

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

YOUTH PHARMACY SCIENCE

МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

10-11 грудня 2025 року
м. Харків

Харків
НФаУ
2025

ХІМІКО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ АКРИЛАМІДУ В ПРОДУКТАХ З КАРТОПЛІ

Губська А.І.

Науковий керівник: Кобзар Н.П.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

ana06hubska@gmail.com

Вступ. Акриламід – це небезпечна токсична органічна сполука, яка утворюється в продуктах, багатих на вуглеводи, зокрема в картоплі під час високотемпературної кулінарної обробки (смаження, випікання, підсмажування, обсмажування та запікання). Механізм його формування пов'язаний з реакцією Майяра, в якій ключовими реагентами є аспарагін (амінокислота) та редукуючі цукри (зокрема глюкоза та фруктоза). Ця реакція активується при температурі вище 120 °С. Вперше про наявність акриламід у харчових продуктах повідомила Шведська національна адміністрація з питань харчування в квітні 2002 року, що спричинило науковий і токсикологічний інтерес. З токсикологічної точки зору акриламід є небезпечною сполукою через його канцерогенну, мутагенну та нейротоксичну дію. В організмі людини він метаболізується до гліцидамід — реактивного епоксиду, який формує аддукти з білками та ДНК, здатні викликати мутації й пошкодження клітин. Акриламід легко всмоктується в шлунково-кишковому тракті, розподіляється по органах і тканинах, що підвищує ризики хронічного токсичного впливу. Саме тому питання регулювання його утворення у харчових продуктах є актуальним для токсикології.

Мета дослідження. Проаналізувати вплив різних технологічних процесів кулінарної обробки на вміст акриламід у продуктах із картоплі та оцінити хіміко-токсикологічні фактори, що визначають рівень його накопичення.

Матеріали та методи. Під час роботи було здійснено детальне вивчення і аналіз сучасної наукової літератури з додатковим використанням та опрацюванням електронної бази PubMed.

Результати дослідження. Рівень акриламід у харчових продуктах визначається складом харчового продукту, температурним режимом обробки, вмістом вуглеводів, кількістю амінокислот і наявністю харчових добавок. Загалом такі основні продукти харчування, як хліб, картопля, які зазвичай потребують тривалої термообробки, містять і відносно високі концентрації акриламід. Низький вміст вологи та висока температура збільшують утворення акриламід. Утворення акриламід у продуктах на основі картоплі залежить від кількох факторів, пов'язаних із ланцюгом постачання картоплі. Залежно від сорту, застосування азотних і сірчаних добрив може мати позитивний, негативний або нульовий вплив на утворення акриламід. Тепловий і водний стрес, якому піддаються картопляні культури, може збільшити ризик утворення акриламід у перероблених продуктах. Аналіз даних показує, що при температурі 120 °С кількість утворення акриламід є незначною, а мінімальна температура для утворення повинна бути вище 120 °С. Глибоке смаження картопляних продуктів при температурі 140-160 °С збільшує його утворення, але при температурі вище 170 °С утворення акриламід залежить від часу обробки: чим коротший час обробки, тим менше цієї токсичної сполуки утворюється в процесі. Смаження в умовах вакууму при температурі 118 °С призводить до зменшення утворення акриламід у картопляних чіпсах на 94 % порівняно з атмосферним методом. Кількість акриламід, що утворюється в картопляних чіпсах, які були бланшовані і обсмажені на поверхні при температурі 180 °С, приблизно в чотири рази перевищує кількість, що утворюється при

глибокому смаженні при температурі 190 °С. Обсмажування картоплі на поверхні без бланшування при 180 °С збільшує кількість утворення акриламідів. Максимальне утворення акриламідів в харчових продуктах відбувається при температурі від 160 °С до 180 °С у присутності амінокислоти аспарагіну та редукуючих цукрів, таких як глюкоза. Існують також стратегії зменшення акриламідів у смаженій картоплі: вибір відповідного сорту картоплі, зберігання при температурі вище 8 °С, смаження у вакуумі або при температурі нижче 120 °С, замочування картопляних чіпсів в оцтовій кислоті, лимонної кислоти, гліцину, ферменту аспарагінази. Результати наукових видань показали, що занурення картопляних скибочок у воду зменшувало кількість акриламідів на 8–40 % після приготування в мікрохвильовій печі та на 19–75 % після смаження відповідно. Для обробки в мікрохвильовій печі занурення в розчин NaCl у концентрації 0,5 г/л призвело до значного зниження вмісту акриламідів на 96%, за ним слідувала обробка розчином CaCl₂ у концентрації 2 г/л (80%) і розчином лимонної кислоти у концентрації 1 г/л (58%). Для процесу смаження найефективнішим методом зменшення вмісту акриламідів було занурення в розчин лимонної кислоти з концентрацією 1 г/л (77%), за яким слідували обробка розчином CaCl₂ з концентрацією 2 г/л (72%) і розчином NaCl з концентрацією 0,5 г/л (64%). Оптимальні методи замочування дозволяють ефективно зменшити вміст акриламідів, при цьому зберегти властивості чіпсів.

Існує широкий спектр технологій, які дозволяють успішно знижувати рівень акриламідів без необхідності змінити склад своїх продуктів. До них відносяться технології попередньої обробки, такі як технологія імпульсного електричного поля (PEF), а також інноваційне обладнання для смаження, включаючи багатоступеневе, вакуумне та періодичне смаження.

