

AROMATIZATION OF TEMPURA PRODUCTS

G. Dubova

Poltava University of Economics and Trade

I. Levchuk, O. Golubets

SE «Ukrmetr test standard»

Key words:	ABSTRACT
melon, aroma, carbohydrates, binding, protein, tempura, kidney bean, chick-pea	This article describes interaction of aromatic components with proteins and carbohydrates in a food matrix. The study shows that mincing of larger slices into homogenates decelerates aroma destruction due to intensification of enzymatic reactions. We studied carbonyl compounds responsible for fresh melon aroma and the degree of their breakage during 2 days with an interval of 12 hours controlled by the degree of melon mincing and combination with legumes. The analysis of steam experiments conducted on the HP 6890 (Hewlett Packard) chromatograph demonstrates participation of amino acids in aroma recovery of mixed melon-legumes homogenates within 48 hours. The article further describes the results of empirical study of linkage between tempura batter recipe and resulting aromas in the end products. It is shown that a wheat flour, unlike tempura flour, has smaller reactionary ability in the processes of retaining aromatic components. The organoleptic estimation and prevailing descriptors of separately fried batter as well as squash and pumpkin fried in various batter show that a melon homogenate has a certain influence on the end aroma of the prepared products.
Article history: Received 10.07.2014 Received in revised form 4.11.2014 Accepted 9.11.2014	
Corresponding author: gdubova@mail.ru	

АРОМАТИЗАЦІЯ ТЕМПУРНИХ ПРОДУКТІВ

Г.Є. Дубова, канд. техн. наук[©]

Полтавський університет економіки та торгівлі

І.В. Левчук, канд. техн. наук, О.В. Голубець, канд. с.-г. наук

«ДП Укрметртестстандарт»

Розглянуті взаємодії ароматичних компонентів з білками, вуглеводами в харчовій матриці. Спрогнозована участь амінокислот в реакціях руйнування і відновлення аромату. Підтверджено хімічним аналізом можливості зв'язування бобовими культурами карбонільних сполук діні.

Представлені результати емпіричних зусиль внесення ароматів в темпурні продукти.

Ключові слова: *диня, аромат, вуглеводи, зв'язування, білок, темпура, квасоля, нут.*

Вступ. Серед продуктів харчування традиційно представляють інтерес обсмажені тонкі, соковиті і хрусткі шматочки риби, морепродуктів, овочів, фруктів із збереженим по можливості вишуканим початковим смаком. Особлива технологія приготування таких продуктів передбачає використання спеціального борошна, яке складається з пшеничного, рисового борошна, картопляного крохмалю, солі і називається темпура. Важливо, щоб після смаження в гарячій темпурі залишилися повітряні бульбашки, тому темпурний кляр готують досить рідкої консистенції з крижаної води, борошна та яєць.

Аромат темпурних продуктів, як правило, пов'язують з компонентами рідкого тіста. Дуже часто повітряні бульбашки темпурних продуктів заповнюються ароматом продукту. Тому неароматні продукти або з малознайомим запахом рідко використовують для приготування в темпурі. Таке обмеження можна пояснити також тим, що компоненти темпурного борошна можуть вступати у взаємодію з ароматичними сполуками продукту і фіксувати їх. Такими властивостями

володіють великі вуглеводні молекули — утворюючи плівку навколо ароматичних речовин, вони перешкоджають їх випаровуванню абсорбції та окисленню, тобто втратам. Здатність до зв'язування ароматичних речовин у дисахаридів виражена більшою мірою, ніж у моносахаридів. Сутність збереження ароматичних речовин за допомогою вуглеводів полягає в заміні взаємодій [1]:

цукор-вода + ароматична речовина → цукор-ароматична речовина + вода

Вуглеводи не тільки володіють хорошими властивостями зв'язування та утримування ароматичних речовин в ході переробки, а й беруть участь в реакціях утворення нових компонентів запаху при термічній обробці, які називають реакціями неферментативного потемніння.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Створення високоякісного аромату харчових продуктів, особливо із зміненою рецептурою, залежить від швидкості вивільнення окремих ароматичних хімічних сполук з різних харчових матриксів. Досі нових відкриттів в області вивільнення ароматичних сполук не з'явилося, що свідчить про необхідність застосування інших підходів в цьому питанні [2]. Сучасні дослідження в галузі хімії аромату доводять, що найбільш інтенсивним запахом володіють альдегіди. Відповідні їм кислоти, спирти, ефіри мають запах, в десятки і сотні разів більш слабкий, навіть при рівних порогових концентраціях. Інтенсивність запаху зростає із збільшенням довжини вуглецевого ланцюга, досягаючи максимуму у речовин C_8 — C_{10} [3]. Тому актуальним питанням є аналіз зміни альдегідного складу аромату і його органолептична оцінка.

