



Приложение на кефира в хранително вкусовата индустрия като средство за намаляване количеството на замърсители в храните



В наши дни замърсяването на храните е световен проблем на всички нива на производство на храни и сериозна заплаха за качеството и безопасността на храната, както за хората, така и за животните. Съществуват различни физични, химични и биологични методи за борба с хранителните замърсители. Като се има предвид нарастващото търсене на храни, които не са претърпели сериозна преработка, биологичните подходи привличат все повече внимание през последните години. В допълнение, биологичните стратегии показват сериозни предимства, включително висока ефективност, по-ниско потребление на енергия и по-малко вреди за околната среда. Биосорбцията е ефикасен и надежден метод, който адсорбира и превръща замърсители, включително тежки метали, пестициди и гъбични токсини, в съединения с по-малко или никаква токсичност.

През юли, научното издание *International Dairy Journal* публикува труда на екип ирански учени, които разглеждат разнообразието от свойства на напитката кефир, използвано за отстраняване на хранителните замърсители. Този научен преглед е направен въз основа на данните за кефира, като биосорбент, публикувани в четири английски бази данни, (*Scopus, PubMed, Web of Science, Google Scholar*) и данни на ISI (международното научно индексирание) до ноември 2022 г.

Хранителните замърсители могат да бъдат химически (напр. пестициди, тежки метали, радиоактивни компоненти, остатъци от антибиотици), биологични (напр. бактерии, вируси и плесени) или физически компоненти (напр. метални фрагменти, частици от кости и стъкло). Опасни вещества, включително замърсители на околната среда, естествени замърсители, остатъци от пестициди и опаковъчни материали, могат да попаднат в хранителната верига на ниво ферма или по време на обработката, опаковането и съхранението на храни. Замърсителите на храните могат да застрашат човешкото здраве и затова контролът на замърсяване на храните е глобално предизвикателство. В продължение на много години са използвани различни химични и физични методи за намаляване на нивото на замърсители в

храните и фуражите, но в някои случаи те носят риск за здравето на потребителя, а понякога се отразяват и върху цената на продуктите.

Напоследък биологичните методи придобиват все по голяма популярност. При този подход се използват микроорганизми, екстракционни ензими или пробиотични продукти, които превръщат замърсителите в съединения с по-ниска или никаква токсичност. Така например, пробиотичните микроорганизми не произвеждат никакви вредни метаболити. Най-широко се прилагат в хранително-вкусовата промишленост млечнокиселите бактерии и някои видове дрожди.

Кефир

Кефирът е традиционен ферментирал млечен продукт с кремообразна консистенция и кисел вкус, който произхожда от региона на Кавказ. Кефирът е продукт от ферментирало мляко от крава, коза, камила, бивол или овца, а като закваска се използва кефирно зърно. При този процес, при определени условия, кефирните зърна се добавят към млякото. Вследствие на ферментацията се увеличава броя на пробиотичните микроорганизми и в края на процеса се генерират различни метаболити.

Кефирните зърна са бели, до жълтеникаво-бели цветчета, подобни на карфиол, с диаметър 0,3–3,0 cm и са съставени от протеинова и полизахаридна матрица, съдържаща микробна общност. Кефиранът е полизахарид (хетерополизахарид), който обхваща микроорганизмите от кефирните зърна. Кефиранът се произвежда основно от *Lactobacillus kefiranofaciens*. Микробиологичният и химичен състав на кефира зависи от географския произход, температурата, вида на млякото и условията на ферментация. Точният микробиологичен състав на кефирните зърна все още е спорен. Въпреки това се съобщава, че микробният състав на кефирните зърна е сложен и надхвърля 50 различни вида бактерии и дрожди. В зависимост от произхода на кефирните зърна, в тях може да се създаде сложна симбиоза от различни видове млечнокисели бактерии (*Lactococcus*, *Lactobacilli*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*), оцетнокисели бактерии (*Acetobacter*) и дрожди (*Candida sp.*, *Kluveromyces sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Torulopsis sp.*, *Zygosaccharomyces sp.*).

