [2-5] доведено ефективність адсорбційного очищення натурального та зброженого яблучного соку від високомолекулярних сполук та важких металів.

Метою даної роботи було дослідження асептичних властивостей палигорськіта, що підтверджується визначенням загального вмісту мікроорганізмів (мікробне число), вмісту бактерій, дріжджів, грибів у обробленому природним мінералом яблучному соку. Ці показники мають санітарно-показове значення, так як збільшення загальної кількості мікроорганізмів у продукті свідчить про можливість забруднення його патогенною мікрофлорою.

Палигорськіт – це світло-сірі з чорними вкрапленнями дисперсні частини неправильної форми густиною 2700 кг/м^3 , загальний об'єм пор становить $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$, питома поверхня $\approx 300 \text{ м}^2/\text{г}$, насипна густина 520 кг/м^3 . Формула палигорськіта $\text{Mg}_5(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \times 4\text{H}_2\text{O}$. Хімічний склад, %: SiO_2 – $49,72 \div 56,52$, Al_2O_3 – $7,12 \div 17,01$, MgO – $4,6 \div 16,86$, H_2O – $19,42 \div 26,14$. Спостерігаються домішки заліза, кальцію, натрію, калію [6].

Палигорськіт є природним мінералом трьохмірної структури, яка захищає його від набухання і складається зі спарених в стрічки піроксенових ланцюжків. Сусідні стрічки з'єднуються вздовж основ тетраедрів так, що їхні кінцеві вершини в кожній стрічці спрямовані в протилежні боки. Завдяки цьому через кожну наступну стрічку в одному й тому ж напрямку повторюється простір або канал, що йде строго паралельно стрічці. Палигорськіт характеризується високою поглинальною здатністю, яка представлена цеолітними каналами розмірами $0,37 \times 0,64$ та $0,56 \times 1,10$ нм (первісні пори, що знаходяться в самих кристалах і складають невелику частину стрічки). Часом стрічки міцно об'єднуються між собою, утворюючи сноповидну форму. Пакуючись, стрічки утворюють пори різної форми, досягаючи $200 \div 400$ нм завдовжки із середнім поперечним перерізом $0,27$ нм – вторинні пори [0].

Активна адсорбційна поверхня зумовлюється „розірваними” зв'язками на ребрах і торцях кристалів та існуванням обмінних іонів на поверхні мінералу. Між стрічками діють суттєві сили притягання, для їх розділення слід прикласти значні зусилля. Під час диспергування кристалітів зв'язки порушуються вздовж площини ґратки, що проходить через кисневі містки, які з'єднують основи тетраедрів суміжних стрічок.

Методика експериментів була такою: свіжовіджатий яблучний сік обробляли палигорськітом в кількості $3,3 \text{ \%}_{\text{мас}}$ протягом $15 \dots 20$ хв. Ці параметри є оптимальними (встановлено із попередніх досліджень [2]).

Вміст мікроорганізмів визначали методом поверхневого висіву на щільні, живильні середовища чашки Петрі, який широко застосовується для підрахунку кількості мікроорганізмів у сировині, напівфабрикатах і готових продуктах. Проведення аналізу включає три етапи: приготування розведень, посів на щільне середовище в чашки Петрі і мікроскопіювання отриманих зразків.

Вважають, що кожна жива клітина при посіві на щільному середовищі утворює колонію [7]. Щоб отримати окремі колонії, проби дослідного матеріалу попередньо розводили. З цією метою стерильні водопровідну воду чи фізіологічний розчин ($0,5 \text{ \%}$ -ий розчин хлориду натрію) розливали по 9 мл в стерильні сухі пробірки. 1 мл (чи 1 г) вихідної проби асептично (в полум'ї пальника) вносили в першу пробірку, закривали ватною пробкою, добре перемішували і отримали перше розведення – $1:10$.

З отриману в першому розведенні суспензії відбирали 1 мл і переносили у другу пробірку з 9 мл води (фізіологічного розчину). Отримали друге розведення – $1:10^2$. Брали нову піпетку і аналогічно готували третє розведення – $1:10^3$, і так аж до 10^6 .

Кожне розведення висівали у дві паралельні чашки Петрі з використанням шпателя Дригальського. Спочатку в стерильні чашки Петрі розливали розплавлене середовище (м'ясопептонний бульйон – МПА, сусло-агар – СА по $15 \dots 20$ мл). Чашки залишали на горизонтальній поверхні для застигання. Для посіву використовували стерильні мірні піпетки об'ємом $0,1$ мл. Внесений об'єм досліджуваної суспензії стерильним шпателем рівномірно розподіляли по всій поверхні щільного середовища. Для паралельних посівів користувалися однією і тією ж піпеткою. Посіви із різних розведень можна проводити однією піпеткою, але починати висів слід із більшого розведення. Для кожного розведення обов'язковим є використання нового стерильного шпателя [7].

Чашки закривали і перевертали догори дном, щоб не потрапила конденсаційна волога на поверхню поживного середовища, потім їх маркували і поміщали у термостат при відповідних температурних умовах росту: для грибів на СА – $28 \dots 30$ °С; бактерій на МПА – 37 °С. Через 3 доби культивування проводили мікроскопіювання [7].

Клітини мікроорганізмів на поживному середовищі активно розмножувалися, утворюючи колонії, видимі навіть неозброєним оком.

