

УДК 664.87

**PROTEIN SUBSTANCES CHANGES OF MUSHROOMS DURING
HYDROTHERMAL TREATMENT IN MUSHROOM SNACKS
TECHNOLOGY**

Inna Zinchenko, Vita Terletska

National University of Food Technologies

*This article is dedicated to the investigation of hydrothermal treatment and taste additives influence on the protein substances changes of *Pleurotus Ostreatus* and *Agaricus bisporus* mushrooms and their ready-to-cook mushroom foods which are used in the developed technologies for snacks on the basis of edible mushrooms. Such biochemical changes of products as protein content and nitrogen form, albumin/globulin/prolamine/glutelin concentration, essential and nonessential amino acids contents have been studied and scientifically motivated. It has been discovered that with the introduction of salt and citric acid in the solution for hydrothermal treatment the amount of protein substances losses of mushrooms has decreased.*

The obtained scientific results can be useful and applied in technologies of food mushroom products.

Key words: *Pleurotus Ostreatus, Agaricus bisporus, mushroom products, hydrothermal treatment, protein, amino acid.*

**ЗМІНИ БІЛКОВИХ РЕЧОВИН ГРИБІВ В ПРОЦЕСІ
ГІДРОТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ГРИБНИХ
СНЕКІВ**

І. М. Зінченко, В. А. Терлецька

Національний університет харчових технологій

Стаття присвячена дослідженню впливу процесу гідротермічного оброблення і смакових добавок на зміни білкових речовин грибів глива звичайна та печериця двоспорова, а також їх грибних напівфабрикатів, які

використовуються в розробленій технології снєків на основі їстівних грибів. Досліджено та науково обґрунтовані зміни масової частки білка і азотистих речовин, фракційного складу білка, кількісного і якісного амінокислотного складу. Встановлено, що в процесі гідротермічного оброблення при внесенні кухонної солі і лимонної кислоти в розчин втрати білкових речовин грибів зменшуються.

Отримані наукові результати можуть бути корисними і використані при розробленні технологій грибних харчових продуктів.

Ключові слова: глива звичайна, печериця двоспорова, грибні продукти, гідротермічне оброблення, білок, амінокислота

Постановка проблеми. На жаль, асортимент продукції з грибів дуже обмежений, що зумовлено в першу чергу відсутністю належних технологій переробки [1]. Одночасний збір великої кількості їстівних грибів і обмежений термін зберігання обумовлюють розроблення нових і вдосконалення існуючих технологій переробки грибів, що дозволить розробити нові харчові продукти підвищеної харчової і біологічної цінності. У зв'язку з цим розроблення технології снєків на основі їстівних грибів є актуальним.

На основі аналізу хімічного складу їстівних грибів, з урахуванням можливості вирощування на Україні, за об'єкти досліджень були прийняті штучно культивовані гриби – глива звичайна та печериця двоспорова. У літературі існує достатньо відомостей про хімічний склад грибів глива та печериця, але недостатньо вивчені зміни грибів в процесі їх технологічної переробки.

Постановка завдання. Грибні продукти є одним з джерел покриття дефіциту білка в харчовому раціоні людини. В останні десятиріччя переконливо доведена висока харчова та біологічна цінність грибів як харчового продукту, що містить унікальний комплекс поживних речовин. Гриби містять до 35 % протеїну, всі незамінні для харчування людини амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, найважливіші макро- та мікроелементи. Особлива цінність

грибних білків полягає у повному наборі амінокислот, у тому числі незамінних, без яких неможлива нормальна життєдіяльність організму [2,3].

Одним із основних технологічних процесів розробленої нами технології грибних снєків є гідротермічне оброблення. Відомо, що в процесі вказаного виду оброблення під дією температури та вологи відбуваються біохімічні зміни в їстівних грибах, в т.ч. білкових речовин. Під дією температури та вологи відбувається їх денатурація. Характерною особливістю даного процесу є зміна природної конформації білкової молекули, в результаті чого вона втрачає певні фізико-хімічні та хімічні властивості. Денатурація змінює первинні властивості білкових речовин: збільшується реактивність деяких хімічних груп, які входять в склад молекули, з'являються вільні групи (-SH та ін.); змінюється розчинність, гідрофільність, збільшується здатність до протеолізу і т.д. [4].

