

11. Щербаков К.Н. Стимуляция ростовых процессов растений низкоэнергетическим магнитным полем / К.Н. Щербаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – №7. – С. 26–29.

12. Ярошенко П.Е. Электрическое и магнитное воздействие при переработке с.-х. продукции / П.Е. Ярошенко, Б.С. Монахов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №4. – С. 27–28

*Систематизированы методы предпосевной обработки семян с целью повышения всхожести и урожайности сельскохозяйственных культур. Определены перспективные методы предпосевной обработки семян.*

**Предпосевная обработка, семена, посевные качества семян, энергия прорастания семян, всхожесть.**

*The methods of preseed treatment of seed are systematized with the purpose of increase of germination and productivity of agricultural cultures. The perspective methods of preseed treatment of seed are certain.*

**Preseed treatment, seed, sowing internalss of seed, energy of germination of seed, germination.**

УДК 543.27.08.632.24:631.563.9:631.24

## **ГАЗОВИЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГНИТТЯ В ОВОЧЕСХОВИЩАХ**

**В.В. Бойко, Г.І. Булах, кандидати фізико-математичних наук  
Г.І. Подпрятюв, кандидат сільськогосподарських наук  
С.М. Гунько, кандидат технічних наук**

*Наведено результати дослідження щодо розробки спеціального газового детектора, здатного реєструвати леткі органічні сполуки (ЛОС), які виділяються в процесі псування плодоовочевої продукції. Реєстрація за допомогою розробленого приладу сумарної концентрації цих речовини дозволяє визначити початкову стадію процесів гниття і на основі цієї інформації приймати рішення про необхідність проведення сортування продукції, яка зберігається, з метою видалення інфікованої (гнилої), що буде сприяти скороченню втрат під час зберігання.*

**Плодоовочева продукція, газовий детектор, леткі органічні сполуки, маркери гниття.**

Картопля – один із основних продуктів харчування. За кількістю поживних речовин, що можна одержати з одиниці площі, серед сільськогосподарських культур картопля займає одне з перших місць. Поживних речовин з гектара вона дає в 2–4 рази більше, ніж жито або ячмінь, і поступається лише перед цукровими буряками і кукурудзою. Бульби в

середньому містять 75 – 80 % води і до 25 % сухих речовин. Крохмалю в бульбах міститься від 14 до 25 %, а в окремих сортів – до 30 %, а сирого протеїну в середньому до 2 %. Цінність картоплі визначається високими смаковими якостями та сприятливим для організму людини хімічним складом. Особливе значення має білок картоплі, який ціниться значно вище білка інших сільськогосподарських культур.

Велика кількість бульб картоплі закладається на зберігання для реалізації та переробки. Основною проблемою під час зберігання є досить значні втрати бульб картоплі, які в окремі роки становлять до 20–30 %.

Одним із шляхів запобігання втрат врожаю при зберіганні картоплі, окрім профілактичних заходів, можна вважати виявлення процесів гниття на ранніх стадіях та знешкодження їх осередків. Пошук засобів виявлення та локалізації початкових стадій псування сільськогосподарської продукції триває багато років, як за кордоном, так і в Україні.

Одним із способів вирішення цього питання став аналіз проб повітря, викачаного із товщі плодоовочевої продукції через спеціальну газовідбірну трубку. Аналіз відібраної проби летких компонентів життєдіяльності плодоовочевої продукції проводять шляхом визначення кількості етилену, що виділився і за результатами цього аналізу здійснюють оцінку придатності продукції до тривалого зберігання [Патент РФ, №2143682, МПК G 01 N 33/02, A 01 F 25/00, опубл. 27.12.1999, «Способ определения пригодности плодов, коренеплодов и картофеля к длительному хранению»].

