

спирта. В технології кофе ступінь извлечения компонентів из зерен підвищується на 15%. Обеспечується атмосферне тиск в апараті, температура процесу не вище 100°C. Енергетичні витрати зменшуються на 50%. Пробні зразки розчинного рідкого 60% концентрату кофе «ЖИКО» мають високі смакові характеристики [1].

Використання нанотехнологічних підходів дозволило отримати чисту воду з вмістом солі менше 4мг/кг [16, 17], екологічно чистої концентрат рідкого диму і масла [13]. Розглянуті механізми здатні суттєво інтенсифікувати процеси активації сировини, активації і інактивації мікроорганізмів [13, 14].

Висновки. При екстрагуванні в умовах електромагнітного поля можливо виникнення специфічного потоку из міжклітинного простору нерозчинних екстрагентів компонентів. Такої ефект

обнайдено вперше і йому дано назву «механодифузійний ефект при безградієнтному хвильовому підводі енергії к полярним молекулам електромагнітним полем». Для ініціювання механодифузійного ефекту при екстрагуванні вимагається чітке узгодження структурних характеристик сировини, особливостей екстрагентів і параметрів електромагнітного поля. Результатом організації таких процесів може бути: підвищення виходу цільових компонентів, перехід в розчин цінних компонентів, які не вилучалися традиційними методами (ароматичних комплексів, компонентів смаку і пр.). Відкриваються нові можливості для створення технологій кофе, коньяків, рослинних масел, екстрактів з підвищеним вмістом цільових компонентів і при осягає зменшенні енергетичних витрат.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурдо, О.Г. Енергетичний моніторинг харчових виробств [Текст] – Одеса: Поліграф, 2008 – 244с.
 2. Бурдо, О.Г. Наномасштабні ефекти в харчових технологіях [Текст] // Інженерно-фізический журнал. Мінськ, т.78, № 1.-2005. - С.88-93.
 3. Бурдо, О.Г. Еволюція сушильних установок [Текст] – Одеса: Поліграф, 2010 – 368с.
 4. Бурдо, О.Г. Екстрагування в системі «кофе- вода» [Текст] / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряско.- Одеса, 2007.- 176с.
 5. Бурдо, О.Г. Мікро – і нанотехнології – новий напрямк в АПК [Текст] // Наукові праці. – Випуск 29. - Одеса: Одеська національна академія харчових технологій -2006.-С.3-9.
 6. Лыков, А.В. Теория сушки [Текст] - М.: Энергия, 1968. 472 с.
 7. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой [Текст] - М.: Химия, 1980. 248 с.
 8. Акулич, П.В. Термогидродинамические процессы в технике сушки [Текст] - Минск: Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАНБ, 2002.-268с.
 9. Ефремов, Г.И. Макрокинетика процессов переноса [Текст] - М.:2001.-289 с.
 10. Рынок нано: от нанотехнологий к нанопродуктам [Текст] / Г.Л. Азоева. - М.: БИНОМ, 2011. - 319с.
 11. Головин, Ю.И. Наномир без формул [Текст] – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.- 543с.
 12. Бурдо, О.Г. Нанотехнологии. Флагманские, перспективные и фундаментальные проекты в АПК [Текст] //Науков. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип.28, Т2. – с.242-251.
 13. Бурдо, О.Г. Енергетическая эффективность пищевых нанотехнологий. [Текст] / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина, А.С. Сталимовская // Інтегровані технології та енергозбереження – Харьков: НТУ „ХПІ” 2006.–№2.
 14. Бурдо, О.Г., Рыбина О.Б. Процессы инактивації мікроорганізмів в мікрохвильовому полі [Текст] / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина – Одеса: Поліграф, 2010 – 200с.
 15. Бурдо, О.Г. Электромагнитные технологии обезвоживания сырья [Текст] / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзиев, И.И. Яровой, А.А. Борщ // Problemele energeticii regionale, Chisinau, №1 (18), 2012.- pp.69- 79.
 16. Burdo, O.G. Intensification of processes of low-temperature separation of food solutions [Text] / O.G. Burdo, E.A. Kovalenko, D.A. Kharenko // Applaid Thermal Engineering, № 28 2008. - pp. 311- 316.
 17. Бурдо, О.Г. Техніка блочного вимороживання [Текст] / О.Г. Бурдо, С.И. Милянчук, В.П. Мордынский, Д.А. Харенко – Одеса: Поліграф, 2011 – 294с.
- УДК 547.458-044.963:[664.853.046:634.11]