Гідротермічне оброблення також впливає на смак, запах, консистенцію, харчову цінність грибів, знижує кількість мікроорганізмів, призводить до інактивації ферментів, тобто має суттєвий вплив на якість готового продукту.

Враховуючи вищенаведене, визначення змін білкових речовин в процесі гідротермічного оброблення має важливе значення для подальшої характеристики харчової та біологічної цінності розроблених грибних продуктів. Отже, з метою розроблення ефективної технології грибних снєків із заданими властивостями доцільним є вивчення поживних складових сировини, а саме білкових речовин, та їх змін в процесі технологічного оброблення.

Викладення основного матеріалу. Для проведення досліджень використовували гриби культивовані виду глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*) одного штаму та вирощені в однакових умовах, а також гриби виду печериця двоспорова (*Agaricus bisporus*) одного штаму та вирощені в однакових умовах.

Дослідження змін білкових речовин грибних напівфабрикатів та продуктів проводили за загальноприйнятими та регламентованими стандартами методиками. Вміст загального азоту визначали методом К'ельдаля, білкового азоту – методом Бернштейна–Штуцера, амінного азоту – методом формольного титрування. Амінокислотний склад білків визначали методом іонообмінної

рідинно-колонної хроматографії на амінокислотному аналізаторі Т339. При вивченні компонентного складу білків використовували різну здатність їх до розчинення у воді, напівнасичених сольових, спиртових і слабо лужних розчинах. Кількісний вміст білка в одержаних розчинах визначали методом Лоурі.

Експериментальна частина виконувалась у лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів Національного університету харчових технологій.

Враховуючи вищенаведене, для дослідження змін білкових речовин грибів в процесі подальшої технологічної переробки необхідно визначити їх початковий вміст. Встановлено, що в гливі та печериці масова частка білка становить відповідно 24,4 % СР та 22,6 % СР, вміст загального азоту – 3,90 % СР та 3,62 % СР, білкового азоту – 2,69 % СР та 2,64 % СР, амінного азоту – 660 мг% СР та 610 мг% СР. Масова частка вологи гливи становить 92,0 %, печериці – 88,0 %.

У результаті попередньо проведеного комплексу наукових досліджень нами встановлено оптимальна температура гідротермічного оброблення грибів глива та печериця — (95 ± 5) °С.

При гідротермічному обробленні для покращення смакових властивостей грибних напівфабрикатів та запобігання зниженню якості напівфабрикатів у процесі подальшої переробки нами запропоновано додавання таких добавок як кухонна сіль та лимонна кислота. Крім того, додавання кухонної солі до розчину, в який занурюють гриби, значно зменшує кількість речовин, що надають гіркоту грибам.

Виходячи з вищенаведеного, для встановлення оптимальної тривалості та умов гідротермічного оброблення гливи та печериці при виробництві грибних снєків вивчали вплив тривалості процесу та використання смакових добавок на зміни білкових речовин сировини.

Для визначення впливу смакових добавок на біохімічні зміни грибних напівфабрикатів для оброблення використовували такі розчини: розчин з

масовою часткою кухонної солі 1,00 % (рН = 5,5), розчин з масовою часткою лимонної кислоти 0,02 % (рН = 1,6), розчин з масовою часткою кухонної солі 1,00 % та лимонної кислоти 0,02 % (рН = 3,5). За контроль приймали гриби, оброблені у водному розчині. Тривалість гідротермічного оброблення змінювали в інтервалі 1 – 10 хв.

В процесі гідротермічного оброблення в грибних напівфабрикатах відбуваються кількісні зміни білка та його фракційного складу. На рис. 1 та рис. 2 подані залежності вмісту білка зразків від тривалості оброблення.

Аналіз даних показав, що по мірі збільшення тривалості оброблення, вміст білка зменшується в оброблених напівфабрикатах порівняно з вихідною сировиною. В результаті денатурації, викликаній нагріванням, відбувається тепловий рух пептидних ланцюгів, який призводить до розриву водневих і гідрофобних зв'язків між ланцюгами. Внаслідок цього, утворюються нові міжмолекулярні S-S – зв'язки. А вода, попадаючи в простір між ланцюгами, призводить до утворення водневих зв'язків з карбоксильними, амінними та іншими полярними групами [4, 5]. При нагріванні зразків зростає атакуємість білків протеолітичними ферментами, що також призводить до їх розкладу.

