

УДК 543.94

DOI: 10.20535/1810-0546.2016.3.69972

О.М. Іванова^{1,2}, Т.В. Сіколенко^{1,2}¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна²ТОВ “ХЕМА”, Київ, Україна

СОРБЦІЙНЕ КОНЦЕНТРУВАННЯ СЛІДОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ХЛОРАМФЕНІКОЛУ НА ПОВЕРХНІ СИЛКАГЕЛЮ, МОДИФІКОВАНОГО ОКТАДЕЦИЛЬНИМИ ГРУПАМИ

Background. Chloramphenicol (CAP) is a broad spectrum antibiotic. It's widely used in various fields of veterinary and can be accumulated in food of animal origin. A minimum required performance limit (MRPL) for CAP in food is significantly restricted in the EU and the USA. Most modern methods make it difficult to determine the trace amounts of the drug from various matrices without concentration. The method of liquid-liquid extraction (LLE) may be accompanied by loss of trust component. It is therefore advisable to use solid phase analyte extraction to increase the determination sensitivity by instrumental methods and CL withdrawal stability.

Objective. Development of the solid phase extraction method of chloramphenicol from honey, followed by enzyme linked immunoassay.

Methods. Quantitative determination of chloramphenicol was determined using enzyme linked assay (ELISA) test-kit for determination of chloramphenicol in foods, provided by LLC “ХЕМА”. Solid phase extraction of chloramphenicol from honey samples was studied on silica gel surface modified with octadecyl groups ($\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$), “Agilent”. This method of solid phase extraction was carried out on samples of honey, that previously checked by ELISA using LLE for sample preparation.

Results. Our results showed the possibility of solid phase extraction of CAP on the surface of the silica gel with octadecyl groups. The optimal conditions for extraction the analyte on the surface of sorbent were found and the elution condition for CAP was studied. We tested the method of solid phase extraction of CAP from honey matrices on control materials – honey samples with known concentrations of CAP, that were bought by LLC “ХЕМА”.

Conclusions. Solid phase extraction of CAP could be used for CAP extraction form honey. The proposed method of sample preparation reduces the time of preparation for honey samples. This method is perspective for developing the method of simultaneous concentration of antibiotics from different groups followed by ELISA determination.

Keywords: Chloramphenicol; solid phase extraction; honey; sorption concentration; ELISA.

Вступ

Хлорамфенікол (ХЛ) – антибіотик широкого спектра дії, який часто застосовується в різних галузях ветеринарії, зокрема для лікування інфекційних захворювань тварин, спричинених анаеробними бактеріями. Цей препарат добре всмоктується при пероральному застосуванні. Впродовж тривалого часу концентрація ХЛ зберігається в організмі на високому рівні, тому він має тенденцію до накопичення в продуктах харчування тваринного походження [1]. Вживання продуктів, що містять залишкові концентрації ХЛ, може призвести до розвитку резистентності до антибіотика, появи алергічних реакцій, дисбактеріозу та зниження рівня імунітету. При постійному вживанні продуктів, що містять антибіотики, зростає навантаження на системи органів, які відповідають за виведення сторонніх сполук із організму [2]. Тому в країнах Європейського Союзу встановлено гранично допустиму концентрацію (ГДК) ХЛ у харчових продуктах тваринного походження [3, 4] на рівні 0,3 мкг/кг.

З метою підтвердження безпечності харчових продуктів необхідно розробляти високочут-

ливі методики визначення слідових кількостей антибіотичних препаратів. На сьогодні найчутливішими методами визначення ХЛ є хроматографічні методи, такі як рідинна хроматографія та газова хроматографія у поєднанні із мас-спектрометричним детектуванням [5–9], а також імуноферментний аналіз (ІФА) [10–12]. Однак ретельне вивчення літературних даних свідчить, що навіть з використанням інструментальних методів визначити ХЛ на рівні ГДК у реальних матрицях харчових продуктів не завжди є можливим.

