УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

3. Levytskyi, A. P., Lapinska, A. P., Selivanska, I. O., & Khodakov, Y. V. (2014). Vykorystannia pobichnykh produktiv pererobky vynohradu u funktsionalnii hodivli silskohospodarskykh tvaryn ta ptytsi. *Naukovi pratsi ONAKhT*, 1(46), 51 - 57.
4. Rasines-Perea, Z., Ky, I., Cros, G., Crozier, A., & Teissedre, P. L. (2018). Grape Pomace: Antioxidant Activity, Potential Effect Against Hypertension and Metabolites Characterization after Intake. *Diseases*, 6(3), 60.
5. Peixoto, C. M., Dias, M. I., Alves, M. J., Calhelha, R. C., Barros, L., Pinho, S. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. *Food Chem*, 253, 132 - 138.
6. Kafantaris, I., Kotsampasi, B., Christodoulou, V., Kokka, E., Kouka, P., Terzopoulou, Z., ... & Makri, S. (2017). Grape pomace improves antioxidant capacity and faecal microflora of lambs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101(5), 108 - 121.
7. Aditya, S., Ohh, S. J., Ahammed, M., & Lohakare, J. (2018). Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Animal Nutrition*, 210 - 214.
8. Smith, I., Yu, J., Hurley, S. L., & Hanner, T. (2017). Impact of Diet Containing Grape Pomace on Growth Performance and Blood Lipid Profile of Young Rats. *Journal of medicinal food*, 20(6), 550 - 556.

Cite as

Левицький А.П., Лапінська А.П., Ходаков І.В., Хоренжий Н.В. Обґрунтування доцільності використання борошна з вичавок винограду при виробництві комбікормової продукції // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2018. Т. 82, вип. 2. С. 35 – 40.

Отримано в редакцію 28.08.2018

Прийнято до друку 27.09.2018

Received 28.08.2018

Approved 27.09.2018

УДК 664.8:579864: [615.099:577.175.8]

ЩОДО ПИТАННЯ ПРО УТВОРЕННЯ БІОГЕННИХ АМІНІВ У
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ
TO THE QUESTION OF THE FORMATION
OF BIOGENIC AMINES IN FOOD PRODUCTS

Безусов А.Т., д-р техн. наук професор, Манолі Т.А., канд. техн. наук, доцент,

Нікітчін Т.І., канд. техн. наук, доцент, Баришева Я.О., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій

Bezusov A.T., Manoli T.A., Nikitchina T.I., Barysheva Ya.O.

Odessa National Academy of Food Technologies

Copyring © 2018 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація. У статті показано, що особливої популярності останнім часом набувають ферментовані продукти. Однак у процесі виробництва зрілих вин, сирів, ковбас і багатьох рибних продуктів утворюються біогенні аміни в результаті декарбоксилювання вільних амінокислот під дією ферментних систем мікробного походження при порушенні умов зберігання. Біогенні аміни - це група азотовмісних органічних сполук з аліфатичною (путресцин, кадаверин, спермін, спермидин), ароматичною (тирамін, фенілетиламін) або гетероциклічною (гістамін, триптамін) структурою. Деякі з них мають велику біологічну активність (гістамін, серотонін, дофамін, тирамін), інші (путресцин і кадаверин) підсилю-

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

ють токсичну дію гістаміну на організм людини. В окремих випадках, коли вміст гістаміну в десятки разів перевищує гранично допустимий рівень, риба може набувати гострого смаку. Отруєння гістаміном можуть мати летальний результат. Аналіз літературних даних показав, що до причин утворення біогенних амінів відносять: мікробіологічну якість вихідної сировини, умови і терміни зберігання сировини і готової продукції, наявність декарбоксилазно позитивних мікроорганізмів.