Плоди дині відносяться до групи рослин, в яких велика частина запашних речовин представлена альдегідами і кетонами, такими як (Z, Z)-3,6-нонадіенол (поріг сприйняття у воді 10 ppb), (Z)-6-ноненаль (поріг сприйняття у воді 0,02 ppb). У свіжих плодах вміст цих компонентів в кілька разів перевищує порогові сприйняття [3]. Раніше нами було показано, що білки бобових культур здатні до зв'язування ароматичних компонентів дині і кавуна. Особливо така здатність була виражена у нуту (турецький горох) і квасолі [4]. Разом з тим, нами було встановлено, що білки нуту і квасолі володіли не схожою спорідненістю до зв'язування ароматичних речовин дині. Різне утримування і вивільнення окремих ароматичних сполук необхідно враховувати при переробці плодів і складанні нової рецептури для максимального збереження свіжого запаху.

Аромат, як і солодкість, є найбільш важливим якісним показником в дині. Основними попередниками летких компонентів аромату дині є вільні амінокислоти, що додають також їм смак (Уіллі та ін, 1995; Байчот та ін, 1998). У свіжій дині ідентифіковано 18 амінокислот, з домінуючими аспарагіною кислотою, глутаміною кислотою, аргініном, і аланіном. Ламікарна О. і співавтори (2000) показали, що загальний вміст амінокислот свіжозрізаної дині швидко зменшується при 20 °C [5]. У цих дослідженнях автори порівнювали біохімічні та мікробіологічні зміни, які відбуваються при зберіганні при 4 °C, 20 °C. Зміна ароматичних компонентів в дині при вказаних параметрах не вивчена.

Ароматичні сполуки в харчових продуктах пов'язані з білками, ліпідами або полісахаридами. Зв'язок між ними забезпечується гідрофобними взаємодіями, а також водневими, іонними або ковалентними зв'язками. Оpubліковано досить багато робіт про зв'язування спиртів, альдегідів, кетонів та інших летких сполук різними білками, особливо соєвими і молочними [6]. Багато закономірностей взаємодії «білок-аромат» розглянуті на соєвих білках. Взаємодія між білком і ароматичним компонентом перебуває під впливом таких факторів: тип і кількість білка (амінокислотний склад), види ароматичних компонентів, наявність інших харчових компонентів, вид обробки, час і температура (утворення потрійної структури під впливом нагрівання), іонна сила (вплив солей), рН (іонна форма і конформації) [6]. Ступінь зв'язування аромату залежить від типу і кількості білка, наприклад, спостерігається наступний порядок: соєвий білок > желатин > овалбумин > казеїн > кукурудза.

Нативні квасолі і нуту мало вивчені з точки зору здатності до зв'язування ароматичних речовин. Відомо, що в нуті міститься 17 амінокислот, у тому числі 9 незамінних, серед яких переважають лейцин (0,47 мг) та лізин (0,77 мг). Серед замінних амінокислот домінують глутамінова (0,85 мг) і аспарагінова (0,83 мг) кислоти, гліцин (0,37 мг) і аланін (0,34 мг), вміст яких в нуті більший ніж в інших бобових культурах. Серед незамінних амінокислот квасолеві боби містять, у %: валіну 1,12, лейцину 1,74, лізину 1,59, фенілаланіну 1,15. Замінні амінокислоти представлені більшою мірою глутаміною і аспарагіною кислотами, аргініном, серином [7]. Крохмаль, що міститься в нуті та квасолі, також може сприяти накопиченню ароматичних компонентів у готовому продукті.