Постановка задачі

Мета наших досліджень полягає у розробці методики сорбційного концентрування ХЛ із проб меду з його подальшим детектуванням за допомогою імуноферментного методу.

Матеріали і методи

Використовували метанол, етилацетат, гексан, натрію ацетат, оцтову кислоту якості для рідинної хроматографії фірми “Sigma Aldrich”. Розчин ацетатного буферу (pH $4 \pm 0,2$) готували

із вихідних розчинів 0,2 М NaOAc і 0,2 М HAc. Для детектування аналізу імуноферментним методом використано набір реагентів для імуноферментного визначення ХЛ в харчових продуктах виробництва ТОВ "ХЕМА", Київ, Україна. Тест-система містила: 96-лунковий полістироловий стріпований планшет, поверхня лунок якого вкрита антитілами проти ХЛ; 6 розчинів двократних концентратів калібрувальних проб із відомою концентрацією ХЛ (мкг/кг): 0; 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10,0; розчин кон'югату із пероксидазою, буферний розчин для розведення кон'югату, розчин тетраметилбензидину і стоп-реагент (5 %-ну сірчану кислоту). Калібрувальні проби та концентрат кон'югату перед використанням розбавляли згідно з методичними рекомендаціями до ІФА-набору. Чутливість визначення ХЛ цією тест-системою становить 0,05 мкг/кг.

Обладнання. У роботі використовували термошейкер для імунопланшета PST-60HL BIOSAN і термостат ТС-80 для термостатування імунологічного планшета під час проведення імуноферментного аналізу. Оптичну густину знімали на імуноферментному аналізаторі "Уніплан" (ЗАТ "Пікон", РФ). У процесі пробопідготовки зразків використано картриджі, заповнені силікагелем ($\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$) з прищепленими октадецильними групами фірми "Agilent" (США); баню водяну універсальну БВ-10-2 № 842 XII, центрифугу ОПН-8, баню ультразвукову УЗМ 003 та програмований ротатор Multi RS-60.

Зразки. Як зразки для дослідження використано проби меду, в яких за допомогою стандартної рідинно-рідинної екстракції (PPE) за методичними рекомендаціями до набору реагентів для імуноферментного визначення ХЛ "Хлорамфенікол ІФА" (виробництва ТОВ "ХЕМА") не виявлено ХЛ (вміст аналіту становить $<0,05$ мкг/кг). Як позитивний контроль використано зразки меду із відомим вмістом ХЛ, що одержані за програмою міжлабораторних порівняльних досліджень FAPAS-2016 T02265QC і T02294.

Пробопідготовка зразків меду проводилася двома методами: за допомогою PPE, що описана в методичних рекомендаціях до набору реагентів для імуноферментного визначення ХЛ виробництва ТОВ "ХЕМА" та із використанням твердофазової екстракції (ТФЕ). За методом PPE: наважку меду 2 г розчиняли в 2 см³ дистильованої води, ретельно перемішували досліджуваний зразок за допомогою механічного ротатора та додавали 4 см³ етилацетату. Суміш перемішували протягом 10 хв, центрифугували 10 хв та відбирали аліквоту (2 см³) верхнього органічно-

го шару. Пробірку з аліквотою перемішували у водяну баню та при 50 °С упарювали, пропускаючи повітря. Висушений залишок розчиняли у 1 см³ гексану, додавали 0,5 см³ 50 %-ного розчину метилового спирту, ретельно перемішували та центрифугували 10 хв. Аліквоту нижнього спиртового шару використовували для проведення аналізу.

