

УДК: 539.23:535:621.315

Ціж Б.Р.^{1,3}, д.т.н., професор (tsizhb@ukr.net),
Аксiментьсва О.І.², д.х.н., гол. наук. сп., **Чохань М.І.**¹, к.т.н., асистент ©

¹Львівська національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького,

²Львівський національний університет імені Івана Франка

³Університет Казимира Великого в Бидгощі, м. Бидгощ, Польща

СЕНСОР ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ВМІСТУ АМІАКУ

Запропоновано сенсорний пристрій для візуального експрес-контролю наявності аміаку в оточуючому середовищі, зокрема, в харчовій промисловості для оцінки якості харчових продуктів в процесі їх зберігання при різних температурах. Принцип дії сенсорів ґрунтується на зміні спектральних властивостей і, відповідно, кольору тонких плівок спряжених поліаміноаренів під дією полярних газів, зокрема, аміаку. Пропонується застосування гнучких полімерних матриць як носіїв індикаторної речовини, що забезпечило би отримання гнучкого чутливого елемента.

Ключові слова: сенсор, поліаміноарени, продукти тваринництва, контроль свіжості

Вступ. Газова сенсорика є однією з найважливіших галузей сучасної електроніки, що інтенсивно розвивається. Потреба у розробці газових сенсорів зумовлена необхідністю забезпечення безпеки життєдіяльності людини, екологічного контролю, моніторингу газових середовищ в харчовій промисловості тощо. При зберіганні харчової продукції (молочні, м'ясні, рибні вироби) у неналежних умовах втрачається її свіжість, при цьому відбувається виділення газоподібних речовин (аміак, сірководень, оксиди азоту та ін.), які можуть бути виявлені за допомогою сенсорів [1,2]

Органічні напівпровідники є перспективними матеріалами для виготовлення чутливих елементів сенсорних пристроїв [3]. Зокрема, тонкі шари поліаніліну або поліортотолуїдину, здатні змінювати свої оптичні характеристики під дією газоподібних речовин, що виділяються при зберіганні продуктів тваринництва [2]. Відома чутливість опору деяких спряжених полімерів, в тому числі поліаніліну, до дії полярних газів (аміаку, діоксиду азоту, фосфіну) та випарів органічних розчинників – ацетону, спирту, бензолу та ін.[3]. Альтернативою резистивним є оптичні сенсори, вони працюють без зовнішнього електричного сигналу, а їх оптичний відгук можна передавати волоконно-оптичним зв'язком [3]. Для експрес-контролю свіжості продукції в умовах її зберігання необхідно створити чутливі системи, зміни в яких можна би було визначити візуально, без застосування пристроїв реєстрації оптичного сигналу.

Метою даної роботи стало вивчення можливості використання органічних полімерних напівпровідників – спряжених поліаміноаренів (полі-аніліну та його

© Ціж Б.Р., Аксiментьсва О.І., Чохань М.І. 2011

похідних) в оптичних сенсорах візуального контролю свіжості продуктів тваринництва при їх зберіганні за різних умов.

Матеріали і методи. Сенсор візуального контролю вмісту аміаку виконується у вигляді гнучкої плівки, яка є композитом кислотного легованого поліаніліну або поліортотолуїдину та полівінілового спирту (ПВС). Отримання плівки здійснюють шляхом окисної полімеризації 0,01 – 0,025 М розчину аніліну або орто-толуїдину у водному гелі ПВС концентрацією від 0,125 до 5 мас.% при кімнатній температурі. Сенсорну плівку виготовляють методом поливу композиції на поверхню тефлону або органічного скла, висушують протягом 4-х годин при $T = 60 - 70$ °С. Після відділення від підкладки отримують рівномірну, гнучку плівку зеленого кольору, яку використовують як чутливий елемент сенсора. Товщину композиційних плівок вимірюють мікрометром з точністю до 0,01 мм.

Час зміни забарвлення фіксували за показами оптичної густини плівки впродовж часу дії аміаку з заданим парціальним тиском за кімнатних температур (18...20 °С) та у камері холодильника (2...5 °С) у кварцовій кюветі спектрофотометра, фіксуючи зміну оптичної густини реакційного розчину на довжині хвилі 610 нм.

