

6. Grosso N. R. Lipid, protein, and ash contents and fatty acid and sterol compositions of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Ecuador / N. R. Grosso, C. A. Guzman // *Peanut Sci.* – 1995. – Vol. 22. – P. 84–89.

7. Fatty acid variation of runner peanut (*Arachis hypogaea* L.) among geographic localities from Cordoba, Argentina / N. R. Grosso [et al.] // *J. Amer. Oil Chem. Soc.* – 1994. – Vol. 71. – P. 541–542.

8. Proximate, fatty acid and sterol compositions of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Bolivia / N. R. Grosso [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 1997. – Vol. 73. – P. 349–356.

9. Исследование продовольственных товаров : учебное пособие для товароведных факультетов торговых вузов / Л. А. Боровикова [и др.]. – М. : Экономика, 1980. – 336 с.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© А.А. Дубиніна, С.О. Ленерт, О.О. Хоменко, 2012.

УДК 632.03:632.4

А.А. Дубиніна, канд. техн. наук, проф.

С.О. Ленерт, канд. техн. наук

І.С. Ільків, асп.

МОНІТОРИНГ ВМІСТУ МІКОТОКСИНІВ У РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Проведено аналіз вмісту найнебезпечніших мікотоксинів, а саме: афлатоксинів, охратоксинів, трихотеценів, зеараленону, патуліну у злакових культурах, овочах та фруктах. Результати моніторингу свідчать про високий рівень контамінації рослинної сировини мікотоксинами.

Проведен анализ содержания самых опасных микотоксинов, а именно: афлатоксинов, охратоксинов, трихотеценов, зеараленона, патулина в злаковых культурах, овощах и фруктах. Результаты мониторинга свидетельствуют о высоком уровне контаминации растительного сырья микотоксинами.

A content analysis of the most dangerous mycotoxins, namely aflatoxins, ochratoxin, trichothecenes, zearalenone, patulin in cereal crops, vegetables and fruits. The monitoring results indicate a high level of contamination of plant materials with mycotoxins.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Останнім часом все більше уваги вчені приділяють мікотоксинам, які є найбільш небезпечними для здоров'я людини і тварин природними екотоксикантами. На сьогоднішній день виділено близько 250 видів мікроскопічних грибів, які продукують близько 100 мікотоксинів.

Мікотоксини є вторинними метаболітами мікроскопічних пліснявих грибів. Особлива увага до проблеми мікотоксинів обумовлена надзвичайно широким поширенням їхніх продуцентів у природі, які можуть контамінувати продукти рослинного й тваринного походження на будь-якому етапі їхнього життєвого циклу. Мікотоксини найчастіше синтезуються недосконалими грибами родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Penicillium* та ін. [1].

Відомо, що мікотоксини, крім загальтоксичної дії, мають мутагенні, тератогенні й канцерогенні властивості [2]; вони можуть навіть у дуже низьких концентраціях сприяти розвитку токсичного ефекту, а споживання продуктів і кормів, контамінованих цими речовинами, може супроводжуватися важкими захворюваннями людини й сільськогосподарських тварин – мікотоксикозами [3].

Так як проблема мікотоксинів є глобальною, у всьому світі законодавчо прийняті гранично допустимі концентрації для найбільш небезпечних контамінантів. На даний момент в Україні регламентується вміст таких мікотоксинів у різноманітних групах харчових продуктів: афлатоксини B₁ та M₁ (0,005 мг/кг), зеараленон (1 мг/кг), Т-2 токсин (0,1 мг/кг), дезоксиніваленол (0,5 мг/кг) та патулін (0,05 мг/кг).

Таким чином, актуальним є вивчення вмісту мікотоксинів у рослинній сировині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що найбільш високотоксичними і небезпечними для здоров'я людини і тварин мікотоксинами є афлатоксини, охратоксин, трихотецени, зеараленон, патулін.