Твердофазова екстракція ХЛ із проб меду була проведена в динамічних умовах. Наважку меду масою 2 г вносили в поліпропіленову центрифужну пробірку, розчиняли зразок у 8 см³ 0,2 М ацетатного буферу із рН 4,0, фільтрували крізь паперовий фільтр. Попередньо кондиціювали сорбент $\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$ таким чином: крізь картридж, заповнений силікагелем, послідовно пропускали 2 см³ метилового спирту, 2 см³ 50 %-ного водного розчину метилового спирту та 2 см³ дистильованої води зі швидкістю 0,5 см³/хв. Далі з тією ж швидкістю пропускали зразок. Після пропускання досліджуваного зразка крізь картридж пропускали 2 см³ ацетатного буферу із заданим значенням рН та 2 см³ дистильованої води. Картридж осушували за допомогою вакууму впродовж 10–15 хв. ХЛ елюювали із поверхні сорбенту за допомогою 1 см³ метанолу. Елюат безпосередньо використовували для ІФА-визначення згідно з методичними рекомендаціями.

Елюювання ХЛ із поверхні сорбенту. Досліджували залежність ступеня елюювання ХЛ від полярності розчинника. Як елюенти ХЛ з поверхні $\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$ використано низку розчинників, серед яких кількісну десорбцію (>90 %) забезпечують ацетонітрил і метанол. Встановлено, що максимальний ступінь десорбції спостерігається саме для елюювання ХЛ за допомогою метанолу. Крім того, проби на основі метанолу можуть бути безпосередньо використані для ІФА-аналізу. Елюат ХЛ в ацетонітрилі перед ІФА-визначенням необхідно попередньо упарювати, що своєю чергою призводить до збільшення витратів та часу проведення процедури пробопідготовки.

ІФА-визначення ХЛ обумовлене специфікою набору реагентів. У цій тест-системі використовується принцип конкурентного імуноферментного аналізу. У лунки мікропланшета, на поверхні яких адсорбовані антитіла до ХЛ, вносять досліджуваний зразок. ХЛ із досліджуваного зразка конкурує з ХЛ, кон'югованим із пероксидазою, за зв'язування з антитілами на поверхні лунки. У результаті утворюється комплекс, який містить пероксидазу.

Під час інкубації з розчином тетраметилбензидину (ТМБ) розвивається забарвлення в лунках, інтенсивність якого обернено пропорційна концентрації ХЛ у досліджуваному зразку. Вміст антибіотика в пробі визначають за градувальним графіком, враховуючи фактор розведення.

За методикою проведення аналізу у відповідну кількість лунок послідовно вносять по 55 мм³ розчинів калібрувальних проб та підготовлених зразків. До кожної лунки вносять по 100 мм³ розчину кон'югату і термостатують протягом 1 год за 37 °С.

Після відмивання лунок за допомогою дистильованої води та подальшої аспірації до лунок вносять по 150 мм³ розчину субстрату тетраметилбензидину, термостатують за 37 °С протягом 20 хв і зупиняють реакцію за допомогою стоп-реагенту. Оптичну густину реєструють при 450 нм та за калібрувальним графіком визначають вміст ХЛ у досліджуваних зразках.

Результати і їх обговорення

Хлорамфенікол (рис. 1) – антибіотик широкого спектра дії, мало розчинний у воді, але добре розчинний у низці органічних розчинників – метанолі, етанолі, етилацетаті.

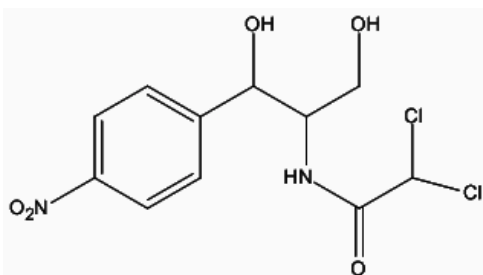


Рис. 1. Структурна формула хлорамфеніколу

Використання ТФЕ для очистки та вилучення ХЛ із проб меду дає можливість скоротити тривалість пробопідготовки за рахунок усунення стадії висушування зразка. За рахунок використання картриджа із силікагелем SiO₂-C₁₈ гідрофобні компоненти матриці незворотно сорбуються на поверхні сорбенту, що своєю чергою призводить до усунення негативного матричного впливу на результати аналізу. Це дає змогу скоротити тривалість пробопідготовки зразків меду для аналізу, одночасно підвищивши чутливість визначення ХЛ порівняно зі стандартною пробопідготовкою (PPE) зразка.