Мета і завдання дослідження. Розуміння механізму взаємодії ароматичних компонентів з білками і вуглеводами при виробництві продуктів є досить важливим. Пов'язані з білками і вуглеводами ароматичні речовини виявляють свої властивості тільки при їх вивільненні в спеціальних умовах (нагрівання, розпилювання, в ротовій порожнині і ін.), тому темпурні продукти особливо значущі з цієї точки зору. Використання бобових культур в якості носіїв ароматичних речовин або модифікаторів смаку є перспективним. Мета роботи — визначення здатності зв'язування ароматичних сполук дині за допомогою квасолі і нуту і подальше вивільнення пов'язаних запахів в темпурних продуктах. Завдання дослідження сформульовані наступним чином:

- встановити залежність між процесами руйнування свіжого аромату подрібненої дині і зниженням вмісту амінокислот в ній;
- показати спорідненість до зв'язування карбонільних (ароматичних) компонентів бобовими (квасоля, нут) культурами;
- провести органолептичний аналіз зміни ароматичних компонентів в темпурних продуктах з різним вмістом білків та вуглеводів.

Матеріали і методи. У дослідженнях використовували диню, нарізану скибочками 3 мм або гомогенат дині, який готували таким чином: свіжу диню очищали від шкірки, видаляли насіння, нарізали шматочками, ретельно подрібнювали в блендері (окремо або з бобовими). Нут і квасолю перебирали, промивали, замочували у воді на 4 години, потім відварювали (співвідношення боби: вода 1:3) протягом 2 год при температурі кипіння, зливали залишок води, охолоджували, подрібнювали в блендері з динею або окремо.

Кількість альдегідів і кетонів оцінювали за розробленою методикою, яка заснована на реакції карбонільних сполук (КС) в паровій фазі з 1% спиртовим розчином 2,4-днітрофенілгідразіну. Визначали спектри поглинання світлових хвиль розчину на 490 нм в фотоколориметрі. Знаходили концентрацію карбонільних сполук C₆—C₉ в парах продукту рослинного походження за попередньо збудованим градууювальними графіками [8].

Аналіз парової фази проводили на хроматографі HP 6890 (Hewlett Packard) з парофазним аналізатором HP 7694, колонка капілярна, Factor Four vf-5 ms (Varian), 30 м × 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм, газ-носії — гелій, швидкість потоку газу-носія: 1мл/мін, термостат колонок: 50 °C — 5 хв, 5°/хв — 220 °C — 5 хв, 25°/хв — 320 °C — 2 хв, інжектор 250 °C, без поділу потоку. Детектор (ПІД) 300 °C. Умови парофазного аналізатору: температура термостату 80 °C, час утворення парової фази — 30 хв, об'єм інжекції — 1 мл.

Експериментальні данні та їх обробка. Основними попередниками летких ароматичних сполук вважають поліненасичені жирні кислоти цитоплазматичних мембран, амінокислоти, вуглеводи та інші клітинні компоненти [6]. Згідно з дослідженнями О. Ламікарна і співавторів, особливість складу свіжих нарізаних скибочками 3 мм плодів дині полягає в тому, що після 2 діб зберігання при температурі 20 °C загальний вміст амінокислот знижується приблизно на 40 % [5]. У цих дослідженнях встановлено, що найбільш значні втрати протягом перших 2 діб були аспарагінової кислоти, глютамінової кислоти, аспарагіна, серину і глютаміну. Інші амінокислоти, включаючи аргінін, гістидин, пролін, фенілаланін також зменшувались в дині при температурі 20 °C, але в меншому ступені. Втрата розчинних сухих речовин при таких умовах становила 17 %, а вміст цукрів практично не змінювався. У зв'язку з такими літературними даними, можливо встановити залежність між зміною ароматичних компонентів і амінокислотного складу дині. Для цього досліджували ступінь руйнування карбонільних сполук, найбільш відповідальних за свіжий аромат дині, протягом 2 діб при температурі 20 °C, з інтервалом 12 годин, різного ступеня подрібнення дині і в поєднанні з бобовими (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст масової частки карбонільних сполук, % в 100 г

Найменування зразків	Час, годин			
	12	24	36	48
Диня, нарізана скибочками	0,087	0,050	0,035	0,020
Гомогенат дині	0,097	0,070	0,060	0,053
Гомогенат бобових	0,012	0,012	0,010	0,010
Гомогенат дині з квасолею	0,100	0,095	0,082	0,075
Гомогенат дині з нутом	0,110	0,110	0,100	0,088

Протягом 2 діб найбільші втрати карбонільних сполук, спостерігалися в зразках подрібнених скибочками. Ці втрати склали від початкової кількості 77 %. У гомогенаті дині