Abstract. In Ukraine 10 million facts of food poisoning are recorded every year. So safety of product is very important. Biogenic amines are toxic compounds that can cause adverse effects on the consumers and high levels of biogenic amines can be formed in fermented products (seafood, cheese, fermented meat, and alcoholic beverages). The biogenic amines are a group of nitrogen-containing organic compounds, with aliphatic structure. For example: histamine, tyramine, putrescine, cadaverine, tryptamine and 2 - phenylethylamine. Causes of accumulation of biogenic amines are lactic acid fermentation, violation of technological process. Biogenic amines (BA) are basic nitrogenous compounds formed mainly by decarboxylation of amino acids. The chemical structure of BA can either be: aliphatic (putrescine, cadaverine, spermine, spermidine), aromatic (tyramine, phenylethylamine), heterocyclic (histamine, tryptamine). Several authors had classified cadaverine, putrescine, spermine, and spermidine among polyamines. Analysis of literature showed that the reasons for the formation of biogenic amines include: microbiological quality of raw materials, conditions and terms of storage of raw materials and finished products, and the presence of decarboxylase positive microorganisms. The analysis of literary data shows that the causes of the formation of biogenic amines include the action of lactic acid bacteria. The consumer demand for lactic acid products is increasing, and therefore, growing and needing a new direction in the study of the causes of the formation of biogenic amines. Lactic acid bacteria are able to synthesize biogenic amines that have toxicity during enzymatic maturation. Due to the toxicity of biogenic amines, many countries have introduced restrictions on their content in food.

Ключові слова: біогенні аміни, ферментовані продукти, гістамін, декарбоксилазна активність, отруєння гістаміном, амінокислоти.

Key words: biogenic amines, fermented foods, histamine, decarboxylase activity, histamine poisoning, amino acids.

Вступ. Однією з пріоритетних проблем держави є безпека продовольства, запобігання виробництву, реалізації та споживання неякісних харчових продуктів, здатних нанести шкоду здоров'ю населення. Тому в останні роки виробники харчових продуктів приділяють все більш серйозну увагу питанням контролю якості сировини, кінцевого продукту і його безпечності. При виборі харчових продуктів споживачеві допоможе інформація про відповідність продукції сучасним вимогам безпеки, що гарантує сертифікація відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 22000: 2007 «Системи управління безпекою харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчових ланцюгів» [1]. Сьогодні проблема безпеки вітчизняних рибних продуктів регулюється СанПіН за рядом показників, в тому числі за біологічно активним аміном - гістаміном.

Гістамін був синтезований у 1907 р. і описаний у 1910 р. як речовина («beta-1»). Проте знадобилося 17 років, аби продемонструвати його присутність в інших тканинах. Відношення між гістаміном і анафілактичною реакцією було доведено у 1929 р., і його ідентифіковано як посередник анафілактичних реакцій у 1932 р. [2 - 4]. Гістамін є біогенним з'єднанням, що утворюється в організмі при декарбоксилюванні амінокислоти гістидину, що каталізується гістидиндекарбоксилазою. Декарбоксилювання – відщеплення α -карбоксильної групи. Від гістидина специфічний фермент відщеплює вуглекислий газ, з утворенням гістаміну. Продуктами реакції є CO_2 і біогенні аміни. Утворення біогенних амінів відбувається за участю ферментів декарбоксилаз в присутності коферменту піридоксальфосфату. Так в результаті реакції декарбоксилювання вільних амінокислот з амінокислоти гістидину утворюється амін – гістамін. Він викликає посилення діяльності залоз внутрішньої секреції і знижує кров'яний тиск.

При декарбоксилюванні тирозину і триптофану утворюються відповідно тирамін і триптамін. Декарбоксилювання лізину і аргініну супроводжується утворенням кадаверину і агматину. Гістамін накопичується в тучних клітинах і базофілах у вигляді комплексу з гепарином; вільний гістамін швидко деактивується окисленням, каталізується діаміноксидазою (гістаміназою) або метилюється гістамін-N-метилтрансферазою. Кінцеві метаболіти гістаміну – імідазолотова кислота і N-метілгістамін – виводяться із сечею [5 - 8].