Встановлення оптимальних умов сорбції хлорамфеніколу. У ході роботи досліджено залежність ступеня сорбції ХЛ на поверхні SiO₂-C₁₈

від кислотності розчину (рис. 2). Як бачимо, оптимальному значенню кислотності розчину відповідає рН 4,0, оскільки за цього значення ступінь сорбції є максимальним.

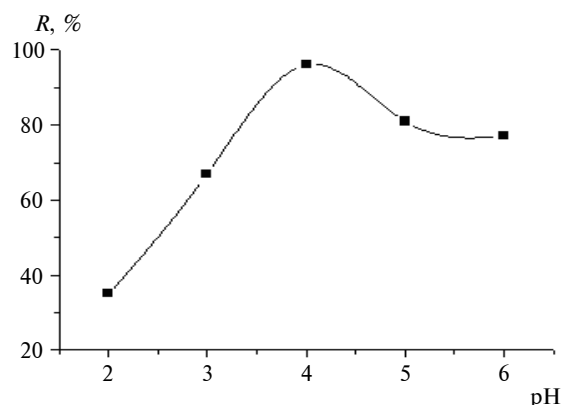


Рис. 2. Залежність ступеня сорбції R хлорамфеніколу на SiO₂-C₁₈ від рН розчину ($m = 0,3$ г, $V = 10$ см³, $C_{\text{ХЛ}} = 51,0 \cdot 10^{-3}$ М)

Унаслідок елюювання ХЛ з поверхні SiO₂-C₁₈ за допомогою 1 см³ метанолу вдається досягти 4-кратного абсолютного концентрування зразка за одночасного виходу ХЛ 95 % (рис. 3).

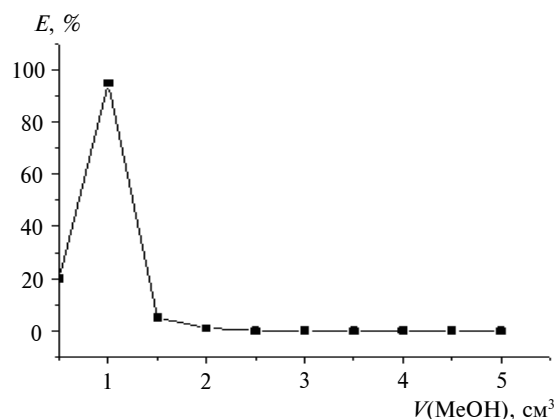


Рис. 3. Залежність ступеня елюювання E хлорамфеніколу від об'єму пропущеного розчинника ($m = 0,3$ г, $V = 5$ см³)

Кількісне визначення хлорамфеніколу проводили імуноферментним методом із використанням набору реагентів “Хлорамфенікол ІФА” виробництва ТОВ “ХЕМА”. Запропоновану методику ТФЕ вилучення ХЛ апробували на низці зразків меду, в яких не виявлено ХЛ, та контрольних референс-зразках програми FAPAS. У таблиці наведено результати визначення ХЛ зі зразків за стандартною методикою пробопідготовки (PPE) та із використанням ТФЕ. Встановлено, що ТФЕ дає змогу сконцентрувати зразок, тим самим знизивши чутливість визначення, й усунути вплив гідрофобних компонентів

матриці. Результати, одержані для проб меду, після проведення ТФЕ добре корелюють із результатами, отриманими для проб меду із використанням РРЕ.