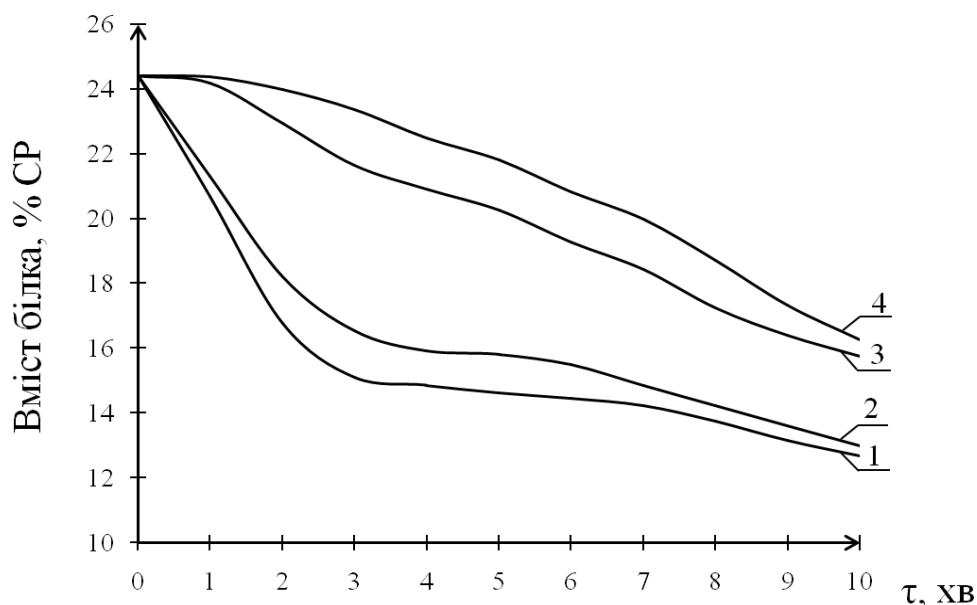


Рис. 1. Вплив смакових добавок на вміст білка в процесі оброблення гливи:

1 – контроль (без добавок); 2 – розчин лимонної кислоти;

3 – розчин кухонної солі та лимонної кислоти; 4 – розчин кухонної солі.

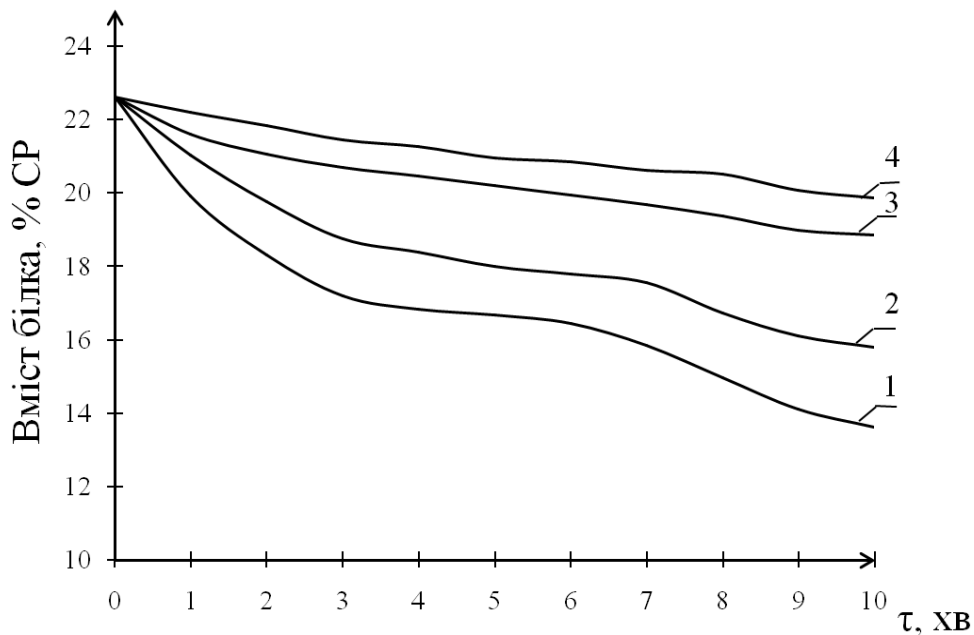


Рис. 2. Вплив смакових добавок на вміст білка в процесі оброблення печериці: 1 – контроль (без добавок); 2 – розчин лимонної кислоти; 3 – розчин кухонної солі та лимонної кислоти; 4 – розчин кухонної солі.