Були виявлені мікроскопічні гриби *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, бактерії – сарцини, мікрококи, *Streptococcus*. Дріжджів не ідентифіковано у жодному зразку. Кількість підрахованих у пробах мікроорганізмів представлено в табл.1.

Таблиця 1

Мікрофлора яблучного соку, обробленого палигорськітом концентрації 3,3 %_{мас} при температурах 60, 80 °С тривалістю 15...20 хв

Вид мікроорганізмів	Температура, °С			
	60		80	
	Контроль	Зразок	Контроль	Зразок
Бактерії (коки, мікрококи)	$8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$8,3 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^5$
Гриби	$3 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$

Аналізуючи отримані результати, спостерігаємо тенденцію зниження кількості мікроорганізмів у 2...4 рази в зразках, оброблених палигорськітом при різних температурних умовах у порівнянні з контролем. Кількість бактерій у соку, обробленому палигорськітом при температурі 60 °С, зменшується з $8 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^5$ одиниць, а при 80 °С – з $8,3 \cdot 10^5$ до $3,4 \cdot 10^5$ одиниць. Кількість грибів у яблучному соку, обробленому палигорськітом, знижується із $3 \cdot 10^5$ до $1,5 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^5$ при температурах 60 і 80 °С, відповідно.

Таке суттєве зниження вмісту бактерій, пліснявих грибів в обробленому палигорськітом яблучному соку можна пояснити наступним чином: комбінований вплив температури (60, 80 °С), а також рН соку сприяли коагуляції білків протоплазми вище зазначених мікроорганізмів, (крім спорових і термофільних), в результаті чого змінюється водна оболонка, іонна сфера клітин, майже повністю зникає їх ζ -потенціал [7, 8]. Втративши заряд, клітини мікроорганізмів вступають у взаємодію із адсорбентом за рахунок сил Ван-дер-Ваальса-Лондона, в результаті чого утворюються агрегати клітин і мінералу. Не виключається утворення полімерних містків іонних пар за участю катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , водневих зв'язків адсорбенту з карбоксильними групами поверхні клітин. Адсорбовані палигорськітом мікроорганізми видаляються разом з осадом.

Паралельно досліджували тривалість зберігання обробленого природним адсорбентом соку у непастеризованому вигляді. Контроль і оброблені палигорськітом зразки витримували при кімнатній температурі. У контролі вже через 3 доби зберігання спостерігали появу опалесценції і запах цвілі, що було відсутнє у пробах, оброблених адсорбентом, в яких зміни органолептичних показників (табл. 2) чітко спостерігалися лише після 10 діб зберігання.

Таблиця 2

Органолептичні показники обробленого палигорськітом соку

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд	Колір світло-бурштиновий, властивий сировині, з якої виготовлений сік. Без осаду аморфної природи, слідів чорних плям, частинок м'якоті і зерен чи інших видимих дефектів
<i>Смак і запах</i>	Приємний, слабокислий смак, типовий фруктовий запах

	Без присмаку тривалого оброблення, небажаного окислення, смаку зелених плодів, без сторонніх присмаку і запаху.
--	---

Висновки

Оброблення яблучного соку палигорськітом при оптимальних технологічних параметрах (концентрація мінералу 3,3 %_{мас}, тривалість 15...20 хв) зменшує вміст бактерій і грибів у порівнянні з контролем. Кількість бактерій при температурі оброблення 60 °С зменшується в чотири рази, грибів – у два рази. При температурі 80 °С вміст бактерій зменшується в 2,4 рази, грибів – у 2,9. З метою економії енергоресурсів доцільно підтримувати температуру адсорбційного очищення яблучного соку палигорськітом на рівні 60 °С.

Отримані результати підтверджують наявність у палигорськіта асептичних властивостей щодо натурального яблучного соку, які сприяють подовженню терміна зберігання обробленого палигорськітом непастеризованого соку при кімнатній температурі до 10 діб без погіршення його органолептичних показників.

Література

1. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: Научные основы и технологии. – СПб: Профессия, 2004. – 640 с
2. Дослідження адсорбції пектинових речовин яблучного соку природними мінералами / І.Ф. Малежик, С.В. Матко, В.В. Манк, Л.М. Мельник, Н.А. Жестерева // Наукові праці ОНАХТ. Випуск 28. Том 2. “Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв”. Одеса: ОНУХТ, 2006. – С. 137-138.
3. Освітлення яблучного соку палигорськітом / С. Матко, В. Манк, Л. Мельник, Н. Жестерева // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 12. – С. 24-25.
4. Пат. 70717 А України, С12Н1/06, А23L2/70 Спосіб адсорбційного очищення фруктового соку / Матко С.В., Мельник Л.М., Жестерева Н.А., Манк В.В. – 20031212352; Заявл. 25.12.2003; Опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10.
5. Использование палигорскита для обработки купажа на основе сброженного яблочного сока / С.В. Матко, В.В. Манк, Л.М. Мельник, Н.А. Жестерева, З.П. Мельник // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2007. – № 1. – С. 19-21.
6. Сало Д.П. Дисперсные глинистые минералы Украины и возможность их использования. – К.: Наукова думка, 1966. – 132 с
7. Жвирблинская А.Ю., Бакушинская О.А. Микробиология в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 500 с.
8. Ковальов М.М. Удосконалення технології ігристих вин з використанням дисперсних матеріалів: Автореф. дис. канд. техн. наук / НУХТ. – К., 2000. – 19