Таблиця. Результати визначення хлорамфеніколу із проб меду із використанням рідинно-рідинної та твердофазової екстракції ($n = 3$, $P = 0,95$)

Зразок меду	Вміст ХЛ, мкг/кг	Вміст ХЛ (РРЕ), мкг/кг	Вміст ХЛ (ТФЕ), мкг/кг	Sr, %
Негативний	<0,05	<0,05	<0,05	–
Негативний	<0,05	<0,05	<0,05	–
Негативний	<0,05	<0,05	<0,05	–
FAPAS T02265	0,654	0,663	0,648	2,8
FAPAS T02294	0,737	0,790	0,745	1,9

Список літератури

1. *Plumb D.C.* Veterinary Drug Handbook. – 4th ed. – Ames: Iowa State Press, 2002. – P. 166–169.
2. *Егоров Н.С.* Основы учения об антибиотиках. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
3. *Codex Alimentarius Commission* Maximum Residue Limits for Veterinary Drugs in Foods Updated as at the 35th Session of the Codex Alimentarius Commission (July, 2012) CAC/MRL 2-2012 [Online]. – URL: http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/45/MRL2_e.pdf
4. *Commission decision of 13 March 2003* amending Decision 2002/657/EC as regards the setting of minimum required performance limits (MRPLs) for certain residues in food of animal origin (2003/181/EC) // Official J. – 15.03.2003. – L 071. – P. 0017–0018.
5. *Allen E.H.* Review of chromatographic methods for chloramphenicol residues in milk, eggs, and tissues from food-producing animals // J. Assoc. Off. Anal. Chem. – 1985. – 68, № 5. – P. 990–999.
6. *Arnold D., Somogyi A.* Trace analysis of chloramphenicol residues in eggs, milk, and meat: comparison of gas chromatography and radioimmunoassay // J. Assoc. Off. Anal. Chem. – 1985. – 68, № 5. – P. 984–990.
7. *Huang J.F., Zhang H.J., Feng Y.Q.* Chloramphenicol extraction from honey, milk, and eggs using polymer monolith microextraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry determination // J. Agric. Food. Chem. – 1985. – 68, № 5. – P. 984–990.
8. *Determination of chloramphenicol residues in milk, eggs, and tissues by liquid chromatography/mass spectrometry* / L. Penney, A. Smith, B. Coates, A. Wijewickreme // J. AOAC Int. – 2005. – 88, № 2. – P. 645–653.
9. *Determination of chloramphenicol residues in bee pollen by liquid chromatography/tandem mass spectrometry* / K. Fujita, H. Ito, M. Nakamura et al. // J. AOAC Int. – 2008. – 91, № 5. – P. 1103–1109.
10. *Kolosova A.Y., Samsonova J.V., Egorov A.M.* Competitive ELISA of chloramphenicol: influence of immunoreagent structure and application of the method for the inspection of food of animal origin // J. Food Agric. Immun. – 2000. – 12, № 2. – P. 115–125.
11. *Screening and confirmation of chloramphenicol in shrimp tissue using ELISA in combination with GC-MS and LC-MS* S. Impens, W. Reybroeck, J. Vercaemmen et al. // J. Analyt. Chim. Acta. – 2003. – 483, № 1-2. – P. 153–163.
12. *Shen H.Y., Jiang H.L.* Screening, determination and confirmation of chloramphenicol in seafood, meat and honey using ELISA, HPLC-UVD, GC-ECD, GC-MS-EI-SIM and GCMS-NCI-SIM methods // J. Analyt. Chim. Acta. – 2005. – 535. – P. 33–41.

References

1. D.C. Plumb, *Veterinary Drug Handbook*, 4th ed. Ames: Iowa State Press, 2002, pp. 166–169.
2. N.S. Egorov, *Basis of the Doctrine of Antibiotics*, 4th ed. Moscow: Vysshaja Shkola, 1986 (in Russian).

Висновки

У результаті проведених досліджень було розроблену методику сорбційного концентрування ХЛ із проб меду на поверхні силікагелю, модифікованого октадецильними групами. Показано, що твердофазова екстракція є більш перспективним методом пробопідготовки, оскільки дає змогу скоротити час для пробопідготовки зразків меду, уникнути втрати цільових аналітів і підвищити чутливість визначення ХЛ за рахунок концентрування проби й усунення впливу матриці меду на визначення аналіту. Підтверджено правильність і точність визначення ХЛ із проб меду із використанням твердофазової пробопідготовки, про що свідчать результати кількісного визначення ХЛ із проб меду. Ця методика є основою для подальшого дослідження можливості одночасного концентрування антибіотиків різної природи із матриці меду на поверхні твердофазового реагенту.