Актуальність. На сьогоднішній день збільшився інтерес до певного сегменту продукції, такої як ферментовані продукти і напої, вироблені на основі біотехнологічних прийомів із застосуванням ферментних препаратів мікробіологічного походження. До цієї групи харчових продуктів можна віднести такі

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

продукти харчування як вино, сири, сухі ковбаси, рибні продукти, квашена капуста. Особливістю технології виробництва цих продуктів є утворення біогенних амінів, що володіють токсичністю. Біогенні аміни – це група азотовмісних органічних сполук з аліфатичною (путресцин, кадаверин, спермін, спермидин), ароматичною (фенілетиламін) або гетероциклічною (гістамін, триптамін) структурами. Деякі з них мають велику біологічну активність (гістамін, серотонін, дофамін, тирамін), інші (путресцин і кадаверин) підсилюють токсичну дію гістаміну на організм людини. Біогенні аміни утворюються в результаті декарбоксілювання вільних амінокислот під дією ферментних систем мікробного походження. Декарбоксілювання амінокислот – процес практично незворотній, що призводить до утворення біогенних амінів. Всі декарбоксилази амінокислот, за винятком аспартат β-декарбоксилази здійснюють реакцію α-декарбоксілювання. У наукових роботах Гейла є відомості, що [9 - 11] в бактеріях були знайдені ферменти, які каталізують α-декарбоксілювання аргініну, гістидину, глутамінової кислоти, лізину, орнітину з утворенням відповідно агматину, гістаміну, кадаверину і путресцину. Виявлено, що утворення ферменту відбувається в стаціонарній фазі росту бактерій, при закисненні середовища. Також необхідна присутність в живильному середовищі амінокислоти – субстрату реакції. Для здійснення реакції декарбоксілювання амінокислота повинна мати вільну α-аміногрупу, вільну α-карбоксильну групу, а також віддалену від них полярну групу. Підвищене надходження біогенних амінів, зокрема гістаміну може викликати так звану «гістамінову» мігрень, або як її ще називають, синдром Хортон, невралгію Харріса, що характеризується головним болем, болем у області очей, лоба, скроневої частини голови, слізотечею, запаленням слизової носа та іншими симптоми, включаючи нудоту, розлад шлунку, піт, підвищене виділення шлункового соку, часте серцебиття і зниження кров'яного тиску. Також отруєння гістаміном можуть мати летальні наслідки.

Аналіз літературних джерел. Аналіз літературних даних показує новий напрямок в дослідженнях причин утворення біогенних амінів – участь молочнокислих бактерій. Споживчий попит на продукти, що сприяють зміцненню здоров'я, створює потребу в розробці біофункціональних молочних продуктів. Наступні автори E.Renesa, V.Laderob, M.E.Tornadijoa, J.M.Fresno говорять про те що, молочнокислі бактерії здатні синтезувати біогенні аміни, які володіють токсичністю [12]. Рокфор, Горгонзола, дорблю і Камамбер ... Людина робить сири з пліснявою вже більше 4000 років і за цей час навчилася управляти процесами дозрівання і не боятися плісені, яка часто супроводжує сир при дозріванні. Однак мало хто знає, що разом з «букетом», під час ферментативного дозрівання в цих сирах накопичуються біогенні аміни. Залежно від умов виробництва біогенні аміни часто розподіляються нерівномірно в сирі. Протеоліз – це вирішальний фактор, оскільки він безпосередньо пов'язаний з наявністю вільних амінокислот, з яких в подальшому утворюються біогенні аміни. Умови прискореного і посиленого протеолізу, під час дозрівання сирів, призводять до різкого збільшення біогенних амінів [13]. Виявлено, що тверді, старі, дозрілі сири містять завжди вищий рівень біогенних амінів (до 1100 мг / кг), ніж незрілі, молоді сири. Рівень гістаміну може досягати 2500 мг / кг. У сирах також утворюється путресцин і кадаверин. Вміст першого в деяких видах сирів досягає 680 мг / кг, а другого - 370 мг / кг. З наукових праць вчених Burdychová R, Komprda, Fernández M, Linares D відомо, що в сирах основними мікроорганізмами з декарбоксилазною активністю є мікроорганізми, що відносяться до родів: *Lactobacillus*, *Enterococcus*, а такі види як *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans* вважають сильними тирамін-продуцентами. Види *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus curvatus* були ідентифіковані, як гістамін-продуценти. Тирамін і путресцин – основні біогенні аміни, які знаходяться в зрілих сирах. Гістамін утворюється в кінці процесу дозрівання сиру [13 - 16].