Найбільші втрати білка спостерігаються в зразках, оброблених у водному розчині. Це пояснюється тим, що в грибах основна частина білка представлена розчинними фракціями альбумінами та глобулінами. На денатураційні зміни білка значною мірою впливає ступінь гідратації. Вода до певної міри підвищує рухомість білкових ланцюгів і реакційну здатність гідрофільних та гідрофобних груп. Тому більше гідратовані білки денатують швидше.

Використання смакових добавок позитивно впливає на збереженість білка в процесі оброблення. Під час оброблення зразків у розчині кухонної солі спостерігаються найменші втрати загального білка. Під час денатурації можливе утворення комплексів білків з іншими небілковими речовинами, в результаті дії міжмолекулярних сил між парами іонних груп. Як відомо, іони Na^+ та Cl^- або знаходяться у вільному стані, або слабо зв'язані з білками [5]. Це призводить до утворення більшої кількості білкових комплексів у зразках, оброблених розчином кухонної солі порівняно з іншими розчинами.

Необхідно відмітити, що процес розкладу білка в зразках гливи проходить

інтенсивніше порівняно із зразками печериці. На характер цих змін впливає нативна структура білка, що можливо зумовлено видовими особливостями грибів. Попередній огляд літературних джерел показав відсутність таких досліджень. При 5 хв гідротермічного оброблення вміст білка в гливі та печериці, оброблених у водному розчині, зменшився відповідно на 40,2 % та 26,1 %, розчині кухонної солі – на 10,7 % та 7,1 %, розчині лимонної кислоти – на 35,2 % та 20,4 %, розчині кухонної солі та лимонної кислоти – на 16,8 % та 10,6 %. Таким чином, використання смакових добавок зменшує втрати білка в напівфабрикатах з гливи на 5,0 – 29,5 %, в напівфабрикатах з печериці – на 5,7 – 19,0 %.

Отже, аналіз отриманих даних підтверджує, що збільшення тривалості оброблення понад 5 хв є недоцільним, так як значно зменшується вміст масової частки білка в грибних напівфабрикатах, що призводить до зниження їх харчової цінності. Для подальших досліджень гідротермічне оброблення грибів проводили протягом 5 хв.

Результати дослідження впливу тривалості гідротермічного оброблення на розчинність білка зразків, оброблених у водному розчині, представлені в табл. 1. Аналіз даних показує, що при збільшенні тривалості оброблення відбувається накопичення проламінової та глютелінової фракцій. Поряд з цим спостерігається збільшення нерозчинного осаду, що пояснюється пептизацією білка та утворенням нерозчинних компонентів.

Таблиця 1

Зміни фракційного складу білка в залежності від тривалості оброблення

| Тривалість оброблення, хв | | Вміст, % від загального білка | | | | |
|---------------------------|---|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| | | альбуміни | глобуліни | проламіни | глютеліни | нерозчинний залишок |
| ГЛИВА | 0 | 15,39 | 19,61 | 13,28 | 14,62 | 37,10 |
| | 1 | 14,60 | 18,10 | 13,80 | 15,50 | 38,00 |
| | 2 | 13,10 | 16,80 | 14,90 | 16,40 | 38,80 |
| | 3 | 12,40 | 15,40 | 15,60 | 17,10 | 39,50 |

| | | | | | | |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 4 | 11,30 | 13,90 | 16,40 | 18,30 | 40,10 |
| | 5 | 10,10 | 12,00 | 17,70 | 19,50 | 40,70 |
| печериця | 0 | 13,98 | 20,86 | 11,59 | 12,97 | 40,60 |
| | 1 | 13,60 | 20,32 | 11,87 | 13,11 | 41,10 |
| | 2 | 13,14 | 20,00 | 12,20 | 13,23 | 41,43 |
| | 3 | 12,83 | 19,80 | 12,39 | 13,34 | 41,64 |
| | 4 | 12,45 | 19,49 | 12,62 | 13,56 | 41,88 |
| | 5 | 12,12 | 19,05 | 12,82 | 13,78 | 42,23 |

Також зменшується кількість фракцій альбумінів та глобулінів, які можуть переходити у розчин, що підтверджується збільшенням амінного азоту в розчинах (табл. 2). Тобто відбувається втрата сухих речовин і накопичення нерозчинних білків, що викликано високим ступенем денатурації білка та взаємодією продуктів розкладу з вуглеводними компонентами.