Результати досліджень. Виявлено, що при подачі аміаку в камеру відбувається різка зміна не тільки оптичного поглинання, але й кольору плівки.

В табл. 1 представлено значення часу зміни забарвлення газочутливих плівок під дією аміаку

Таблиця 1.

Результати випробувань сенсорів аміаку з різними індикаторними речовинами

Тиск аміаку, кПа	Час зміни забарвлення сенсора, секунди			
	Прототип	Пропонований сенсор	Прототип	Пропонований сенсор
	Поліанілін (ПАН) ($t = 18...20$ °С)	Композит ПВС-ПАН ($t = 18...20$ °С)	Політолуїдин (ПоТІ) ($t = 2...5$ °С)	Композит ПВС-ПоТІ ($t = 2...5$ °С)
1	0,5 – 1	5	2	12
0,1	2	15-20	5	60
10^{-2}	30-40	190	65	360
10^{-3}	60	300	100	450

Як можна бачити з даних табл. 1, час виходу на стаціонарне значення оптичної густини композиційної плівки більший порівняно з плівкою чистого поліаніліну або поліортотолуїдину і залежить від температури, тиску газу і типу індикаторної речовини, впровадженої у матрицю ПВС, але в загальному становить від декількох секунд до декількох хвилин.

При припиненні контакту з аміачним середовищем відбуваються зворотні процеси – десорбція аміаку і відновлення властивостей плівки. Проте швидкість

десорбції аміаку з композиційних плівок є досить повільною (від 25-30 хвилин до 2-х годин), а при вищих парціальних тисках аміаку (понад 10 кПа) процес стає необоротним.

Відновлення властивостей індикатора здійснюють шляхом його промивання у водному розчині 0,5 М сульфатної кислоти та воді, що займає 10-20 секунд. При цьому відновлюється як колір плівки до яскраво-зеленого, так і її спектральні характеристики. Отже, такий індикатор придатний до повторного використання. Швидкість візуальних змін залежить від парціального тиску аміаку і дещо зменшується при низьких температурах [3].

Зміна оптичних властивостей поліаміноаренів зумовлена взаємодією молекул аміаку з аміно-групами полімерного ланцюга. Молекули аміаку адсорбуються на поверхні за декількома механізмами, основним з яких є утворення донорно-акцепторних комплексів з атомами азоту, що спричиняє зменшення концентрації носіїв р-типу [2].

Висновки. На основі дослідження впливу концентрації (тиску) аміаку на оптичне поглинання плівок спряжених поліаміноаренів запропоновано чутливий елемент оптичного сенсора, що дає можливість використання композиційних плівок як одноразових сенсорів аміаку, що може знайти застосування в індивідуальних засобах захисту працівників (газопроводи, хімічна промисловість), а також контролю свіжості запакованої продукції тваринного походження, псування якої супроводжується виділенням аміаку. Отримання чутливої речовини на гнучких полімерних носіях дає змогу спростити технологію виготовлення і значно зменшити собівартість сенсорів, зробити їх доступними для кожного споживача.

Література

1. Harsányi G. Polymer films in sensor applications: a review of present uses and future possibilities. *Sensor Review*, 2000. – V.20. N.2. P. 98-105.
2. Vernat-Rossi V., Garcia C., Talon R., Denoyer C., Berdague J.L.. Rapid discrimination of meat products and bacterial strains using semiconductor gas sensors, *Sensors and Actuators*, 1996. – B.37. P. 43-48.
3. Патент 26256, Україна, МПК 7G01N 33/02; G11B 11/00. Індикатор свіжості продуктів тваринництва / Чохань М.І., Ціж Б.Р., Аксіментьєва О.І., Польовий Д.О. Заявл. 10.05.2007; опубл. 10.09.2007р., Бюл. № 14.

Summary

Tsizh B.R., Aksimentyeva O.I., Chohan' M.I.

SENSORS FOR VISUAL CONTROL CONTENT OF AMMONIA

The sensor devices for visual control of the animal product duality have been proposed during their preservation at different temperatures. Sensor action based on the change in spectral properties and correspondently the color of conjugated polyaminoarenes thin film on the transparent surface under polar gases such as ammonium.

Рецензент - д.т.н., проф. Білонога Ю.Л.