втрати менше, складають 45 %, що пояснюється значним вивільненням клітинних ліпоксигеназ, що беруть участь у відновленні втрачених ароматів [2, 6]. Вміст ароматичних компонентів карбонільної групи в гомогенаті бобових і їх подальше руйнування протягом 48 годин є мінімальним. Динаміка зниження концентрації карбонільних сполук у зразках дині з бобовими має певні відмінності, хоча в цілому зменшення концентрації становить 20—25 %. Зразки з нутом в 1, 2 рази більше містять ароматичних сполук через 48 годин, ніж з квасолею. Оскільки амінокислотний склад нуту і квасолі відрізняється, очевидно, що участь амінокислот має важливе значення в утриманні свіжого аромату дині.

Порівняння ароматичних компонентів у системі гомогенатів «диня-бобові» на хроматографі підтверджує різний ступінь участі амінокислот у відновленні ароматичних компонентів через 48 годин (рис. 1, 2).

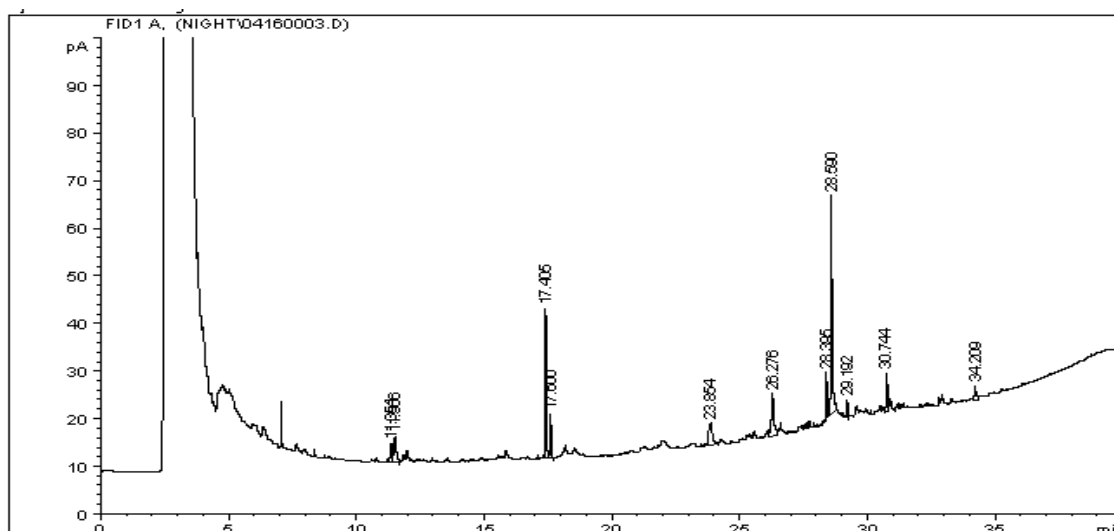


Рис. 1. Хроматограма парової фази комплексу «диня-нут»

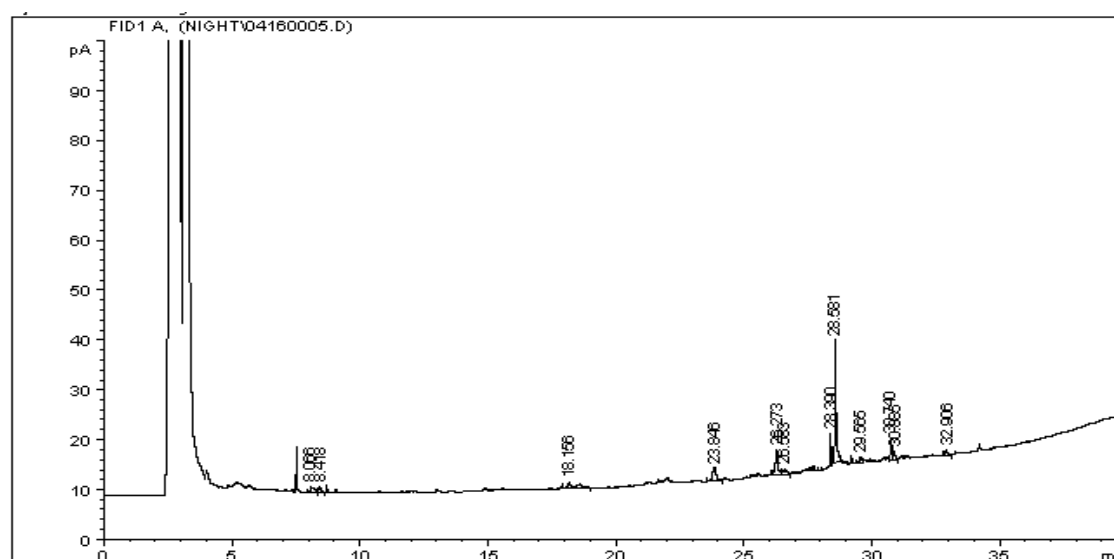


Рис. 2. Хроматограма парової фази комплексу «диня-квасоля»