СТОРОЖУК В.М. канд. техн. наук., доцент, САПОЖНИКОВА Н.Ю. асистент

Одеська національна академія харчових технологій

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕРМІЧНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ЯБЛУК

В роботі досліджено вплив температури, тривалості обробки та рН на швидкість розщеплення протопектину. Визначено кінетичні константи (D) та розраховано константи швидкості руйнування протопектину яблук (K). Одержані закономірності термічної деградації дозволяють регулювати співвідношення розчинних і нерозчинних пектинових речовин у пектиновмісних напівфабрикатах, регулюючи процеси структуроутворення та стабільності консистенції різних харчових продуктів.

Ключові слова: протопектин, пектин, термічна деградація, константи.

There has been calculated the kinetic constant of the fracture velocity of apple protopectin from the processing conditions, namely the temperature and the pH. The regularities of thermal destruction can be used for controlling the ratio of soluble and insoluble pectin in the product.

Keywords: properties, pectin, thermal degradation, constants.

Термічна обробка – невід’ємна складова будь-якої технології виробництва консервованих продуктів - це попередня теплова обробка сировини, стерилізація (пастеризація). Поряд з безумовними перевагами термічної обробки, такими як розм’якшення тканини, надання еластичності сировині, видалення повітря, інактивація ферментів, забезпечення мікробіологічної

безпеки готового продукту та його стабільність при наступному зберіганні, є й ряд суттєвих недоліків. Теплова обробка викликає неминуче зниження органолептичних властивостей та харчової цінності готового продукту.

Зміна окремих показників, яка має місце під дією тепла, буває різною в залежності від сировини (продукту).

Яблука широко використовуються для промислової переробки на території України. Зокрема, з них виготовляють соки з м’якоттю, нектари, соуси, пасти, повидла та джеми, пюре-напівфабрикати, продукти для дитячого та лікувально-профілактичного харчування. Традиційні технології виробництва цих продуктів передбачають обов’язкову попередню теплову обробку сировини при температурі 95 ± 2 °C впродовж 5...15 хв, при якій спостерігається деградація пектинових речовин яблук, що веде до руйнування нерозчинних форм пектину, збільшення розчинних полісахаридів і, відповідно, до підвищення в’язкості

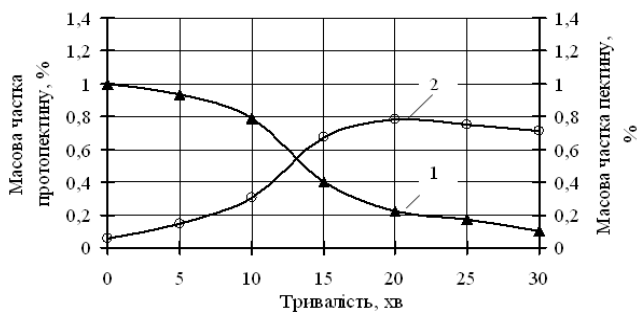


Рис. 1. Характеристика процесу переходу протопектину пореподібної яблучної маси при рН 3 (1) в розчинний пектин (2)

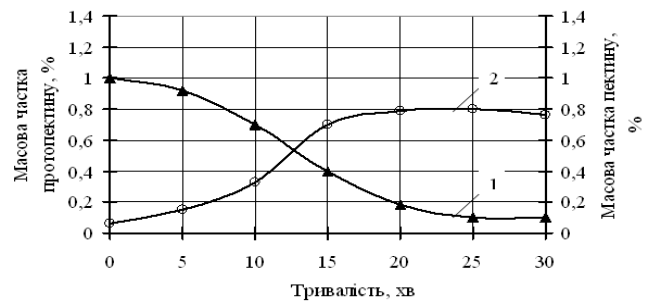


Рис. 2. Характеристика процесу переходу протопектину пореподібної яблучної маси при рН 6 (1) в розчинний пектин (2)

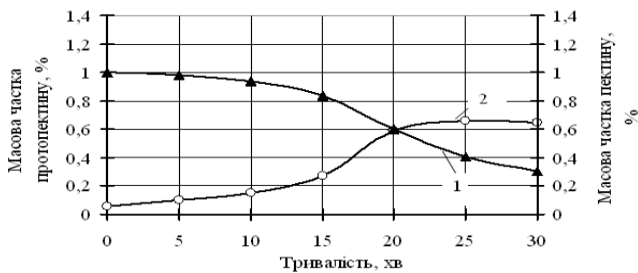


Рис. 3. Характеристика процесу переходу протопектину пореподібної яблучної маси при рН 4 (1) в розчинний пектин (2)