3. Codex Alimentarius Commission Maximum Residue Limits for Veterinary Drugs in Foods Updated as at the 35th Session of the Codex Alimentarius Commission (July, 2012) CAC/MRL 2-2012 [Online]. Available: http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/45/MRL2_e.pdf
4. Commission decision of 13 March 2003 amending Decision 2002/657/EC as regards the setting of minimum required performance limits (MRPLs) for certain residues in food of animal origin (2003/181/EC), *Official J.*, L 071, pp. 0017–0018, 15.03.2003.
5. E.H. Allen, “Review of chromatographic methods for chloramphenicol residues in milk, eggs, and tissues from food-producing animals”, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1985, vol. 68, no. 5, pp. 990–999.
6. D. Arnold and A. Somogyi, “Trace analysis of chloramphenicol residues in eggs, milk, and meat: comparison of gas chromatography and radioimmunoassay”, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1985, vol. 68, no. 5, pp. 984–990.
7. J.F. Huang *et al.*, “Chloramphenicol extraction from honey, milk, and eggs using polymer monolith microextraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry determination”, *J. Agric. Food. Chem.*, 1985, vol. 68, no. 5, pp. 984–990.
8. L. Penney *et al.*, “Determination of chloramphenicol residues in milk, eggs, and tissues by liquid chromatography/mass spectrometry”, *J. AOAC Int.*, 2005, vol. 88, no. 2, pp. 645–653.
9. K. Fujita *et al.*, “Determination of chloramphenicol residues in bee pollen by liquid chromatography/tandem mass spectrometry”, *J. AOAC Int.*, 2008, vol. 91, no. 5, pp. 1103–1109.
10. A.Y. Kolosova *et al.*, “Competitive ELISA of chloramphenicol: influence of immunoreagent structure and application of the method for the inspection of food of animal origin”, *J. Food Agric. Immun.*, 2000, vol. 12, no. 2, pp. 115–125.
11. S. Impens *et al.*, “Screening and confirmation of chloramphenicol in shrimp tissue using ELISA in combination with GC–MS and LC–MS”, *J. Analyt. Chim. Acta*, 2003, vol. 483, no. 1-2, pp. 153–163.
12. H.Y. Shen and H.L. Jiang, “Screening, determination and confirmation of chloramphenicol in seafood, meat and honey using ELISA, HPLC–UVD, GC–ECD, GC–MS–EI–SIM and GCMS–NCI–SIM methods”, *J. Analyt. Chim. Acta*, 2005, vol. 535, pp. 33–41.

О.М. Іванова, Т.В. Сіколенко

СОРБЦІЙНЕ КОНЦЕНТРУВАННЯ СЛІДОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ХЛОРАМФЕНІКОЛУ НА ПОВЕРХНІ СИЛІКАГЕЛЮ, МОДИФІКОВАНОГО ОКТАДЕЦИЛЬНИМИ ГРУПАМИ

Проблематика. Хлорамфенікол (ХЛ) – антибіотик широкого спектра дії, використовується у різних галузях ветеринарії і може накопичуватись у продуктах харчування тваринного походження. Тому гранично допустиму концентрацію ХЛ у продуктах харчування істотно обмежено в країнах ЄС та США. Часто сучасні методи аналізу не дають змоги визначити слідові кількості препарату із різних матриць без попереднього концентрування. Метод рідинно-рідинної екстракції (PPE) може супроводжуватись втратою цільового компонента. Тому доцільно використовувати твердофазову екстракцію аналіту задля підвищення чутливості визначення інструментальними методами та забезпечення стабільності вилучення ХЛ.

Мета дослідження. Розробка методики сорбційного концентрування ХЛ із проб меду з його подальшим детектуванням за допомогою імуноферментного методу.