Важливу нішу у ферментованих напоях займають вино і пиво. У виноробному виробництві до обов'язкових умов утворення та накопичення біогенних амінів відносяться: наявність в середовищі вільних амінокислот; наявність у дріжджів або молочнокислих бактерій ферментної системи, яка має декарбоксилазну активність; оптимальні умови середовища для зростання і розвитку дріжджів або молочнокислих бактерій. Для вин характерна наявність трьох основних біогенних амінів: гістамін, тирамін, путресцин. Вони зазвичай утворюються при малолактозній ферментації [17, 18]. Головні гістамін-продуценти відносяться до родів: *Oenococcus oeni*, *L. Hilgardii*, *Pediococcus parvulus*; путресцин-продуцентами є *O. Oeni*; тирамін-продуцентами є *L. hilgardii*, *L. Brevis*, *Leuconostoc* [19].

Karem Henríquez-Aedo, Daniel Duránb, Apolinaria Garcíac, Martha B. Hengstd, Mario Aranda в своїх роботах описують, що штами *Lactobacillus rhamnosus* і *Oenococcus oeni*, які беруть участь в винофікації, є продуцентами біогенних амінів, особливо *L. Rhamnosus* у вивчених видах Cabernet Sauvignon [9]. Авторами Justa María Povedaa, Patricia Ruizb, Susana Seseñab було описано, що види бактерій, що належать до родів *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* і *Enterococcus faecium*, продукували біогенні аміни (особливо тирамін в суслі та пиві) [20]. Аналіз роботи J. M. Landete, S. Ferrer., I. Pardo показав, що всі

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

види, виділені з вина з використанням ферментативного методу і методом високоефективної рідинної хроматографії, а саме *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* були здатні продукувати гістамін. При кількісному визначенні гістаміну можна помітити, що *Pediococcus* продукував рівні більше 200 мг / л. Штам *Oenococcus oeni* 4042 був єдиним штамом *Oenococcus*, який виявився позитивним для продукування гістаміну (близько 100 мг / л).

Серед продуктів, що характеризуються накопиченням біогенних амінів, особливе місце займає риба і м'ясна продукція. Аналіз літературних джерел розкрив численні фактори, відповідальні за накопичення гістаміну в рибній сировині і консервах. Встановлено, що на накопичення біогенних амінів впливає мікробіологічна чистота вихідної сировини, режими зберігання, ряд технологічних чинників, кількість гістидину в тканинах риби, умови зберігання сировини і готової продукції [21 - 25]. Також на утворення гістаміну в рибі впливають різні види бактерій родини *Enterobacteriaceae*, які володіють гістидиндекарбоксилазною активністю і сприяють накопиченню гістаміну. Види *Morganellamorganii*, *Klebsiellapneumoniae*, *Hafniaalvei*, *Proteusvulgaris*, *Proteusmirabilis*, *Enterobacteraerogenes*, *Enterobactercloacae*, *Serratiafonticola*, *Serratialiquefaciens*, *Raoultella* (раніше *Klebsiella*) *planticola*, *Raoultellaornithinolytica*, *Proventiastuartii* і *Citrobacterfreundii*, *Clostridium* spp., *Vibrioalginolyticus*, *Acinetobacterlowffii*, *Plesiomonasshigelloides*, *Pseudomonasputida*, *Pseudomonasfluorescens*, *Aeromonasspp* і *Photobacterium* spp також були відзначені, як гістамінформуючі бактерії [26].

Кизеветтер І.В., Чашина С.Л. розглядають в своїх роботах таку причину утворення біогенних амінів, як мікробіологічна якість вихідної сировини [27, 28]. Риба є поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів, що призводить до її мікробіологічного псування – гниття і впливає на процес утворення біогенних амінів. Типи гістамінпродукуючих бактерій зазвичай присутні в середовищі з солоною водою. Вони знаходяться на зябрах, на зовнішній поверхні і в кишечнику риб. Після смерті захисні механізми риби не перешкоджають росту бактерій в м'язовій тканині і гістамінпродукуючі бактерії починають рости. Видалення зябер може зменшити, але не виключити кількість гістамінпродукуючих бактерій. При деяких видах лову риби, наприклад заберна сітка, смерть риби може статися за кілька годин до того, як риба буде видалена з води, отже утворення гістаміну вже може початися ще до того, як риба потрапить на борт судна [27, 28].