Концентрація сполук у вільному газовому просторі над продуктом свідчить, що

спорідненість до зв'язування карбонільних (ароматичних) компонентів бобовими (квасоля, нут) культурами проявляється по-різному. Аналіз піків показав, що наонадіеніл зберігся в обох зразках, хоча з квасолею в меншій мірі, а ноненаль, оксононень і наонадіеналь були присутні значною мірою тільки в зразках з нутом. Супутні компоненти аромату дині як бутилацетат, ізопропілацетат, метілпропіонат, етілгексаноат, етілпропіонат мали приблизно рівну концентрацію в зразках з бобовими.

Участь амінокислот у збереженні та відновленні свіжого аромату дині шляхом компенсації їх з гомогенатів бобових підтверджується дослідженнями з модельними зразками. У гомогенат дині після 48 годин зберігання при 20 °С додавали 5 % розчини аспаргінової кислоти, глютамінової кислоти, аргініну і аланіну. Встановлено, що аспаргінова і глютамінова кислоти найбільш важливі, з точки зору відновлення втрачених ароматів свіжої дині. Відомо, що результати дослідження модельних систем не переносять напряму на реальні харчові продукти, тому цілком можливо, що інші амінокислоти також відіграють важливу роль у процесах ароматизації.

Амінокислоти і велика частина ненасичених карбонільних сполук руйнуються при нагріванні, тому зміна аромату темпурних продуктів вказує на їх роль у процесах ароматизації. З цієї метою в рецептурі темпурного кляра 20 % темпурного борошна було замінено гомогенатом дині з бобовими (співвідношення 1:1) і окремо підготовленими тонкоподрібненими нутом і квасолею. Термічній обробці піддавали кабачки і гарбуз, нарізані скибочками 4—5 мм, які умочували в кляр і смажили в глибокій сковороді з нагрітою дезодорованою кукурудзяною олією. Особливість кабачків і гарбуза полягає у відсутності приємного ароматного запаху після нагрівання. Аналіз аромату готових продуктів проводили органолептичним методом після охолодження до кімнатної температури (табл. 2). Крім того, підготували зразки для аналізу у вигляді обсмаженого кляру з темпурного борошна без продукту і класичного кляру тільки з пшеничного борошна.

Таблиця 2. Основні аромати обсмажених продуктів

Компоненти рідкого тіста	Продукт в темпурному клярі		Кляр (без продукту)	
	Кабачок	Гарбуз	Темпурний	Класичний
Нут-диня	Свіжий	Огірковий	Огірковий	Бобовий
Нут	Попкорн	Бобовий	Горіховий	Горіховий
Квасоля-диня	Яблучний	Фруктовий	Фруктовий	Бобовий
Квасоля	Попкорн	Картопляний	Хлібний	Хлібний

Органолептична оцінка і переважаючі дескриптори окремо обсмаженого кляру, кабачків і гарбуза показує, що гомогенат дині в рецептурі рідкого тіста певним чином впливає на кінцевий аромат продукту. Це можна пояснити тим, що ароматичні компоненти гомогенатів дині зв'язуються крохмалем, який входить до складу темпурного борошна, нуту і квасолі. Типовою для процесу обсмажування є реакція Майяра, компоненти якої беруть участь в утворенні піразинів. Звідси поява огіркового аромату, якому відповідають компоненти: 2-вторбутил-3-метоксіпіразин, 2-ізопропілпіразин, гексаналь, гексеналь, ноненаль, наонадіеналь. У яблучному і фруктовому ароматах присутні гексаналь, гексеналь, бутилацетат, гексенілацетат, гексенілбутірат, пропілбутірат, бензальдегід, які є результатом реакцій ізомеризації вихідних компонентів гомогената дині і продуктів термообробки.