Іншим перспективним засобом є контроль газового середовища в місцях зберігання плодоовочевої продукції за допомогою газоаналізуючих приладів. Відомо, що основною причиною псування, наприклад картоплі, є зараження такими гнилісними бактеріями, як *Erwinia carotovora*, *Bacillus polymyxa*, *Arthrobacter sp.*, грибками *Phytophthora infestans*, *Fusarium coeruleum* та ін. Високочутливими та коштовними методами газової хроматографії та мас-спектрометрії встановлено, що в процесі життєдіяльності цих шкідливих мікроорганізмів виділяється більше сотні різних летких органічних сполук (ЛОС) [1–2]. Зокрема у випадку зараження бактеріями *Erwinia carotovora* реєструються десятки різних летких сполук із складу алканів (парафіни), алкенів (олефіни), альдегідів, сульфідів, кетонів, спиртів тощо. Найбільш інтенсивними і характерними сполуками є етанол, метанол, ацетон та бутан-1-ol, котрі можуть слугувати маркерами процесів гниття вже на початковій стадії [3]. Однак методи та прилади контролю газового середовища, що застосовуються у наукових дослідженнях, зовсім не прийнятні для практичного застосування в овочесховищах завдяки великій вартості обладнання, тривалості проведення вимірювань, потребі у висококваліфікованому персоналі і тому довгий час не виходили за межі лабораторій.

Потужний розвиток технології газових сенсорів, що відбувся наприкінці 20-го сторіччя, призвів до суттєвого покращення чутливості, економічності, стабільності характеристик та зменшенню габаритів газочутливих сенсорів [4]. Освоєння масового виробництва таких сенсорів

спричинило їхню широку доступність та сприяло суттєвому зниженню вартості до рівня декількох десятків, а зараз і до одиниць доларів США. Тому в останні роки в Великій Британії, Канаді та США почались розробки технічних засобів контролю газового середовища в сховищах, що використовують сучасні газові сенсори. Застосування таких недорогих приладів обіцяє суттєвий економічний ефект та підвищення якості продукції, що споживається населенням. Наприклад, у Великій Британії щорічний економічний ефект від впровадження таких засобів при зберіганні тільки картоплі оцінюється в межах 5,7 млн. фунтів стерлінгів.

**Мета досліджень** – розробка спеціалізованого газового детектора для виявлення процесів гниття в овочесховищах. Тому, цей напрям наукових досліджень є актуальним та перспективним.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводилися на кафедрах фізики та технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика НУБіП України.

Дослідження газового детектора для виявлення процесів гниття в овочесховищах проводили із використанням спеціального скляного боксу.

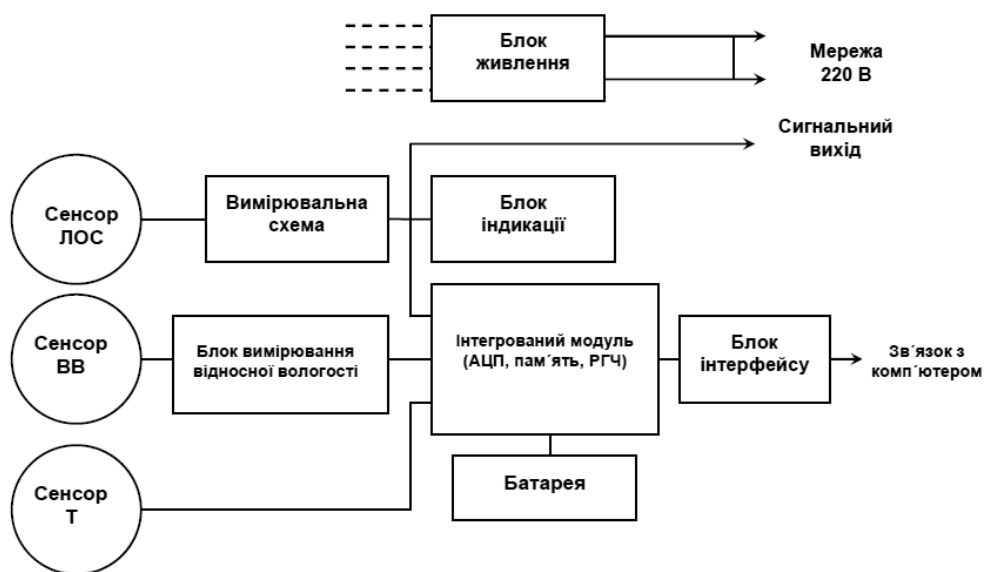
Бокс виготовлений із прозорого органічного скла завтовшки 6 мм, має верхню кришку з ущільнювачем, що затягується гайками, циліндричну бокову шлюзову камеру, яка закривається ущільненою кришкою з притискним механізмом для швидкого відкривання-закривання, декілька гвинтових пробок для введення проб ззовні. Для введення сигнального кабелю та дотів живлення приладу в кришці шлюзової камери була вмонтована кабельна муфта з ущільнюючим сальником. Всередині камери при випробуваннях розміщувались газовий детектор, поліетиленовий сітчастий ящик для продукції. Вихідний сигнал з газового сенсора детектора подавався на аналоговий вхід записуючого пристрою. Він забезпечує автономний запис у внутрішню пам'ять аналогового сигналу в діапазоні 0 – 2 В із періодичністю від 1 хв. до 255 хв.