Автор Л.Т. Серпуніна, в своїх роботах описала критичні точки у виробництві рибних консервів. Порушення температурно-часових параметрів виконання операцій дефростації і засолу рибних напівфабрикатів слугує ризиком накопичення (особливо в літній період) гістаміну в напівфабрикаті до небезпечних рівнів, в тому числі, що перевищують нормативи деяких зарубіжних країн (США і Канади). Нормативними документами США допускається вміст гістаміну в харчових продуктах 50 мг / кг, в Канаді 20 мг / кг [29, 30]. Так, вміст гістаміну в натуральних рибних консервах становив 53 мг / кг, а в рибних консервах в томатному соусі - 69 мг / кг. Також біогенні аміни можуть утворюватися протягом всього виробничого процесу, а також при зберіганні продукції, при недотриманні правильного температурного режиму. Було з'ясовано, що після одинадцяти місяців зберігання в консервах рівень гістаміну в червоних м'язах досяг 79 мг / кг, а в білих 44 мг / кг.

Давно визнано, що океан – це добре і відносно недороге джерело харчування. Безперервне зростання світового населення вимагає максимального використання риби та водних тварин, що мають панцир (моллюсків і ракоподібних) як багатих білком. Багато риб і морських тварини з панциром, безпечні і тільки в окремих випадках токсичні. Отруєння, пов'язані зі споживанням продуктів моря, відзначалися у всій історії людства. Основну кількість отруєнь можна розділити на наступні категорії: паралітичне отруєння моллюсками і ракоподібними; інтоксикація сігуатера; отруєння тетродотоксином і скумброїдне отруєння. Скумброїдне отруєння – тип отруєння, безпосередньо пов'язаний зі споживанням риб, які відносяться до роду скумброїдних: макрелешук, тунца, макрелі, сардини, анчоуса. У США випадки скумброїдного отруєння реєструються, починаючи з 30-тих років. Симптоми скумброїдного отруєння дуже нагадують алергічну реакцію на гістамін і включають почервоніння обличчя, головний біль, рвоту і болі в животі. Ця хвороба рідко призводить до летального результату [31 - 35].

Межа переносимості гістаміну для дорослої людини становить 5 - 6 мг / кг. Токсична доза знаходиться в межах > 100 - 1000 мг / кг продукту та високотоксична – більш 1 г / кг. Тимчасовий гранично допустимий рівень гістаміну для українських виробників рибопродукції для сировини і готової продукції становить 100 мг / кг. У США і Канаді допускається до 50 мг / кг, в Австралії – до 100 мг / кг, в Швеції – до 100 мг / кг у свіжій рибі і не більш 200 мг / кг в солоній рибі. Нормативними документами США допускається вміст гістаміну в харчових продуктах 50 мг / 100 г, в Канаді, Данії, Індії, Швеції гранично допустимі рівні 20 мг [36].

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК**

Висновки: В статті показана актуальність вивчення причин утворення біогенних амінів, оскільки зріс інтерес до такого сегменту продукції, як ферментовані продукти і напої вироблених на основі біотехнологічних прийомів із застосуванням ферментних препаратів мікробіологічного походження. Серед продуктів, що характеризуються накопиченням біогенних амінів відзначають зрілі вина, сири, ковбаси, квашену овочеву продукцію і багато рибопродуктів. У зв'язку з токсичністю біогенних амінів багато країн ввели обмеження на вміст його в продуктах харчування. У статті акцентовано увагу на необхідності вивчення нового напрямку в дослідженнях причин утворення біогенних амінів, такого як участь молочнокислих бактерій, які здатні синтезувати біогенні аміни, під час ферментативного дозрівання.