Методика реалізації. Використовували набір реагентів для визначення ХЛ імуноферментним методом “Хлорамфенікол ІФА” виробництва ТОВ “ХЕМА”. Для розробки методики твердофазового екстрагування ХЛ із проб меду використано картриджі, заповнені силікагелем ($\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$) з прищепленими октадецильними групами виробництва фірми “Agilent”. Апробацію методики проводили на зразках меду, що були попередньо досліджені на наявність ХЛ за стандартною процедурою PPE аналіту.

Результати дослідження. Досліджено можливість проведення сорбційного концентрування ХЛ на поверхні силікагелю із прищепленими октадецильними групами. Встановлено оптимальні умови вилучення аналіту на поверхні сорбенту та досліджено умови дерсорбування ХЛ з поверхні силікагелю. Методику твердофазового екстрагування ХЛ із матриць меду випробувано на контрольних матеріалах – зразках меду з відомою концентрацією ХЛ, придбаних ТОВ “ХЕМА” для проведення референсних досліджень.

Висновки. Для вилучення ХЛ із матриць меду доцільно використовувати метод твердофазової екстракції. Запропонований нами метод пробопідготовки дає змогу скоротити час пробопідготовки зразків меду та є перспективним для розробки методу одночасного концентрування антибіотиків різних груп для імуноферментного дослідження.

Ключові слова: хлорамфенікол; твердофазова екстракція; мед; сорбційне концентрування; імуноферментний аналіз.

О.М. Іванова, Т.В. Сіколенко

СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЛЕДОВЫХ КОЛИЧЕСТВ ХЛОРАМФЕНИКОЛА НА ПОВЕРХНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКТАДЕЦИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ

Проблематика. Хлорамфеникол (ХЛ) – антибиотик широкого спектра действия, используется в различных отраслях ветеринарии и может накапливаться в продуктах питания животного происхождения. Поэтому предельно допустимая концентрация ХЛ в продуктах питания существенно ограничена в странах ЕС и США. Часто современные методы анализа не позволяют определять следовые количества препарата из различных матриц без предварительного концентрирования. Метод жидкостно-жидкостной экстракции (ЖЖЭ) может сопровождаться потерей целевого компонента. Поэтому целесообразно использовать

твердофазовую екстракцію аналіта для підвищення чутливості визначення інструментальними методами і забезпечення стабільності извлечення ХЛ.

Цель исследования. Разработка методики сорбционного концентрирования ХЛ из проб меда с его последующим детектированием с помощью иммуноферментного метода.

Методика реализации. Использовали набор реагентов для определения ХЛ иммуноферментным методом "Хлорамфеникол ИФА" производства ООО "ХЕМА". Для разработки методики твердофазового экстрагирования ХЛ из проб меда использовали картриджи, заполненные силикагелем ($\text{SiO}_2\text{-C}_{18}$) с привитыми октадецильными группами производства фирмы "Agilent". Апробацию методики проводили на образцах меда, которые были предварительно исследованы на наличие ХЛ по стандартной процедуре ЖЖЭ аналіта.

Результаты исследования. Исследована возможность проведения сорбционного концентрирования ХЛ на поверхности силикагеля с привитыми октадецильными группами. Установлены оптимальные условия извлечения аналіта на поверхности сорбента и исследованы условия десорбции ХЛ с поверхности силикагеля. Методика твердофазового экстрагирования ХЛ из матриц меда проверена на контрольных материалах – образцах меда с известной концентрацией ХЛ, приобретенных ООО "ХЕМА" для проведения референсных исследований.

Выводы. Для извлечения ХЛ из матриц меда целесообразно использовать метод твердофазовой экстракции. Предложенный нами метод пробоподготовки позволяет сократить время пробоподготовки образцов меда и является перспективным для разработки метода одновременного концентрирования антибиотиков различных групп для иммуноферментного исследования.

Ключевые слова: хлорамфеникол; твердофазовая экстракция; мед; сорбционное концентрирование; иммуноферментный анализ.

Рекомендована Радою
хіміко-технологічного факультету
НТУУ "КПІ"

Надійшла до редакції
12 травня 2016 року