Афлатоксин має канцерогенну дію. У природі афлатоксинів зустрічається досить багато, але більшою мірою вивчено тільки п'ять основних їх представників: B₁, B₂, G₁, G₂, M₁. З урахуванням умов синтезу афлатоксинів, їх зазвичай знаходять у продуктах, вирощених у спекотних та вологих регіонах Південної Америки, Африки, Азії. Частіше за все афлатоксини виявляють у злакових культурах (кукурудза, пшениця, ячмінь, овес, жито, рис) та продуктах на їх основі, також можуть накопичуватися в олійних культурах (особливо соя), горіхоплідних та продуктах з них (арахіс, арахісове масло, фісташки), овочах (картопля, сочевиця, перець), сухофруктах (інжир) і в пиві [4].

Охратоксин А відомий як один із найнебезпечніших контамінантів продуктів харчування та тваринних кормів. Продуктів, які можуть містити охратоксини, досить багато. Охратоксин А зустрічається частіше всього у зернових культурах (пшениця, кукурудза, жито, ячмінь, овес), а також у рисі, картоплі, сочевиці, сої,

каві, какао бобах, гороху, арахісі та сухофруктах (інжир та родзинки). Він наявний у продуктах, вироблених із зерна: борошно, хліб, макаронні вироби, може міститися у пиві, вині та виноградному соці. На відміну від афлатоксинів охратоксин А зустрічається у сировині, яка була вирощена у теплих регіонах із помірним кліматом [5].

Макроциклічні трихотецени представляють групу високотоксичних вторинних метаболітів, що утворюються деякими видами мікроскопічних грибів, – причинних агентів токсикозу людини і тварин. Трихотецени включають більше 80 мікотоксинів, з них найбільш небезпечними є Т-2 токсин, НТ-2, дезоксиніваленол, ніваленол. Трихотецени широко розповсюджені у помірних та вологих регіонах. Т-2 токсин продукується у багатьох частинах світу, його наявність у зернових культурах, як правило, пов'язана з тривалим вологим періодом під час збирання врожаю [6].

Зеараленон продукується грибом *Fusarium graminearum*, має естрогенні та тератогенні властивості, а також антибактеріальну дію відносно грампозитивних бактерій. Забруднення зернових злаків зеараленоном можливе при будь-яких кліматичних умовах [7].

Патулін є продуктом обміну різних видів пліснявих грибів роду *Penicillium*, що зустрічаються на фруктах та овочах, продуктах їх переробки, частіше за все в яблучному соці. Ця речовина проявляє канцерогенні й мутагенні властивості [8].

Мета та завдання статті. Метою статті було проведення моніторингу вмісту мікотоксинів у рослинній сировині.

Виклад основного матеріалу дослідження. У всьому світі злакові культури більш за все потерпають від зараження таких мікотоксинів, як афлатоксини, охратоксин, зеараленон та трихотецени. Тому науковці різних країн проводять експерименти на предмет виявлення цих токсичних речовин у пшениці, кукурудзі, ячмені, вівсі, рисі та інших культурах. Крім того, одна культура може бути контамінована декількома мікотоксинами одночасно.

Так, за результатами досліджень вчених F. Li, H. Abbas та ін. у пшениці може накопичуватися до 2850 мг/кг деоксиніваленолу та до 217 мг/кг зеараленону. Менше забруднення пшениці можливе охратоксином А до 62,8 мг/кг та Т-2 токсином до 55 мг/кг.

Як і пшениця, кукурудза також схильна до зараження зеараленоном (до 1610 мг/кг) та деоксиніваленолом (до 1500 мг/кг). Також науковцями N. Ali, V. Curtui, G. Janardhana виявлено, що більш менший рівень контамінації кукурудзи може спричинитися афлатоксинами (до 129 мг/кг), Т-2 токсином (до 63 мг/к) та охратоксином А (до 20 мг/кг).

Рідше за все з-поміж злакових культур мікотоксинами контамінований овес. Але не дивлячись на це частіше за все Т-2

токсин та НТ-2 токсин зустрічаються саме у вівсі. Так, вчені Німеччини М. Schollenberger, Н. Müller, М. Rühle визначили концентрації цих мікотоксинів у межах 6...11 та 5...23 мг/кг відповідно. Також експериментально встановлено, що у вівсі може накопичуватися деоксиніваленол у кількості до 104 мг/кг [9].

Ячмінь більш схильний до контамінації деоксиніваленолом. Відомо, що уругвайськими вченими D. Pan, F. Bonsignore, F. Rivas в зразках ячменю було виявлено найбільшу кількість токсиканту від 1900 до 10000 мг/кг. Іншими науковцями отримані дані вмісту в ячмені охратоксину А концентрацією від 0,14 до 212 мг/кг та зеараленону у кількості 0,34...0,58 мг/кг.