Таблиця 3.6

Вміст амінного азоту у розчинах після оброблення

| Вид гриба | Вміст амінного азоту, % | | | |
|-----------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| | розчин водний | розчин кухонної солі | розчин лимонної кислоти | розчин кухонної солі та лимонної кислоти |
| Глива | 0,019 | 0,021 | 0,021 | 0,024 |
| Печериця | 0,017 | 0,018 | 0,019 | 0,018 |

Можна припустити, що поряд із перерозподілом білкових речовин за фракціями, відбуваються зміни і в амінокислотному складі зразків. З метою перевірки цього положення, досліджено зміни вмісту амінокислот в напівфабрикатах за допомогою порівняльного аналізу амінокислотного складу зразків до та після оброблення. За об'єкт дослідження приймали напівфабрикати з гливи та печериці, які оброблені в розчині кухонної солі та лимонної кислоти протягом 5 хв, у зв'язку з їх подальшим використанням при виробництві грибних харчоконцентратів. Результати дослідження впливу

гідротермічного оброблення на зміни амінокислот грибів представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Вплив процесу гідротермічного оброблення на зміни амінокислот грибів

| Найменування амінокислот | Глива | | | Печериця | | |
|--------------------------|-------------------------|------------------|-----------|-------------------------|------------------|-----------|
| | вміст амінокислот, % СР | | втрати, % | вміст амінокислот, % СР | | втрати, % |
| | до оброблення | після оброблення | | до оброблення | після оброблення | |
| Лізин | 1,17 | 0,96 | 17,9 | 1,51 | 1,25 | 17,2 |
| Гістидин | 1,03 | 0,83 | 19,4 | 1,16 | 0,94 | 19,0 |
| Аргінін | 1,20 | 1,02 | 15,0 | 0,98 | 0,81 | 17,3 |
| ГАМК | 1,26 | 1,09 | 13,7 | 0,96 | 0,82 | 14,6 |
| Аспарагінова кислота | 2,68 | 1,98 | 26,1 | 2,64 | 1,94 | 26,5 |
| Треонін | 1,21 | 0,94 | 22,3 | 1,53 | 1,21 | 20,9 |
| Серин | 1,38 | 1,24 | 10,1 | 1,56 | 1,43 | 8,3 |
| Глутамінова кислота | 6,01 | 5,40 | 10,1 | 2,8 | 2,55 | 8,9 |
| Пролін | 1,12 | 1,05 | 6,3 | 1,06 | 0,96 | 9,4 |
| Гліцин | 1,10 | 0,91 | 17,3 | 1,14 | 0,95 | 16,7 |
| Аланін | 1,86 | 1,60 | 14,0 | 2,74 | 2,34 | 14,6 |
| Цистин | 0,20 | 0,17 | 15,0 | 0,2 | 0,18 | 10,0 |
| Валін | 0,94 | 0,80 | 14,9 | 1,11 | 0,94 | 15,3 |
| Метіонін | 0,36 | 0,32 | 11,1 | 0,43 | 0,39 | 9,3 |
| Ізолейцин | 0,82 | 0,74 | 9,8 | 0,96 | 0,85 | 11,5 |
| Лейцин | 1,53 | 1,22 | 20,3 | 1,89 | 1,54 | 18,5 |
| Тирозин | 0,77 | 0,60 | 22,1 | 0,68 | 0,52 | 23,5 |
| Фенілаланін | 0,95 | 0,76 | 20,0 | 1,19 | 0,93 | 21,8 |
| Триптофан | 0,26 | 0,22 | 15,4 | 0,25 | 0,22 | 12,0 |

Результати досліджень показали, що в амінокислотному складі гливи та печериці переважають такі амінокислоти, як лейцин, аланін, аспарагінова та глютамінова кислоти. Незначний вміст в зразках цистину, триптофану та метіоніну. В той же час глива та печериця відрізняються досить високим вмістом лізину (1,17 % СР та 1,51 % СР відповідно), дефіцит якого гостро відчувається в багатьох рослинних білках.