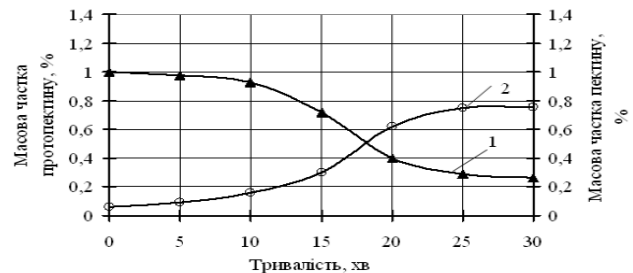


Рис. 4. Характеристика процесу переходу протопектину пореподібної яблучної маси при рН 5 (1) в розчинний пектин (2)

плодової маси [1, 2, 3]. Реологічні показники плодової маси обумовлюють не тільки якість продукту, а й зміну його властивостей при подальшому зберіганні та використанні.

Оскільки зовнішніми факторами, які впливають на швидкість розщеплення протопектину, є температура та активна кислотність середовища, були проведені експериментальні дослідження впливу цих факторів на гідроліз протопектину яблук. Протопектин у рослинній тканині зв'язаний різними типами зв'язку (водневими, іонними, ковалентними, складно ефірними, цукровими при утворенні ланцюгів полігидрокси груп тощо), які руйнуються при нагріванні і пектин переходить у розчинний стан. Розрив цих зв'язків у протопектині залежить від температури, тривалості теплової обробки сировини чи напівфабрикату, рН середовища [5].

Теплова обробка сприяє деполімеризації, порушує водневі зв'язки у пектинових речовинах з подальшим їх набуханням і розчиненням. Внаслідок втрати цілісності серединного шару, зниження міцності тканини та збільшення масової частки розчинного пектину відбувається розм'якшення паренхимної тканини сировини, збільшення в'язкості пореподібної плодової маси. Теплова обробка при 95 °С інактивує ферментативну систему яблук. Переходу протопектину у водорозчинний стан сприяють висока температура та рН сировини, що приводить до руйнування водневих та іонних зв'язків у протопектині [5].

Дослідження можливості регулювання процесу переходу протопектину в розчинну форму за рахунок зміни рН середовища при температурі 95 °С показало, що при рН 3 та рН 6 (рис. 1, 2) швидкість розм'якшення паренхимної тканини сировини зростає в порівнянні з рН 4 та рН 5 (рис. 3, 4), що корелює з літературними даними [5]. Нерозчинний пектин при нагріванні в кислому та нейтральному середовищі пе-

ретворюється в розчинний пектин (рис. 1, 2). Дослідження показали, що найбільша швидкість деполімеризації пектину спостерігається при значенні рН 3 та рН 6, яка відбувається за 13 хв. Швидкість проходження процесу знижується при значенні рН 4 та рН 5 (рис. 3, 4).

Таким чином, температура, тривалість обробки та рН середовища активно впливають на швидкість перетворення протопектину у розчинну його форму, змінюючи ступінь полімеризації пектину. Кисле та лужне середовище сприяють зменшенню молекулярної маси пектину і зменшенню кількості метоксильних груп. Розчинність пектину при значенні рН 3 та рН 6 зростає на 50 % у порівнянні з пектином у середовищі, де рН 4 та рН 5.

Обробка протертої яблучної маси при температурі 95 °С впродовж 16 хв сприяє зниженню концентрації протопектину на 60 % при рН 3 і рН 6 та на 10 % і 30 % при рН 4 і рН 5 відповідно. Різницю в швидкості переходу протопектину в розчинну форму при сталій температурі та змінному рН середовища можна пояснити наступними факторами. Наявність слабких водневих і ковалентних зв'язків у пектинових речовинах призводить до того, що молекула пектину повільно деполімеризується навіть при кімнатній температурі. Глюкозидний зв'язок легко порушується при температурі нижче температури кипіння, а присутність у розчині кислот чи лугів каталізує гідроліз протопектину. Збільшення тривалості обробки пореподібної яблучної маси при рН 3 та рН 6 призводить до подальшого гідролізу водорозчинного пектину з втратою метоксильних груп і утворенням низькомолекулярних олігомерних сполук.

