

УДК 663.977:663.97.002.612

В. М. Ванько, д-р. техн. наук, доц.;

О. С. Гаврилюк

## ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТЮТЮНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ТОМОГРАФІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

*Розроблено структуру ємнісного томографічного сенсора, завдяки якому досліджено неоднорідності трьох сортів тютюнової сировини, кожен з яких зібраний з чотирьох рядків стеблин рослин. Отримано більший обсяг вимірювальної інформації про досліджуваний продукт, що дозволяє детальніше аналізувати якість тютюну на основі матеріальності проб.*

### Загальна характеристика та актуальність проблеми

В Україні впродовж багатьох років мають місце сприятливі агрокліматичні умови для вирощування та виробництва тютюнової сировини з хорошими курильними властивостями. Незважаючи на застереження Міністерства охорони здоров'я та суспільних організацій, існує постійний попит на споживання майже всіх видів тютюнових виробів. Для задоволення запитів користувачів тютюну — смакових властивостей та аромату диму, а також гарантії його мінімального негативного впливу на організм курця, виробник повинен забезпечувати високу якість тютюну. Це досягається завдяки моніторингу якості тютюнової сировини протягом всього технологічного шляху її проходження від первинного до кінцевого продуктів, що зумовлює необхідність проведення вимірювань показників якості (ПЯ) цієї сировини за допомогою спеціалізованих вимірювачів.

### Формулювання задачі дослідження

На сьогодні чинна нормативна база щодо показників якості (ПЯ) тютюну зорієнтована на використання фізико-хімічних параметрів речовин, інформація про які отримується за допомогою морально застарілих методів діагностики (в основному хімічних) та відповідних технічних засобів. Потреба здійснення поточного моніторингу якості тютюнової сировини під час виконання технологічного циклу виготовлення кінцевих продуктів вимагає періодичного експрес-контролю з можливим мінімальним часом його проведення.

Досі застосування електричних методів в основному стосувалось діагностики рівня вологи у тютюновому матеріалі. Наявне раніше вимірювальне устаткування не дозволяло здійснювати контроль навіть сукупного вмісту основних хімічних складових у досліджуваних тютюнових пробах. Тепер з'явилися вимірювачі імітансу з хорошими метрологічними характеристиками, котрі працюють у широкому частотному діапазоні. На думку авторів, застосування таких засобів дозволяє проектувати первинні перетворювачі з новими можливостями для здійснення виробничих потреб в процесі продукування високоякісних тютюнів.

### Застосування ємнісної томографії для дослідження якості тютюну

Як відомо, завдяки томографічним вимірюванням можна отримати інформацію про просторовий розподіл однієї чи декількох фізичних величин у досліджуваному середовищі. Тому, поєднання таких вимірювань з ємнісними перетворювачами дозволяє розширити інформаційну картину стосовно об'єкта аналізу, а у даному випадку — створює хороші перспективи щодо вдосконалення контролю якості тютюнової сировини.

Авторами розроблено структурну схему ємнісного томографічного сенсора СТ для дослідження проб різних сортів тютюну, показано на рис. 1.

Його основу складає площинний ємнісний перетворювач ПП з чотирма послідовно розміщеними парами обкладинок 1—4, між якими засипається досліджувана проба тютюнової сировини. За посередництвом схеми спряження СС, роботою якої керує схема управління СУ, відповідна пара обкладинок підключається до засобу вимірювання імітансних складових ЗВІС. Останнім слугував RLC-метр BR 2827 фірми MCP (Китай).

Варто зазначити, що проводились дослідження з ПП на різний об'єм проби тютюну. З метою отримання максимальної інформативності результатів вимірювань та оптимального розміру проб сировини вибрано вагу кожної проби рівною 6 г. Для дослідження було взято по чотири проби тютюнів різних сортів. Кожна з цих проб будь-якого сорту готувалась з матеріалу, що збирався у різні періоди часу одержання сировини — з чотирьох рядків стеблин рослин. З метою демонстрації результатів вибрано, як і раніше у [1], проби тютюнів таких сортів: Берлей 46, Берлей 38, Тернопільський перспективний.