Рис порівняно з іншими злаковими культурами має меншу здатність до зараження мікотоксинами. Так, рівень забруднення афлатоксинами спостерігається від 4,3 мг/кг до 28 мг/кг, а охратоксину А може накопичуватися до 64 мг/кг.

Азербайджанськими вченими проведено порівняльне вивчення вмісту мікотоксинів грибів роду *Aspergillus* в зернових культурах (овес, пшениця, горох, соняшник і кукурудза), вирощених у різних районах. Відзначено високий вміст афлатоксинів (більше 70%) практично в усіх обстежених районах. З-поміж досліджених зернових культур, соняшник і кукурудза виявилися найбільш схильними до контамінації афлатоксинами.

Крім злакових культур відомі результати зараження мікотоксинами горіхоплідних, фруктів та овочів.

Наприклад, кубинськими науковцями проводились дослідження зразків арахісу на вміст мікотоксинів. Експериментально було встановлено, що у 11% досліджених проб арахісу концентрація афлатоксинів перевищувала гранично допустимий рівень забруднення для харчових продуктів (0,005 мг/кг).

Крім арахісу, схильними до зараження афлатоксинами є фісташки. Вченими Ірану А. Cheraghali, Н. Yazdanpanah, N. Dogaki в зразках цих горіхів було знайдено афлатоксин В1. За результатами досліджень в 36,7% фісташок мікотоксин виявлено в середній концентрації 5,9 нг/г, а в 1,8% – його вміст перевищувало ГДК.

Турецькими науковцями Т. Baydar, А. Engin та ін. на вміст мікотоксинів досліджувалися картопля та сочевиця, концентрація в них афлатоксину В1 склала 0,11 та 0,57 мг/кг, а охратоксину А виявлено у кількості 0,32 та 0,83 мг/кг відповідно.

Вченими [10] визначено показники безпечності різних сортів червоного перцю. Було виявлено, що 5...18,2% проб перцю містили афлатоксини у кількості 1,1...97,5 мкг/кг, при цьому зразки були контаміновані грибами роду *Aspergillus*, *Penicillium* і *Rhizopus*.

До зараження мікотоксинами також схильні оливки. Так, у Марокко вчені А. Zinedine, А.-М. Betbeder, М. Faïd досліджували свіжі оливки на вміст охратоксину. За отриманими результатами встановлено, що 36% оливок заражені охратоксином А, причому його концентрація становила від 0,62 до 4,8 мкг/кг, тобто в середньому 1,43 мкг/кг.

Охратоксин А було виявлено й у винограді, поширеному в Греції. Його концентрація становила від 16 до 25 мг/кг [11].

Для фруктів і овочів більш розповсюдженим є мікотоксин патулін. Контамінованими патуліном частіше за все є яблука, рідше – груші, абрикоси, персики, черешня, виноград, полуниця, лохина, брусниця, обліпіха [12; 13].

За літературними даними, експериментально патулін знайдений в зразках яблук, полуниці, моркви і томатів. Дослідивши сировину встановлено, що у 12,2% досліджених проб яблук було виявлено патулін, причому в 3 зразках рівень його перевищував ГДК. Також мікотоксин виявлений в 5 (31,2%) з 16 досліджених зразків томатів. Концентрація його в цьому продукті коливалася в межах 20...66 мкг/кг. Досить високим був вміст патуліну в зразках моркви – до 300 мкг/кг [14].

Відомо, що концентрація патуліну в яблуці ураженому пліснявою досягає 15,7 мг/кг і 17,8 мг/кг, причому після варіння фрукту концентрація мікотоксину виявляється в межах 13,8 мг/кг і 15,9 мг/кг.

Вченими було вивчено забруднення патуліном фруктовово-овочевої продукції, вирощеної на Півдні Казахстану. Серед вивчених зразків фруктів, ягід та овочів забрудненими патуліном виявилися 17,5%. Концентрація патуліну варіювала в межах від 100 до 1500 мкг/кг. У 2,6% проб вміст токсину перевищував гранично допустиму концентрацію [15].