Як видно з рис. 5, криві зміни масової частки протопектину в стаціонарному тепловому режимі мають експоненціальний характер, подібно до кривих руйнування мікроорганізмів і деяких хімічних компо-

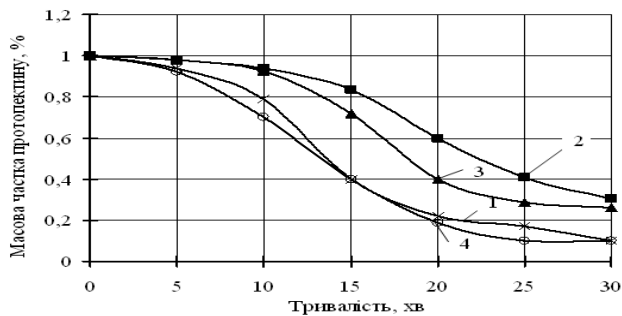


Рис. 5. Зміна масової частки протопектину протертої яблучної маси при температурі 95 °С: 1 - рН 3; 2 - рН 4; 3 - рН 5; 4 - рН 6

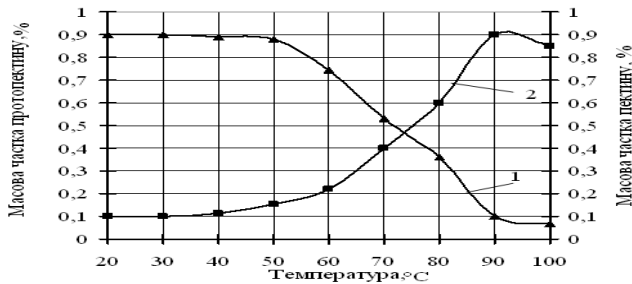


Рис. 7. Вплив температури обробки на процес переходу протопектину в розчинний пектин: 1 - протопектин, 2 - розчинний пектин

ментів плодів, тобто процес переходу протопектину в розчинний пектин відповідає кінетиці хімічної реакції 1 - го порядку, що дозволяє оцінити ці закономірності відповідними константами (D , K).

За аналогією з розрахунком термостійкості мікроорганізмів [2] та зміною комплексоутворюючої здатності 1 - % яблучного пектину при постійній температурі [4], для характеристики процесу гідролізу протопектину було обрано константу D_t - час, за який відбувається зниження масової частки протопектину на 90 % або у 10 разів.

Відповідна математична обробка кривих у напівлогарифмічній системі координат (рис. 6) дозволила визначити кінетичні константи D та використати їх для розрахунку константи швидкості руйнування протопектину яблук K ($K=1/D$) при різних значеннях активної кислотності (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність кінетичної константи D та константи швидкості руйнування протопектину яблук K від рН

рН	D , хв	$K \times 10^{-2}$, хв ⁻¹
3	25	4,0
4	55	1,8
5	45	2,2
6	20	5,0

З отриманих даних видно, що найменша швидкість руйнування протопектину яблук $K = 1,8 \times 10^{-2}$, хв⁻¹ спостерігається при рН 4 - характерному для яблук. Зміна активної кислотності більше або менше зазначеного інтервалу збільшує швидкість переходу протопектину, що сприяє збільшенню концентрації розчинного пектину у протертій масі, впливаючи на її технологічні, зокрема реологічні, властивості.

З метою регулювання процесу деструкції протопектину шляхом зміни температури було досліджено

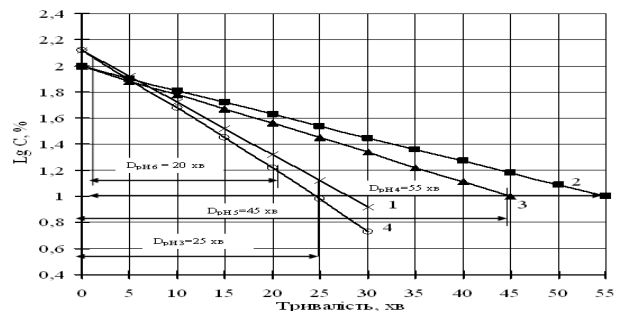


Рис. 6. Характеристика зміни масової частки протопектину яблук С, % при сталій температурі в залежності від значення активної кислотності: 1 - рН 3; 2 - рН 4; 3 - рН 5; 4 - рН 6