**Результати досліджень.** У Національному університеті біоресурсів та природокористування України розробка газового детектора для виявлення процесів гниття в овочесховищах розпочалась декілька років тому [5].

Результатом цієї роботи став експериментальний газовий детектор (рис. 1). На рис. 2 наведено принципову схему будови приладу.



**Рис. 1. Загальний вигляд газового детектора для виявлення процесів гниття в овочесховищах**



**Рис. 2. Принципова схема будови газового детектора для виявлення процесів гниття в овочесховищах:**

АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ВВ – відносна вологість; РГЧ – годинник реального часу; ЛОС – леткі органічні сполуки; Т – температура

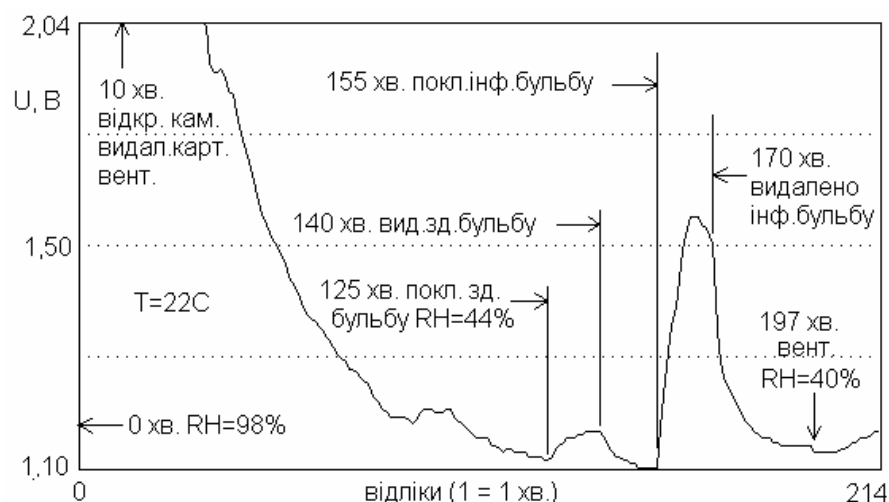
Основним елементом приладу (рис. 2) є напівпровідниковий газовий сенсор на основі оксиду метала з підігрівом, який чутливий до концентрації ЛОС у широкому діапазоні речовин (у тому числі ЛОС, які є специфічними речовинами що виділяються при гнитті плодоовочевої продукції). Сенсор з'єднаний із вимірювальною схемою, яка нормує та обробляє сигнал від нього і видає його на зовнішній роз'єм для контролю. Блок індикації забезпечує можливість встановлення порогового рівня сигналу із сенсора та вмикає індикацію (сигналізацію) при перевищенні цього порогу. Індикатором сигналізації є світлодіод червоного кольору, вмикання якого і сигналізує про перевищення порогового значення концентрації ЛОС. Детектор обладнано сенсором відносної вологості та електронним блоком, що забезпечує його роботу та обробку сигналу, і сенсором температури.

Для реєстрації результатів вимірювання детектор обладнано інтегрованим модулем аналого-цифрового перетворення та запису у внутрішню пам'ять одночасно трьох оцифрованих сигналів із сенсорів впродовж тривалого часу, відлік якого забезпечує внутрішній годинник реального часу. Блок інтерфейсу призначений для приєднання зовнішнього комп'ютера для зчитування даних з пам'яті детектора та програмування режимів його роботи. Мережевий блок живлення детектора забезпечує всі його схеми стабілізованою напругою. Крім того, пам'ять та годинник реального часу мають окрему батарею для роботи та збереження даних при зникненні мережевої напруги. Встановлений у сховищі прилад реєструє леткі органічні сполуки, що виділяються при гнитті продукції. При цьому, величина вихідного сигналу приладу свідчить про величину

концентрації летких сполук в атмосфері сховища і таким чином може бути кількісним мірилом розвитку процесу гниття.