Предвид състава си, кефирът е известен като „естествена пробиотична напитка“. Освен това той има висока хранителна, биологична и диетична стойност поради химичните си свойства, придобити вследствие на ферментацията. Химичните характеристики на кефира включват стойност на рН 4,2–4,7; 0,8–1,2% млечна киселина; 0,48% алкохол; 3,0% протеин; 90% влага; 6,0% захар; 0,2% липиди; 0,7% пепел и аминокиселини (пролин, лизин, треонин, цистеин, серин, изолевцин, аланин, аргинин и фенилаланин), минерални съставки и микроелементи и витамини (А, С, К, Е, фолиева киселина, В1, В5, В6 и В12). Освен това, кефирните микроорганизми инхибират растежа на различни патогенни микроорганизми (*Salmonella*, *Helicobacter*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Escherichia coli*), поради производството на млечна киселина, бактериоцин и антибиотични съединения. В допълнение, напитките с кефир показват противовъзпалителни, имуномодулиращи, антиалергични, антидиабетни, противоракови и хипохолестеролемични ефекти. Следователно кефирът може да бъде подходящ природен ресурс за използване в хранително-вкусовата промишленост и същевременно да носи ползи за здравето.

Механизми на действие

Кефирните зърна съдържат разнообразие от различни видове бактерии и дрожди. Има много начини, по които млечнокиселите бактерии (LAB) или дрождите могат да взаимодействат с химически замърсители в храната. Конкретният начин зависи от вида на замърсителя, щама на микроба и физичните и химичните условия.

Микроорганизмите трансформират замърсителите, като се свързват с тях вътреклетъчно или извънклетъчно. Редуцирането на метални йони от LAB и други микроорганизми е многостранен процес, който има два основни механизма. При биосорбцията металните йони се свързват с клетъчната стена на LAB или дрождите, докато при биоаккумуляцията, металните йони, метаболитно обработени, проникват в клетката през нейната мембрана и се натрупват вътре. Хидроксилните и карбоксилните групи на пептидогликана на клетъчната стена и протеините на млечно киселите бактерии и дрождите, притежават способността да се свързват с метални йони.

Производството на специфични метаболити от лактобацили може да има значителна роля в процесите на детоксикация. Процесът на абсорбция може да бъде повлиян от физикохимични фактори, включително първоначалната концентрация на метални йони, рН, концентрация на биосорбент, време на контакт и температурни колебания. Чрез взаимодействието на произведените от лактобацилите метаболити, като фенолни съединения, киселини, мастни киселини и биоактивни пептиди по време на процесите на детоксикация, могат да бъдат елиминирани различни токсини.

В разглеждания материал, учените са разгледали най-често срещаните замърсители в храни.

Тежки метали

Терминът тежък метал се отнася до елементи, които имат токсични свойства като кадмий (Cd), арсен (As), кобалт (Co), хром (Cr), олово (Pb), желязо (Fe), живак (Hg), никел (Ni), калай (Sn), мед (Cu) и цинк (Zn). Водата и почвата съдържат тежки метали на различни нива и те могат да навлязат в човешката хранителна верига по различни начини. Тежките метали са известни със своята слаба разградимост, химическа стабилност и способност да се натрупват в човешкия организъм.

Кефирът е богат източник на пробиотици и затова е подходящо средство за адсорбция на тежки метали и предотвратяване на възможната им токсичност за човешките клетки. Взаимодействието с тежките метали е както физично, така и химично. Има три основни начина, по които металите се прикрепят към стените на бактериалните клетки:

- чрез йонообмен с пептидогликан и тейхоева киселина;
- чрез утаяване, чрез реакции на нуклеация и
- металните йони могат да се свържат с лиганди, базирани на азот или кислород.

Ефект на някои кефирни пробиотици върху редукцията на различни тежки метали:

№ по ред	Микробен щам	Вид на метала	Редукция %	Метод	Позоваване
1.	<i>Lb. kefir</i> CIDCA 8348	Pb	90	RM	Gerbino et al., 2012
		Cd	96		
		Ni	81		
2.	<i>Lb. kefir</i> JCM5818	Pb	72		
		Cd	89		
		Ni	85		
3.	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fermentum</i>	Cd	8-16	AAS	Kirillova et al., 2017
4.	<i>G. candidum</i>	Pb	99	FTIR	Meng et al., 2020
5.	<i>Lb. fermentum</i> L19	Cd	52.75	ICP-OES	Shu et al., 2021
6.	<i>Penicillium</i> sp.	Hg	19	SEM	de Oliveira et al., 2018

Пестициди

Пестицидите са комбинация от няколко химични съединения, които се използват за борба с неприятелите в земеделието. Излагането на пестициди може да стане чрез поглъщане, вдишване или контакт с кожата. С пестицидите се свързват многобройни отрицателни ефекти върху телесните системи, включително стомашно-чревни, дерматологични, репродуктивни, дихателни и ендокринни нарушения, както и канцерогенни ефекти.

Изследванията на действието на кефира върху пестицидите се извършват върху животни и засега не дават категорични отговори по отношение на неговата ефективност.