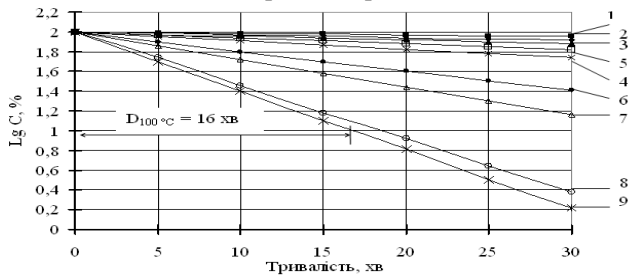


Рис. 8. Характеристика зміни масової частки протопектину яблук С, % в залежності від тривалості нагріву та температури: 1 - 20 °С, 2 - 30 °С, 3 - 40 °С, 4 - 50 °С, 5 - 60 °С, 6 - 70 °С, 7 - 80 °С, 8 - 90 °С, 9 - 100 °С

процес гідролізу пектинових речовин яблук в змінному температурному полі (рис. 7).

Відсутність зміни вмісту розчинного пектину в діапазоні температур 20...30 °С та незначне зростання водорозчинного пектину в діапазоні температур 20...60 °С обумовлено дією ферментів пектинметилестерази та полігалактуронази. Активність ферменту пектинметилестераза переважає активність ферменту полігалактуроназа незначно. При цьому знижується ступінь етерифікації розчинного пектину. В інтервалі температур від 60 °С до 80 °С відбувається розм'якшення тканин м'якоті, у сольових зв'язках протопектину проходять іонообмінні реакції. Іони Na^{2+} і K^{2+} заміщують в сольових зв'язках іони Ca^{2+} , Mg^{+2} в результаті ці зв'язки руйнуються і клітинні стінки втрачають жорсткість, збільшується кількість водорозчинних пектинових речовин.

При температурі 90 °С спостерігається максимальний вміст водорозчинного пектину (0,9 %), подальше збільшення температури призводить до термічного руйнування ланцюга пектинових речовин, зміну структури клітин сировини. Відповідна математична обробка кривих зміни масової частки протопектину протертої яблучної маси (рис. 8) дозволила визначити кінетичні константи D та розрахувати константи швидкості руйнування протопектину яблук K при різних температурах (табл. 2).

Аналіз швидкості термічного руйнування протопектину яблук показав, що найменше значення $K = 0,14 \times 10^{-2}$, хв⁻¹ спостерігається при 20 °С. Подальше зростання температури на 10 °С збільшує швидкість руйнування протопектину на 93 %. На підставі одержаних даних про вплив умов переробки сировини на перехід протопектину в розчинний пектин, керуючись одержаними закономірностями ми можемо прогнозувати досягнення на етапі промислової переробки

Таблиця 2

Залежність кінетичної константи D та константи швидкості руйнування протопектину яблук K від температури

Температура, °C	D, хв	K x 10 ⁻² , хв ⁻¹
20	714	0,14
30	370	0,27
40	230	0,43
50	149	0,68
60	111	0,90
70	51	1,96
80	38	2,63
90	18	5,55
100	16	6,25

образних продуктів: дис. ... канд. тех-х наук: 05.18.13 [Текст] / Хаддал Бассам Махфуд. - Одеса, 1993. - С. 126.

5. Донченко, Л.В. Пектин: основне свойства, применение и производство [Текст] / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. - М.: ДеЛиПринт, 2007. - С. 276.

УДК 577.15:664.858

ДУБОВА Г.Е., канд. техн. наук, доцент, КОРНІЄНКО Ю., магістр
Полтавський університет економіки і торгівлі**АРОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБІВ З КАПУСТИ**

В технології виробництва продуктів харчування крім смаку важливу роль відіграє аромат. На синтез компонентів ароматичних речовин впливає вибір попередника аромату і фермент-відновник. В статті розкрито питання відновлення аромату овочевих напівфабрикатів з капусти після різних видів обробки. Розглянута можливість відновлення ароматичних компонентів за допомогою ферментів рослинного походження.

Ключові слова: аромат, ферменти рослинного походження, напівфабрикат з капусти.

In the technology of food production except taste role played by scent. In the synthesis of components of aromatic substances affect choice and flavor precursor enzyme-reducing agent. In the article the issue of restoration of flavor vegetable semi cabbage after various types of treatment. The possibility of recovery of aromatic components by enzymes of plant origin.