При використанні детектора в овочесховищі реєструється сумарна концентрація ЛОС, які є маркерами процесів гниття, що дозволяє робити певні висновки про глибину розвитку процесів гниття продукції під час зберігання. Одночасне фіксування концентрації ЛОС та показників атмосфери сховища (температури та відносної вологості повітря) дозволяє із більшою точністю оцінити ступінь загрози псування плодоовочевої продукції, оскільки коливання температури та вологості повітря можуть помітно змінювати величину вихідного сигналу приладу і таким чином впливати на достовірність його показів. Якщо зростання вихідного сигналу приладу збіглося в часі із зміною кліматичних показників у сховищі (температура, вологість), то потрібно зробити висновок, що це спрацювання сигналізації приладу є хибним. Наявність у приладу власної пам'яті, в якій фіксуються результати вимірювань, дає змогу документально підтверджувати значення параметрів режиму протягом зберігання.

Випробування роботи приладу в лабораторних умовах у герметичному боксі показали його високу здатність до розпізнання здорової та інфікованої (гнилої) продукції, зокрема бульб картоплі (рис. 3). Сигнал приладу від інфікованої бульби більш ніж у 8 разів перевищив сигнал від здорової, що засвідчило його високу чутливість до ЛОС, які виділяються в процесі гниття.



**Рис. 3. Динаміка сигналу газового сенсора із детектора при його випробуванні в герметичному боксі в присутності здорових та інфікованих бульб картоплі**

### Висновки

1. Розроблено газовий детектор для виявлення процесів гниття в овочесховищах.

2. Випробування роботи детектора в лабораторних умовах у герметичному боксі показали його високу здатність до розпізнання здорової та інфікованої (гнилої) продукції

### Список літератури

1. Перспективи застосування сучасних газових сенсорів в технології зберігання сільськогосподарської продукції / В.В.Бойко, Г.І.Булах, Г.І. Подпрятков, С.М.Гулько. // Науковий вісник НАУ. – 2007. – №105. – С. 237– 341.
2. Varns J. L., Glynn V. Detection of disease in stored potatoes by volatile monitoring. American Potato Journal. 56, 1979, 185-197.
3. Waterer D.R., Pritchard M.K. Monitoring of volatiles: A technique for detection of soft rot (*Erwinia carotovora*) in potato tubers. Canadian Journal of Plant Pathology. 6, 1984, 165-171.
4. de Lacy Costello B. P. J., Evans P., Ewen R. J., Gunson H. E., Ratcliffe N., Spencer-Phillips M. P. T. N. Identification of volatiles generated by potato tubers (*Solanum tuberosum* CV:Maris Piper) infected by *Erwinia carotovora*, *Bacillus polymyxa* and *Arthrobacter* sp. Plant Pathology. 48, 1999, 345-351.
5. Fine G.F., Cavandagh L.M., Afonja A., Binions R. Metal Oxide Semiconductor Gas Sensors in Environmental Monitoring. Sensors. 10, 2010, 5469-5502.

*Представлены результаты исследований по разработке специального газового детектора, способного регистрировать летучие органические соединения (ЛОС), которые выделяются в процессе порчи плодоовощной продукции. Регистрация с помощью разработанного прибора суммарной концентрации этих веществ позволяет определить начальную стадию процессов гниения и на основе этой информации принять решение о необходимости проведения сортировки сберегаемой продукции с целью удаления инфицированной (гнилой), что способствует сокращению потерь во время сберегания.*

***Плодоовощная продукция, газовый детектор, летучие органические соединения, маркеры гниения.***

*The results of researches are presented on development of the special gas detector, able to register volatile organic compounds (LOS) which are produced in the process of spoilage of fruit and vegetable products. Registration by the developed device of total concentration of these substances allows to define the initial stage of rotting processes and on the basis of this information to make decision about the necessity of product sorting with the purpose of remove of infected (rotten) one, that is instrumental in reduction of losses during the storage.*

***Vegetable products, gas detector, volatile organic compounds, markers of decay.***