Установено е обаче, че под въздействието на фосфатазните ензими, произведени от LAB, органофосфатните пестициди се разграждат. В присъствието на вода тези ензими превръщат пестицидите в диалкилфосфат и арилов алкохол.

Микотоксини

Някои гъбички, особено тези от родовете *Penicillium*, *Fusarium* и *Aspergillus*, могат естествено да генерират токсини (микотоксини) в различни храни, като зърнени храни, фъстъци, подправки и някои други продукти. Гъбичният растеж може да възникне преди и след прибиране на реколтата, особено при топли и влажни условия и техните микотоксини се задържат в хранителните продукти дори след замразяване и готвене. Днес са идентифицирани повече от 400 различни вида микотоксини. Шест групи от тях, включително афлатоксини, деоксиниваленол, фумонизини, охратоксин А, трихотецени и зеараленон, имат канцерогенни или токсични ефекти върху хора и животни.

Най-широко използваните биологични антитоксини са пробиотичните бактерии и дрожди, които или намаляват наличието на токсините, или инхибират прехвърлянето на токсините към животинските и човешките храносмилателни системи и по този начин намаляват стомашно-чревната им абсорбция. Кефирната напитка, като източник на пробиотици, както и на витамини, ацеталдехид, млечна и оцетна киселина, въглероден диоксид, етанол, биоактивни пептиди, незаменими аминокиселини, бактериоцини и екзополisahариди (кефиран), може да се използва успешно в тази посока. Ефикасността на кефирните пробиотици върху

микотоксините зависи от няколко фактора, като концентрация на токсините, количество на кефирните зърна, вид пробиотик, период на третиране и температура на инкубация.

Афлатоксини

Афлатоксините са голяма група микотоксини, получени от гъбични видове като *A. flavus*, *A. parasitica* и *Aspergillus nomus*, които са токсични за хора, животни и растения. Токсичните съединения на афлатоксините могат да доведат до увреждане на ДНК, мутагенеза, рак, имunosупресия и др. Афлатоксините се натрупват най-вече в черния дроб. Съобщава се, че 28,2% от всички случаи на рак на черния дроб в световен мащаб са свързани с излагане на хора на този токсин.

Пробиотичните бактерии са идентифицирани като потенциално средство за намаляване на наличието на AFB1, който е известен като най-мощния афлатоксин. Чрез прилагане на различни непатогенни бактерии от групата на млечнокисели бактерии (родове *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactonostocus* и *Pediococcus*) се постига значително редуциране на афлатоксините в храните. Изолирането на LAB (особено лактобацили) от пробиотични продукти като кефир и използването им като агенти за биоконтрол срещу афлатоксини в храна и фуражи може да бъде естествен метод за предотвратяване на замърсяване с афлатоксини в храната. Прилагането на кефир за пречистване на мляко и ядки показва добро ниво на биологична редукция на различни видове афлатоксини. Предпоставки за това са ниското рН на кефира и способността на компонентите на бактериалната клетъчна стена да свързват AFB1.

Зеараленон

Зеараленон (ZEN) е естрогенен токсин, произвеждан от *Fusarium graminearum* и сродни видове, който често се среща като замърсител в зърнени култури. Той показва висока стабилност и не се разгражда при високи температури. Излагането на хора възниква при поглъщане на замърсени с микотоксини продукти и може да причини сериозни здравословни проблеми. ZEN има генотоксични, канцерогенни, тератогенни имунотоксични, хематотоксични и хепатотоксични свойства. Максимално допустимият дневен прием (TDI) на ZEN е 0,5 µg kg⁻¹ телесно тегло.

Lb. kefir, *Kazachstania serazzii* и *Acetobacter syzygii* са микроорганизмите, които проявяват способност да абсорбират ZEN в млякото. Сред тях *Lb. kefir* KFLM3 е най-ефективният щам, който свързва 100% от ZEN; последвано от дрождите *Kaz. servazii* и бактериите *Ac. syzygii* със съответно 95% и 64% редуциране на нивата на ZEN.

Охратоксин

Охратоксините са микотоксини и се произвеждат при определени условия от няколко вида *Aspergillus* и *Penicillium*. Трите най-често срещани вида охратоксини са охратоксин А (ОТА), охратоксин В (ОТВ) и охратоксин С (ОТС). От трите, ОТА е най-разпространен и най-опасен. В резултат на това върху него са фокусирани голям брой изследвания. Този микотоксин е изключително стабилен и затова и много труден за елиминиране.