Keywords: aroma, enzymes from plants, precooked cabbage.

У рослинній сировині присутня безліч ферментних систем, які беруть участь в утворенні аромату. Це протеази, амілази, ліпази, поліфенолоксидази та інші. У певних умовах проявляється їхня спільна дія з утворенням специфічного аромату. У зв'язку з тим, що про ароматуючі ферменти відомо мало, поки що вивчаються їх індуктори - ліпаза, ліпоксигенази [1]. Раніше було показано [2, 3, 4] участь вільних жирних кислот у посиленні аромату фруктів і овочів. Ароматичні речовини можуть утворюватися з ліпідів під дією ліпази і ліпоксиди. При низьких концентраціях вільних жирних кислот аромат посилюється при цьому нові аромати не утворюються, при середніх і високих проявляються аромати відмінні від природних [5].

Біосинтез кожного компонента запаху є багатоступінчастим процесом, який здійснюється ферментами при наявності молекули попередника. Вивчення шляхів утворення компонентів запаху, їх взаємозв'язку з іншими біохімічними, хімічними процесами дозволить направлено впливати на запах продуктів з втраченим природним ароматом. Для гомогенізованих продуктів з фруктів та ягід запропоновано [4, 6] отримувати ароматуючі ферменти шляхом екстракції свіжої сировини. При цьому виділення ферментів не завжди необхідно. Для відновлення втраченого аромату можна вносити тонкоподрібнену сировину. Але існує сировина, переважно овочева, для якої такий спосіб ароматизації не ефективний. Це

яблук заданого вмісту протопектину, тим самим регулювати технологічні властивості пюреподібної яблучної маси, зокрема її в'язкість.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник технолога плодоовощного производства [Текст] / М. Куницына - Санкт-Петербург. - Спб: ПрофиКС. - 2001. - С. 478.
2. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва [Текст] / Б.Л.Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. - Одеса: Друк, 2006. - С. 400.
3. Сборник технологических инструкций по производству консервов [Текст]. -М.: Асс. предпр. плод. пром-сти «Консервплодоовощ», 1992. - Т. 1, 2.
4. Хаддал Бассам Махфуд. Разработка технологии низкометоксильированного пектина для получения консервированных желе-

силированного пектина для получения консервированных желе-

силированного пектина для получения консервированных желе-

силированного пектина для получения консервированных желе-

пов'язано з інтенсивним утворенням в овочевій сировині, на відміну від фруктово-ягідної, нових «власних» ароматичних сполук в процесі складної технологічної обробки (теплової, масообмінної), які не містяться в свіжих овочах.

Аромат є первинним рушійним фактором впливу на споживачів. Під час варіння капусти утворюється неприємний стійкий запах, який знижує попит споживачів на готові страви. В багатьох рецептурах для усунення цього недоліку використовують підсилювачі або оцтову кислоту. Підсилювачі смаку та аромату - група харчових добавок, яка займає одне з перших місць за частотою використання у харчовій промисловості. Оцтова кислота дещо знижуючи поріг сприйняття аромату значним чином змінює природний смак страв. Тому завданням роботи було знайти шляхи ароматизації для надання вареній капусті свіжого приємного запаху.

Свіжа капуста містить зобогнені речовини, які провокують порушення роботи щитовидної залози. Тому існують обмеження у споживанні свіжої та квашеної капусти. Це обмеження стосується людей, які мають захворювання щитовидної залози та шлунково-кишкового тракту. При тепловій обробці ці речовини інактивуються. При варінні капусти починається розкладання білків з виділенням сірковмісних газів - меркаптанів, які мають неприємний запах. Усі меркаптани відрізняються неприємним запахом: при концентрації етилмеркаптану в 0,00019 мг/л відчувається слабкий запах гнилої капусти; різкий запах бутилмеркаптану виявляється вже при концентрації 0,0014 мг/л. Із капусти готують салати, супи, гарніри. Страви з вареної капусти широко використовують у дієтичному харчуванні, на їх долю приходиться 12 % від загальних рекомендацій дієтологів. Робота є актуальною, оскільки проблема ароматизації харчових продуктів та відмова від продуктів зі шкідливими харчовими добавками зараз виходить на перше місце не лише в Україні.

Ароматотворення - процес, який залежить від наявності відповідних ферментів. В капусті, як субстраті, аромат може бути відновлений екстрактом