Висновки. Отже, результати моніторингу свідчать про високий рівень контамінації рослинної сировини мікотоксинами, який у більшості досліджень перевищує гранично допустимі концентрації токсикантів. З огляду на те, що мікотоксини, крім загальтоксичної дії, мають мутагенні, тератогенні й канцерогенні властивості, навіть у дуже малих концентраціях, їх варто розглядати як одну з найважливіших проблем безпечності фруктрово-овочевої продукції.

Список літератури

1. Монастирський О. А. Токсиноутворюючі гриби та мікотоксини / О. А. Монастирський // Захист та карантин рослин. – 2006. – № 11. – С. 18–20.
2. Коляденко В. Г. Мікотоксини плісневих грибів: гепатотоксична, нефротоксична, канцерогенна, мутагенна та ембріотоксична дія (огляд і аналіз

літератури, обґрунтування доцільності проведення подальших досліджень) / В. Г. Коляденко, В. І. Степаненко, А. В. Кравченко // Український журнал дерматології, венерології, косметології. – 2002. – № 1. – С. 47–50.

3. Котик А. М. Мікотоксикози птиці: етіологія, діагностика, профілактичні засоби і методи / А. М. Котик, В. О. Труфанова. – Харків : НТМТ, 2005. – 124 с.

4. Robens J. F. Aflatoxins in animal and human health / J. F. Robens, J. L. Richard // *Rev Environ Contam. – Toxicol.* – 1992. – Vol. 127. – P. 69–94.

5. Строй А. М. Токсикологічна характеристика охратоксину А та актуальність його регламентацій в Україні / А. М. Строй, Н. В. Гладка // Актуальні проблеми токсикології. Безпека життєдіяльності людини : VIII міжнародна наукова-практична конференція. – 2007. – С. 38.

6. Зайченко О. М. Макроциклические трихотеценовые микотоксины: продуценты, распространение, определение, физиология токсинообразования, токсигенный потенциал / О. М. Зайченко, И. Г. Рубежнюк, О. П. Кобзистая // *Современные проблемы токсикологии.* – 2001. – № 2. – С. 56–62.

7. Occurrence of zearealone in Korean barley and corn foods / J. W. Park [et al.] // *Food Addit. and Contam.* – 2002. – Vol. 19, № 2. – P. 158–162.

8. The mycotoxin patulin alters the barrier function of the intestinal epithelium: mechanism of action of the toxin and protective effects of glutathione / R. Manfoud [et al.] // *Toxicol. And Appl. Pharmacol.* – 2002. – Vol. 181. – P. 209–218.

9. Langseth W. The occurrence of HT-2 toxin and other trichothecenes in Norwegian cereals / W. Langseth, T. Rudberget // *Mycopathologia.* – 1999. – Vol. 147 (3). – P. 157–165.

10. The aflatoxin contamination of some pepper types sold in Turkey // Erdogan Ahmet *Chemosphere.* – 2004. – Vol. 56, № 4. – P. 321–325.

11. Tjamos S. E. *Aspergillus* spp., distribution, population composition and ochratoxin A production in wine producing vineyards in Greece / S. E. Tjamos, P. P. Antoniou, E. C. Tjamos // *Int J Food Microbiol.* – 2006. – Vol. 111 (1). – P. 61–66.

12. Burda K. Содержание патулина в яблоках, грушах и во фруктовых смесях из торговой сети в Новом Южном Уэльсе (Австралия) / K. Burda // *Food Prot.* – 1992. – Vol. 55, № 10. – P. 796–798.

13. Shephard G. S. Определение микотоксина патулина в фруктах и фруктовых соках хроматографическим методом / G. S. Shephard, N. L. Leggott // *J. of Chromatography A.* – 2000. – Vol. 882. – P. 17–22.

14. Чужеродные вещества в пищевых продуктах. Микотоксины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <<http://www.fguz-tyumen.ru/HtmlPage/Detail/370>>.

15. Ніков П. С. Про забруднення плодово-овочевої продукції патуліном у Казахстані / П. С. Ніков, А. С. Бухарбаїва, Б. Т. Сарбаїв // *Питання харчування.* – 1990. – № 5. – С. 59–61.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© А.А. Дубініна, С.О. Ленерт, І.С. Ільків, 2012.