Технологія PEF є відносно новою розробкою, яка не базується на термічній обробці. Ця технологія працює за допомогою імпульсів електричного струму, які проколюють клітинні мембрани і дозволяють рідині вийти назовні. В результаті цукор і волога видаляються. Таке покращене вилучення цукру призводить до зменшення утворення акриламідів під час приготування, а також дозволяє використовувати всі сорти картоплі, включаючи сорти з високим вмістом цукру / картоплю пізнього сезону.

Вакуумне смаження: вакуумні фритюрниці безперервно готують продукти в умовах низької температури та низького тиску від початку до кінця. Це робить їх ідеальними для виробництва чіпсів з фруктів та овочів з високим вмістом природних цукрів, таких як пастернак, буряк, морква, яблука, ківі або манго, оскільки реакції, пов'язані з температурою, такі як утворення акриламідів, значно сповільнюються, а в деяких випадках і не відбуваються. Це особливо важливе досягнення для виробників картопляних і коренеплодових чіпсів, оскільки незалежно від рівня редукуючих цукрів у сировині можна отримати кінцевий продукт високої якості. Крім того, можна використовувати високоякісні сорти олії. Окислення олії зменшується завдяки нижчим температурам смаження та відсутності кисню в системі, що призводить до значно довшого терміну зберігання та економії коштів.

Багатоступеневе смаження поділяється на два етапи: перший — попереднє смаження в атмосферних умовах, другий — вакуумне смаження. На початковому етапі продукт смажать при високій температурі, щоб видалити близько 80 % вологи. Потім процес завершується при нижчій температурі (приблизно 120-130 °С) у вакуумній фритюрниці. При такій низькій температурі утворення акриламідів відбувається дуже повільно, що забезпечує більш безпечний і здоровий кінцевий продукт.

Висновки. Акриламід є важливим харчовим токсикантом, який класифікують як імовірний канцероген для людей (група 2A за класифікацією IARC), що робить важливим

моніторинг його вмісту в продуктах харчування. Його утворення у картопляних продуктах значною мірою залежить від технологічних параметрів кулінарної обробки, зокрема температури, тривалості, вологості та попередньої підготовки сировини. Використання технологій замочування, PEF, вакуумного та багатоступеневого смаження дозволяє суттєво зменшити кількість акриламідів та підвищити токсикологічну безпечність харчових продуктів.

АДАПТАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ З РЕАКТИВОМ ABTS МЕТОДОМ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ТОНКОШАРОВОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Матус Т.А.¹, Іванаускас Л.²

Науковий керівник: Георгіянц В.А.¹

¹Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна,

²Литовський університет наук про здоров'я, Каунас, Литва
tanya.matuss@gmail.com

Вступ. Визначення антиоксидантної активності є важливим інструментом у дослідженні сполук, здатних запобігати ушкодженню клітин вільними радикалами. Попри значну кількість валідованих методик, більшість з них орієнтована саме на гідрофільні речовини. Стандартами переважно є водорозчинні антиоксиданти, такі як: тролокс, аскорбінова кислота, рутин чи галова кислота. Водночас, жиророзчинні антиоксиданти, попри їхню важливу біологічну роль, залишаються менш досліджені через труднощі, пов'язані з підбором відповідних розчинників, специфіку необхідних аналітичних умов та відсутність ліпофільних стандартів. Типовим прикладом ліпофільного антиоксиданту є токоферолу ацетат, і він може слугувати потенційним стандартом для оцінки антиоксидантної активності у системах подібного типу. Тому наше дослідження полягає у визначенні, за яких концентрацій α -токоферол буде придатним для вимірювання антиоксидантної активності з використанням методики, що базується на ABTS. Для визначення робочого діапазону концентрацій було задіяно метод високоефективної тонкошарової хроматографії (ВЕТШХ).

У більшості аналітичних методик реактив ABTS готують шляхом окиснення 2,2'-азинобіс-(3-етилбензотіазолін-6-сульфонової кислоти) за допомогою персульфату калію у водному середовищі. Цей спосіб дає змогу утворити стійкий радикальний катіон $ABTS^{\bullet+}$, який підходить для подальшої хроматографічної дериватизації. Водночас у літературі наведено альтернативний метод отримання $ABTS^{\bullet+}$, який є більш придатним для ліпофільних речовин у розчині. У цьому методі радикальний катіон утворюють ензимним шляхом – у системі $ABTS + H_2O_2 +$ пероксидаза хрому (HRP) в органічному середовищі, найчастіше в підкисленому етанолі. Такий варіант забезпечує швидке утворення радикалу (близько 100 секунд, замість 16 годин) і високу стабільність при спектрофотометричному вимірюванні, а також кращу сумісність із ліпофільними антиоксидантами (α -токоферол, β -каротин). Однак цей ензимний метод орієнтований на визначення антиоксидантної активності в розчині для спектрофотометрії і не адаптований до умов ВЕТШХ. На відміну від спектрофотометрії, у ВЕТШХ водний $ABTS^{\bullet+}$ ефективно реагує з ліпофільними антиоксидантами на поверхні сорбенту, незалежно від їхньої розчинності у воді. Саме тому у нашому дослідженні для ВЕТШХ було обрано водний варіант ABTS, окислений персульфатом. Такий вибір дав можливість зіставити реакцію α -токоферолу зі стандартними водорозчинними