Статията разглежда резултатите от действието на тибетските кефирни зърна, които показват способност за отстраняване на ОТА в значителна степен (90,94% след 24 часа). Сред

щамове, *Lb. kefiranofaciens* MRS-25 показва най-висок капацитет за отстраняване, следван от *Lactobacillus lactis* AL-2 и *Lactobacillus parakefiri* ML-5. Редукцията на ОТА се увеличава с повишаването на температурата за култивиране от 4 °C до 35 °C, като най-голямо намаление се наблюдава при 35 °C.

Патулин

С произхода на този микотоксин (РАТ) са свързани повече от 60 различни вида гъби, най-вече *P. expansum*, който често се среща в гниещи ябълки. Растежът на тези гъби най-често е бил предотвратяван с помощта на физични методи, като ръчно бране, измиване с вода под високо налягане, избистряне на сок, охлаждане, филтриране и/или адсорбция, радиация и пастьоризация.

Способността на LAB да елиминира РАТ от различни храни, най-вече ябълки и ябълкови продукти е достатъчно проучена и е известно, че процесът няма отрицателно въздействие върху параметрите на хранителните им качества.

Дезоксиниваленол

Дезоксиниваленолът (DON) се среща най-често в зърнени култури, както при полски условия, така и при условия на съхранение и е продукт на обикновени полски патогени като *F. graminearum* и *Fusarium culmorum*. Счита се, че различни LAB щамове, изолирани от пшенични производни и кефирни зърна имат потенциал да предотвратяват растежа на гъбички и да елиминират DON *in vitro*.

Ефект на някои кефирни пробиотици върху микотоксините

№ по ред	Вид на токсина	Продукт	Вид ферментация	Редукция %	Метод	Позоваване
1	Афлатоксин М1	Кефир	LAB и дрожди	91.9	ELISA	Isakhani et al., 2014
2	Афлатоксин М1	Кефир	LAB и дрожди	11,7-34,7	HPLC	Kamyar & Movassaghazani, 2017
3	Афлатоксин М1	Кефир		81,76	ELISA	Sani et al., 2014
4	Афлатоксин В1	Ядки от шам фастък	Кефирена закваска	96.8	HPLC	Ansari et al., 2015
5	Афлатоксин В1	Кефирено мляко	Кефирена закваска	99.9	HPLC	Taheur et al., 2020
6	Афлатоксин В1	Напитки от кефир	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Kluyveromyces marxianus</i>	46 53	HPLC	Eiri et al., 2022
7	Афлатоксин В1	Кефирено мляко	Кефирена закваска	14.9	TLC	Ismail et al., 2011

8	Афлатоксин В1, зеараленон, охратоксин	Кефирено мляко	<i>Lactobacillus kefiri, Kazachstania 9servazzii, Acetobacter syzygii</i>	82–100	HPLC	Taheur et al., 2017
9	Зеараленон	суроватка	Кефирени зърна CIDCA AGK1	13.9–82.7	HPLC	Gamba et al., 2016b
10	Охратоксин А	Тибетски кефирни зърна	LAB	90.9	HPLC	Du et al., 2021
11	Охратоксин А	Кефирено мляко	Тибетски кефирени зърна	90.7	HPLC	Du et al., 2021
12	Диоксиниваленон	Кефирни зърна	LAB	16.4–71.2	HPLC	Franco et al.,
13	Патулин	Ябълков сок	LAB	12–93	HPLC	Bahati et al., 2021

Изводи

Милиони хора по света, и особено в развиващите се страни, са изложени на различни количества токсини по различни начини, но особено опасни сред тях са хранителните. Използването на подходящи методи за елиминиране на замърсителите в храни и свързаните с тях заболявания при хората е от изключителна важност.

Свойствата на напитките с кефир като биосорбент, могат да бъдат използвани като основа на нов подход с висока ефективност, ниска цена, простота и селективност в предотвратяването на заплахите за здравето на хората, свързани с хранителните замърсители.

Доказаната ефективност на кефира да обезврежда хранителните замърсители все още не е достатъчно убедителна и не отменя необходимостта от допълнителни изследвания по механизма на действие и оценката на този полезен продукт в различни аспекти, включително цена и ефективност. (Fateme Asadi Touranlou a b, 2023)

Изготвил:

инж. Светлана Савова, главен експерт, дирекция „Оценка на риска по хранителната верига“
при ЦОРХВ
15.08.2023 г.

ИЗТОЧНИК

Fateme Asadi Touranlou a b, S. M. (2023). Application of kefir for reduction of contaminants in the food industry. *International Dairy Journal*. Retrieved from Science direct.