Література

1. ДсанПіН 197-2003 Державні санітарні правила і норми для підприємств і суден, що виробляють продукцію з риби та інших водних живих ресурсів.
2. Haas H., Panula P. The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system // *Nat. Rev. Neurosci.* 2003. Vol. 4. P. 121–130.
3. Jahn K., Haas H. L., Hatt H. Histamine activated currents in the olfactory bulb // *NaunynSchmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 1995. Vol. 352. P. 386–393.
4. Akdis C. A., Blaser K. Histamine in the immune regulation of allergic inflammation // *J. Allergy. Clin. Immunol.* 2003. Vol. 112. P. 15–22.
5. Hattori Y, Seifert R. «Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease», 2017, стр.141-160.
6. Jutel M, Akdis M, Akdis CA (2009) Histamine, histamine receptors and their role in immune pathology. *Clin Exp Allergy* 39:1786–1800. doi:10.1111/j.1365-2222.2009.03374.x
7. Hattori Y, Seifert R. «Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease», 2017, стр.277-301.
8. Haas H, Panula P. «The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system» *Nat Rev Neurosci* 2003; 6:121-130
9. Jahn K., Haas H. L., Hatt H. Histamine activated currents in the olfactory bulb // *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 1995. Vol. 352. P. 386–393.
10. Gale E. F. // *Biochem. J.* 1940. Vol. 34. P. 392–413.
11. Бішко О. Гістамін і блокатори гістамінових рецепторів. Структурні та функціональні аспекти // *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 2012. Випуск. 2012. Т. 60. С. 40-57.
12. Production of sheep milk cheese with high γ -aminobutyric acid and ornithine concentration and with reduced biogenic amines level using autochthonous lactic acid bacteria strains / Renesa E. et al. // *Food Microbiology* . 2019. Vol. 78, № 3. P. 1-10.
13. Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese / Veciana-nogués . et al. // *Journal of Food Science*. 2003. Vol. 68, № 7. P. 750 - 755.
14. Burdychová R ., Komprda T. Biogenic amine-forming microbial communities in cheese // *Microbiology Letters*. 2007. Vol. 276, № 3. P. 149-155.
15. Factors affecting tyramine production in *Enterococcus durans* / Alvarez M. et al. // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2007. Vol. 73, № 7. P. 1400 - 1406.
16. Burdychová R., Komprda T. Biogenic amine-forming microbial communities in cheese // *Microbiology Letters*. 2007. Vol. 276, № 5. P. 49 - 52.
17. Histamine production by wine lactic acidbacteria: isolation of a histamine-producing strain of *Leuconostoc oenos* / Lonvaud-funel A. et al. // *Appl.Bacteriol.* 1994. Vol. 77, № 5. P. 401 - 407.
18. Formation of biogenic amines throughout the industrial manufacture of red wine / Martin-alvarez P. et al. // *Food Prot.* 2006. Vol. 69, № 5. P. 397 - 404.
19. Identification of biogenic amines-producing lactic acid bacteria isolated from spontaneous malolactic fermentation of chilean red wines / henríquez-aedo K. et al. // *Food Science and Technology*. 2016. Vol. 68, № 8. P. 183 - 189.
20. Occurrence of biogenic amine-forming lactic acid bacteria during a craft brewing process / Justa . et al. // *Food Science and Technology*. 2017. Vol. 85, № 3. P. 48 - 55.
21. Кизеветтер И.В. К вопросу о накоплении гистамина в тканях тела тихоокеанской скумбрии // *ИЗВЕСТИЯ ТИНРО* . 1972. Т. 83, вып. 2. С. 27 - 34.
22. Histamine production by *Morganella morganii* in mackerel, albacore, mahi-mahi, and salmon at various storage temperatures / Kim . et al. // *J. Food Sci.* 2002. Vol. 67, No. 4. P. 1522 - 1528.
23. Технология рыбных продуктов : учебник / Кизеветтер И.В. и др. Москва: Пищевая промышленность, 1965. 752 с.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК**