Під час гідротермічного оброблення спостерігаються незначні втрати амінокислот в складі грибних напівфабрикатів. В зразках гливи кількість окремих амінокислот зменшується на 6,3 – 26,1 %, в печериці – на 8,3 – 26,5 %. Зміни в амінокислотному складі зразків в процесі гідротермічного оброблення є наслідком складних біохімічних перетворень. Під час ферментативного, теплового та кислотного гідролізу білків можливе проходження процесів синтезу та розкладу окремих амінокислот. Відносно невеликі зміни кількісного складу амінокислот пояснюються тим, що під час гідротермічного оброблення знищується переважна кількість сторонньої мікрофлори, яка має активний протеолітичний комплекс, а також частково інактивуються протеолітичні ферменти самих грибів. Відомо, що зменшення кількості амінокислот відбувається внаслідок реакції дезамінування, яка призводить до розкладання амінокислот з утворенням аміаку. Водночас можливе проходження реакції декарбоксілювання, в результаті якої амінокислоти відщеплюють карбоксильну групу та утворюють аміни. Також, втрати амінокислот зумовлені їх частковою дифузією в розчин [4].

Найбільшим змінам піддаються такі амінокислоти: треонін, фенілаланін, тирозин, аспарагінова кислота. Значне зменшення кількості тирозину зумовлено тим, що дана амінокислота є субстратом дії ферменту поліфенол-оксидази. Внаслідок дії даного ферменту амінокислоти перетворюються в хінони, які взаємодіють між собою, або з білками та іншими амінокислотами. Поліфенолоксидаза також приймає активну участь в дезамінуванні амінокислот.

Найкраще зберігаються в зразках амінокислоти пролін, серин та ізолейцин.

Це спричинено тим, що вони досить стійкі до кислотного гідролізу порівняно з іншими амінокислотами. Різні кількісні зміни в амінокислотному складі грибних напівфабрикатах пов'язані з неоднаковою реакційною здатністю амінокислот.

Також, нами досліджувався вплив смакових добавок на зміну амінного азоту грибів в процесі гідротермічного оброблення (рис. 3). За контроль приймали свіжі гриби.

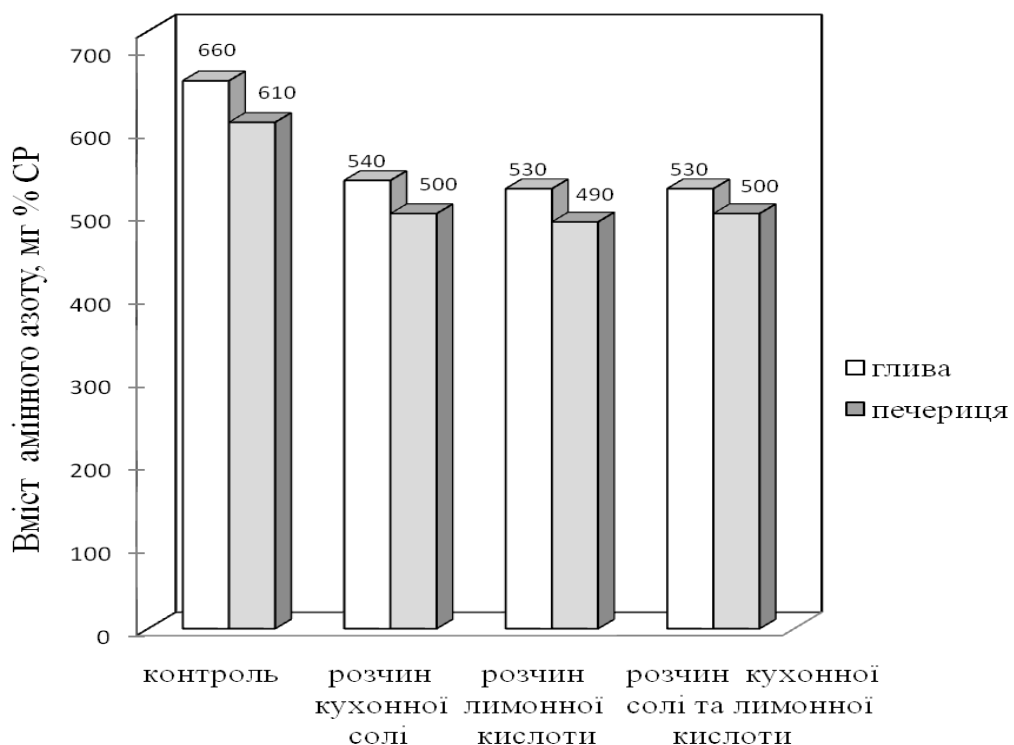


Рис. 3. Вміст амінного азоту в грибах до та після оброблення

Кількість амінного азоту у зразках гливи зменшується на 18,2–19,7 %, в зразках печериці – 18,0–19,7 %. Зменшення кількості амінного азоту пов'язане з гідролітичним розкладом білкових речовин та дифузією вільних амінокислот в розчин під дією температури, вологи, а також кухонної солі і лимонної кислоти.

Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Встановлено оптимальний режим гідротермічного оброблення грибів

глива та печериця при виробництві грибних снєків: температура (95 ± 5) °С, тривалість 5 хв. Для запобігання зниженню якості напівфабрикатів у процесі подальшої переробки та для забезпечення необхідних органолептичних показників доцільно при обробленні використовувати розчин з масовою часткою кухонної солі 1,00 % та лимонної кислоти 0,02 %.

2. При дослідженні впливу смакових добавок на зміни азотистих речовин в процесі оброблення встановлено, що використання кухонної солі та лимонної кислоти позитивно впливає на збереженість білка. Використання смакових добавок зменшує втрати білка в напівфабрикатах з гливи на 5,0 – 29,5 %, напівфабрикатах з печериці – на 5,7 – 19,0 %. Відбувається перерозподіл білкових фракцій внаслідок зменшення кількості альбумінів та глобулінів. Під час гідротермічного оброблення виявлено незначне зменшення кількості амінного азоту (18,0 – 19,7 %) та амінокислот, зумовлене їх гідролітичним розкладом та частковою дифузією в розчин. У зразках гливи втрати окремих амінокислот складають 6,3 – 26,1 %, а в печериці – 8,3 – 26,5 %.

Запропоновані технологічні режими та умови проведення гідротермічного оброблення сировини дозволяють покращити харчову та біологічну цінність грибних продуктів.

Література

1. Дубініна, А. Розвиток грибівництва в Україні дасть змогу сформувати потужну галузь з виробництва широкого асортименту харчових продуктів [Текст] / А. Дубініна, О. Тимофєєва // Харчова і переробна промисловість. — 2009. — № 7-8(359-360). — С. 8-9.

2. Морозов, А. И. Вешенка. Шампиньон. Сииятаке: выращивание, переработка, применение / А.И. Морозов. – Донецк: Мультипресс, 2009. – 288 с.

3. Орлова, Н. Я. Продовольчі товари. Фрукти, ягоди, овочі, гриби та продукти їхньої переробки: [підруч.]; 2-ге вид., перероб. і доп. / Н.Я.Орлова, П.Х. Пономарьов. – К.: Київськ. нац. торг.-екон. ун-т., 2008. - С. 415.

4. Пищевая химия [Текст] : учебник / А. П. Нечаева, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др. ; под ред. А. П. Нечаева. — 5-е изд., испр. и доп. — СПб. : Гиорд, 2012. — 672 с.

5. Пивоваров П.П. Теоретична технологія продукції громадського харчування: Навч. посібник. Частина I. Білки в технології продукції громадського харчування / П.П. Пивоваров. Харк. держ. акад. технол. та орг. харчування. – Харків, 2000. – 116 с.

ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ ГРИБОВ В ПРОЦЕССЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ГРИБНЫХ СНЕКОВ

И. Н. Зинченко, В. А. Терлецкая

Национальный университет пищевых технологий

Статья посвящена исследованию влияния процесса гидротермической обработки и вкусовых добавок на изменения белковых веществ грибов вешенка обыкновенная и шампиньон двуспоровый, а также их грибных полуфабрикатов, которые используются в разработанной технологии снеков на основе съедобных грибов. Исследовано и научно обоснованы изменения массовой части белка и азотистых веществ, фракционного состава белка, количественного и качественного аминокислотного состава. Установлено, что в процессе гидротермической обработки при внесении поваренной соли и лимонной кислоты в раствор потери белковых веществ грибов уменьшаются.

Полученные научные результаты могут быть полезны и использованы при разработке технологий грибных пищевых продуктов.

Ключевые слова: *вешенка обыкновенная, шампиньон двуспоровый, грибные продукты, гидротермическая обработка, белок, аминокислота*