Відмінні властивості крохмалю в класичному клярі полягають в тому, що він має меншу спорідненість до зв'язування аромату дині. Тому і при обсмажуванні в ньому кабачків і гарбуза, зберігається малоприємний комплекс запахів. Амінокислоти квасолі і нуту призводять до утворення практично однакових ароматів в готовому клярі з темпурного борошна і пшеничного. Тому можна зробити висновок, що збільшення концентрації амінокислот у реакції Майяра дає можливість моделювати аромат готового кляру в межах дескрипторів «хлібний», «горіховий», «попкорн».

Висновки. Встановлено залежність між зменшенням вмісту амінокислот і аромату в подрібнених плодах дині. Показано, що більш тонке подрібнення призводить до меншої інтенсивності руйнування аромату за рахунок протікання ферментативних реакцій, які здатні відновлювати ароматичні сполуки. Відновлювальними властивостями володіють амінокислоти нуту, які надають продукту свіжий аромат протягом 48 годин. Продукти з іншим амінокислотним складом, наприклад, квасоля, володіє такими властивостями в меншому

ступені. Основні компоненти запаху утримуються не тільки завдяки необхідному амінокислотним набору, але і крохмалю. Пшеничне борошно, на відміну від темпурного, має меншу реакційну здатність у процесах утримання ароматичних компонентів. Компоненти темпурного борошна і гомогенат дині розширюють можливість вивчення процесів зв'язування ароматів в системі «вуглеводи-амінокислоти».

Смачні японські страви, як суші, роли, гункани, оригінальні східні салати, можливо модифікувати в українській кухні. Завдяки спеціальному темпурному кляру, кожен продукт, незважаючи на термічну обробку може володіти завідомо відомими дескрипторами і приємним запахом. Взаємодія продуктів реакції Майяра з ароматичними компонентами і їх попередниками становить науковий інтерес у питаннях формування запаху термічно оброблених продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Нечаев, А.П.* Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. [под ред. А.П.Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп.]. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 640 с.
2. *Damodaran, S., Parkin, K. L.* Fennema's food chemistry / S. Damodaran, K.L. Parkin // Boca Raton. — FL: CRC press., 2008. — (Vol. 4).
3. *Смирнов, Е.В.* Пищевые ароматизаторы. Справочник / Е.В. Смирнов. — СПб.: Издательство «Профессия», 2008. — 736 с.
4. *Дубова Г.Е.* Бондаренко Я.Ю. Спосіб отримання солодкого супу «Тропічна лагуна» із збереженням натурального аромату / Г.Е. Дубова, Я.Ю. Бондаренко [Пат. на корисну модель 67712 МПК А23L 1/39 заявник і патентовласник ПУЕТ]. — № u2011 04409 заявл.11.04.11; опубл. 12.03.12, Бюл. № 5.
5. O. Lamikanra Biochemical and Microbial Changes during the Storage of Minimally Processed Cantaloupe / O. Lamikanra, J. C. Chen, D. Banks, and P. A. Hunter. // J. Agric. Food Chem. — 2000. — 48. — P.5955-5961.
6. *DeMan, John M.* Principles of food chemistry / DeMan John M. -Springer, 1999. — 460 p.
7. *Химический состав пищевых продуктов* / Под ред. проф., д.т.н. И.М. Скурихина, проф., д.мед.н. М.Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
8. *Пат. на корисну модель 78188* МПК G01N 33/48. Дубова Г.Е., Овчинікова С.О. Спосіб визначення карбонільних сполук в паровій фазі харчового продукту / заявник і патентовласник ПУЕТ. — № u 201210608 за-явл.10.09.12; опубл. 11.03.13, Бюл. № 5.

АРОМАТИЗАЦИЯ ТЕМПУРНЫХ ПРОДУКТОВ

Г.Е. Дубова

Полтавский университет экономики та торговли

И.В. Левчук, О.В. Голубець

«ГП Укрметртестстандарт»

Рассмотрены взаимодействия ароматических компонентов с белками, углеводами в пищевой матрице. Спрогнозировано участие аминокислот в реакциях разрушения и восстановления аромата. Подтверждены химическим анализом возможности связывания бобовыми культурами карбонильных соединений дыни. Представлены результаты эмпирических усилий внесения ароматов в темпурные продукты.

Ключевые слова: дыня, аромат, углеводы, связывание, белок, темпура, фасоль, нут.