24. Histamine and other biogenic amines in Albacore tuna. / Glória . et al. // Aquatic Food Prod. Technology. 1999. Vol. 8, No. 5. P. 55 - 69.
25. Подсосонная М.А., Родина Т.Г. Проблема гистамина в рыбной продукции // Пищевая технология. . 2004. Т. 1, вып. 5. С. 30 - 32.
26. Huss H., Gram L. Microbiological spoilage of fish and fish products // Food Microbiol. 1996. Vol. 33, No. 6. P. 121 - 137.
27. Чашина С.Л., Серпунина Л.Т. Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана / Дальрыбвтуз. Владивосток: ФГБНУ «ВНИРО», 2010. 100 с.
28. Кизеветтер И.В. К вопросу о накоплении гистамина в тканях тела тихоокеанской скумбрии // ИЗВЕСТИЯ ТИНРО . 1972. Т. 85, вып. 2. С. 20-26.
29. Серпунина Л. Т. Оценка безопасности рыбных консервов по уровню гистамина // Пищевая технология. . 2004. Т. 1, вып. 5. С. 30 - 32.
30. Серпунина .Т., Бречко Е. . Известия Калининградского государственного технического университета / Калининградский государственный технический университет. Калининград: КГТУ, 2011. 210 с.
31. Hattori Y, Seifert R. «Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease», 2017. P. 141-160.
32. Hattori Y, Seifert R. «Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease», 2017. P. 277-301.
33. Jutel M, Akdis M, Akdis CA (2009) Histamine, histamine receptors and their role in immune pathology. Clin Exp Allergy 39:1786–1800. doi:10.1111/j.1365-2222.2009.03374 x
34. Haas H, Panula P. «The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system» Nat Rev Neurosci 2003. Vol. 4. P. 121 - 130.
35. The role of histamine on cognition / Alvarez E. O. // Behavioural brain research. – 2009. Vol. 199. №. 2. P. 183-190.
36. Venugopal V. Marine products for healthcare : functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean // CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business. 2017. Vol. 5, No. 10. P. 20-27.

References

1. DСанPiN 197-2003 - Derzhavni sanitarni pravyla i normy dlia pidpriemstv i suden, shcho vyrobliaiut produktsiiu z ryby ta inshykh vodnykh zhyvykh resursiv.
2. Haas, H., & Panula, P. (2003). The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system. Nature Reviews Neuroscience, 4(2), 121–130.
3. Jahn, K., Haas, H. L., & Hatt, H. (1995). Patch clamp study of histamine activated potassium currents on rabbit olfactory bulb neurons. Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology, 352(4), 386–393.
4. Akdis, C. A., & Blaser, K. (2003). Histamine in the immune regulation of allergic inflammation. Journal of allergy and clinical immunology, 112(1), 15–22.
5. Hattori, Y, & Seifert R. (2017). Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease, 141–160.
6. Jutel, M., Akdis, M., & Akdis, C. A. (2009). Histamine, histamine receptors and their role in immune pathology. Clinical & Experimental Allergy, 39(12), 1786–1800.
7. Hattori, Y, & Seifert R.(2017). Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease, 277–301.
8. Haas, H., & Panula, P. (2003). The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system. Nature Reviews Neuroscience, 4(2), 121–130.
9. Jahn, K., Haas, H. L., & Hatt, H. (1995). Patch clamp study of histamine activated potassium currents on rabbit olfactory bulb neurons. Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology, 352(4), 386–393.
10. Gale, E. F. (1940). The production of amines by bacteria: The decarboxylation of amino-acids by strains of Bacterium coli. Biochemical Journal, 34(3), 392–413.
11. Bishko, O. (2012). Histamin i blokatory histaminovykh retseptoriv. Strukturni ta funktsionalni aspekty. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna–2012.(60), 40–57.
12. Renes, E., Ladero, V., Tornadijo, M. E., & Fresno, J. M. (2019). Production of sheep milk cheese with high γ -aminobutyric acid and ornithine concentration and with reduced biogenic amines level using autochthonous lactic acid bacteria strains. Food microbiology, 78, 1 - 10.
13. Novella-Rodríguez, S., Veciana-Nogués, M. T., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (2003). Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese. Journal of food science, 68(3), 750–756.
14. Burdychova, R., & Komprda, T. (2007). Biogenic amine-forming microbial communities in cheese. FEMS Microbiology Letters, 276(2), 149–155.
15. Fernández, M., Linares, D. M., Rodríguez, A., & Alvarez, M. A. (2007). Factors affecting tyramine production in Enterococcus durans IPLA 655. Applied Microbiology and Biotechnology, 73(6), 1400–1406.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

16. Burdychova, R., & Komprda, T. (2007). Biogenic amine-forming microbial communities in cheese. *FEMS Microbiology Letters*, 276(2), 49–52.
17. Histamine production by wine lactic acidbacteria: isolation of a histamine-producing strain of *Leuconostoc oenos*. (1994). Lonvaud-funel A. et al. *Appl.Bacteriol.* 77(5), 401–407.
18. Marcobal, Á., Martín-Álvarez, P. J., Polo, M. C., Muñoz, R., & Moreno-Arribas, M. V. (2006). Formation of biogenic amines throughout the industrial manufacture of red wine. *Journal of Food Protection*, 69(2), 397–404.
19. Henríquez-Aedo, K., Durán, D., García, A., Hengst, M. B., & Aranda, M. (2016). Identification of biogenic amines-producing lactic acid bacteria isolated from spontaneous malolactic fermentation of chilean red wines. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 183–189.
20. Poveda, J. M., Ruiz, P., Seseña, S., & Palop, M. L. (2017). Occurrence of biogenic amine-forming lactic acid bacteria during a craft brewing process. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 129 - 136.
21. Kyzevetter, Y. V. (1972). K voprosu o nakoplenyy hystamyna v tkaniakh tykhookeanskoi skumbryy. *Yzv. TYNRO*, 83, 27–34.
22. Kim, S. H., Price, R. J., Morrissey, M. T., Field, K. G., Wei, C. I., & An, H. (2002). Histamine production by *Morganella morganii* in mackerel, albacore, mahimahi, and salmon at various storage temperatures. *Journal of Food Science*, 67(4), 1522–1528.
23. Tekhnolohiya rybnikh produktov (1965). *Uchebnik / Kizevetter I.V. i dr. Moskva: Pishchevaya promyshlennost*, 752.
24. Gloria, M. B. A., Daeschel, M. A., Craven, C., & Hilderbrand Jr, K. S. (1999). Histamine and other biogenic amines in albacore tuna. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 8(4), 55–69.
25. Podsonnaia, M. A., & Rodyna, T. H. (2004). Problema hystamyna v rybnoi produktsyy. *Yzvestiya vysshikh uchebnykh zavedenyi. Pyshevaia tekhnolohiya*, 1(5), 30–32.
26. Gram, L., & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International journal of food microbiology*, 33(1), 121–137.
27. Chashchyna, S. L., Serpunyna, L. T. (2010). Aktualnye problemy osvoeniya byolohicheskikh resursov Myrovoho okeana . *Dalrybvtuz. Vladivostok: FHBNU «VNYRO»*, 100.
28. Kyzevetter, Y. V. (1972). K voprosu o nakoplenyy hystamyna v tkaniakh tykhookeanskoi skumbryy. *Yzv. TYNRO*, 83, 27–34.
29. Serpunina, T. (2004). Otsenka bezopasnosti rybnikh konservov po uronyu histamina. *Pishchevaya tekhnolohiya*, 1, (5), 30–32.
30. Serpunyna, T., & Brechko, E. (2011). *Yzvestiya Kalynynhradskoho hosudarstvennoho tekhnicheskoho unyversyteta . Kalynynhradskiy hosudarstvennyi tekhnicheskyy unyversytet. Kalynynhrad: KHTU*, 210 .
31. Hattori, Y, & Seifert R. (2017). Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease, 141–160.
32. Hattori, Y, & Seifert R. (2017). Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease, 277–301.
33. Jutel, M., Akdis, M., & Akdis, C. A. (2009). Histamine, histamine receptors and their role in immune pathology. *Clinical & Experimental Allergy*, 39(12), 1786–1800.
34. Haas, H., & Panula, P. (2003). The role of histamine and the tuberomamillary nucleus in the nervous system. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(2), 121–130.
35. Alvarez, E. O. (2009). The role of histamine on cognition. *Behavioural Brain Research*, 199(2), 183–189.
36. Venugopal, V. (2017). Marine products for healthcare : functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. *CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business*, 5(10), 20 - 27.

Cite as

Безусов А.Т., Манолі Т.А., Нікітчина Т. І., Баришева Я.О. Щодо питання про утворення біогенних амінів у харчових продуктах // *Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій*. Одеса, 2018. Т. 82, вип. 2. С. 40 – 46.

Отримано в редакцію 27.08.2018
Прийнято до друку 13.09.2018

Received 27.08.2018
Approved 13.09.2018