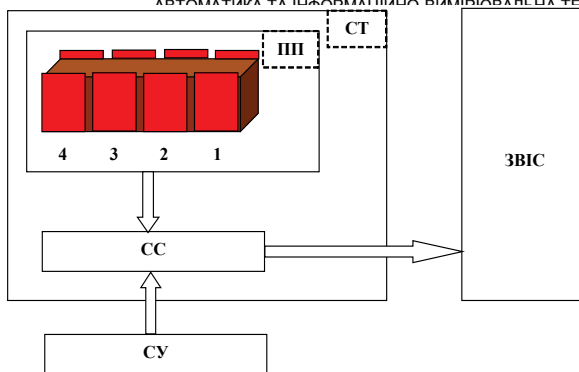


Рис. 1. Структурна схема ємнісного томографічного сенсора

Для кожної проби проводились вимірювання ємності  $C_x$  та активних втрат  $D_x$ , причому із застосуванням різних комбінацій чотирьох пар електродів ПП. Як і слід було очікувати, найінформативнішими виявились дані вимірювань  $C_x$  з пар протилежних обкладинок 1—4, які зображені на рис. 2 (проби сорту Берлей 46), рис. 3 (Берлей 38) та рис. 4 (Тернопільський перспективний). При цьому чотири криві на кожному рисунку показують розкид значень  $C_x$ , що має місце у досліджуваній пробі і є результатами вимірювань зазначених пар обкладинок ПП. Одночасно було отримано залежності від частоти тестового сигналу  $f$  значень  $D_x$  всіх проб тютюнів щодо вказаних пар обкладинок ПП. Варто зазначити, що стосовно останнього варіанту для всіх сортів тютюну виявлено мінімальний розкид значень  $D_x$ , наприклад, як на рис. 5 (Берлей 46, проба 1).

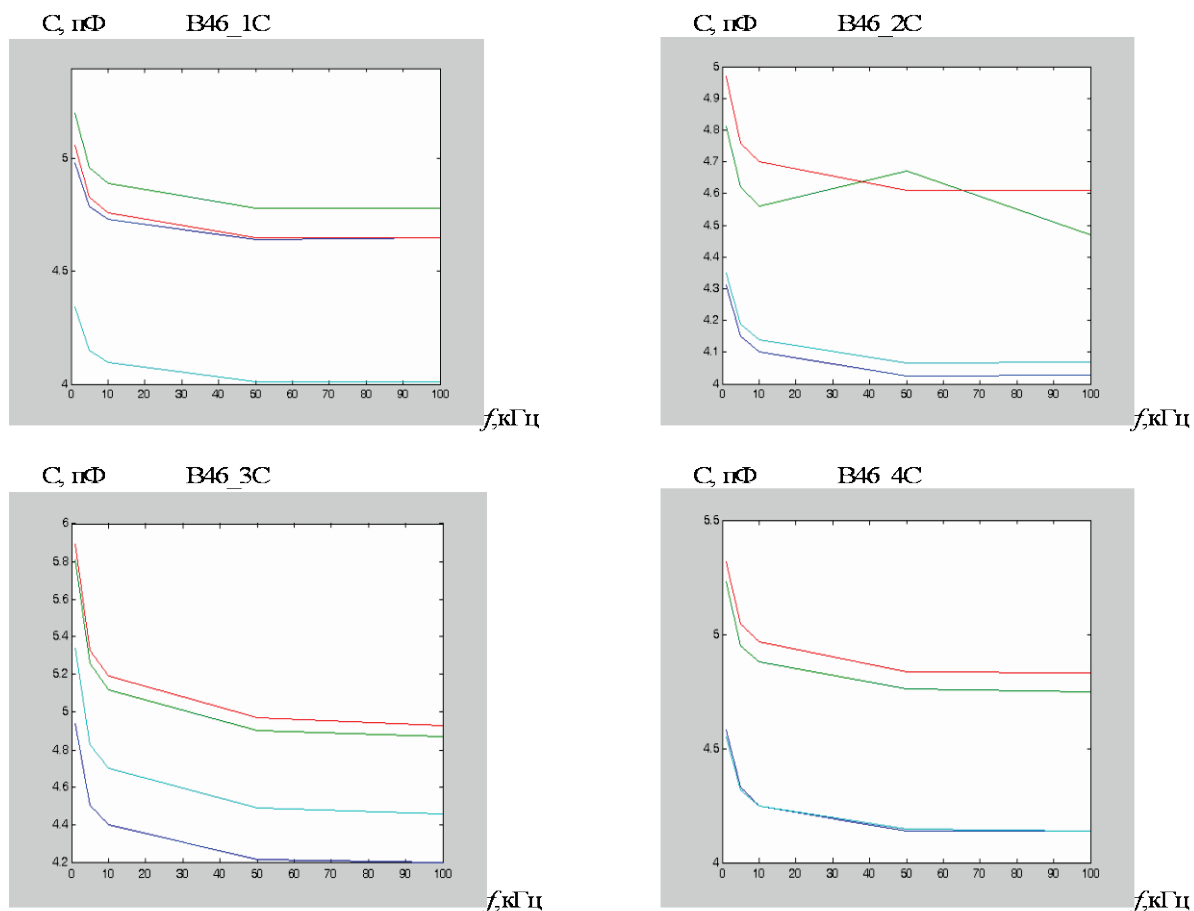


Рис. 2. Залежності ємності  $C_x$  з протилежних обкладинок 1—4 для сорту Берлей 46

Крім наведених здійснювались також вимірювання між перехресними парами обкладинок ПП. (див. рис. 1). При цьому стосовно найвіддаленіших пар слід відмітити тенденцію щодо зменшення абсолютних значень  $C_x$  для всіх проб сортів тютюнової сировини. Це пояснюється геометричними розмірами розробленого сенсора, коли його довжина є більшою від висоти.

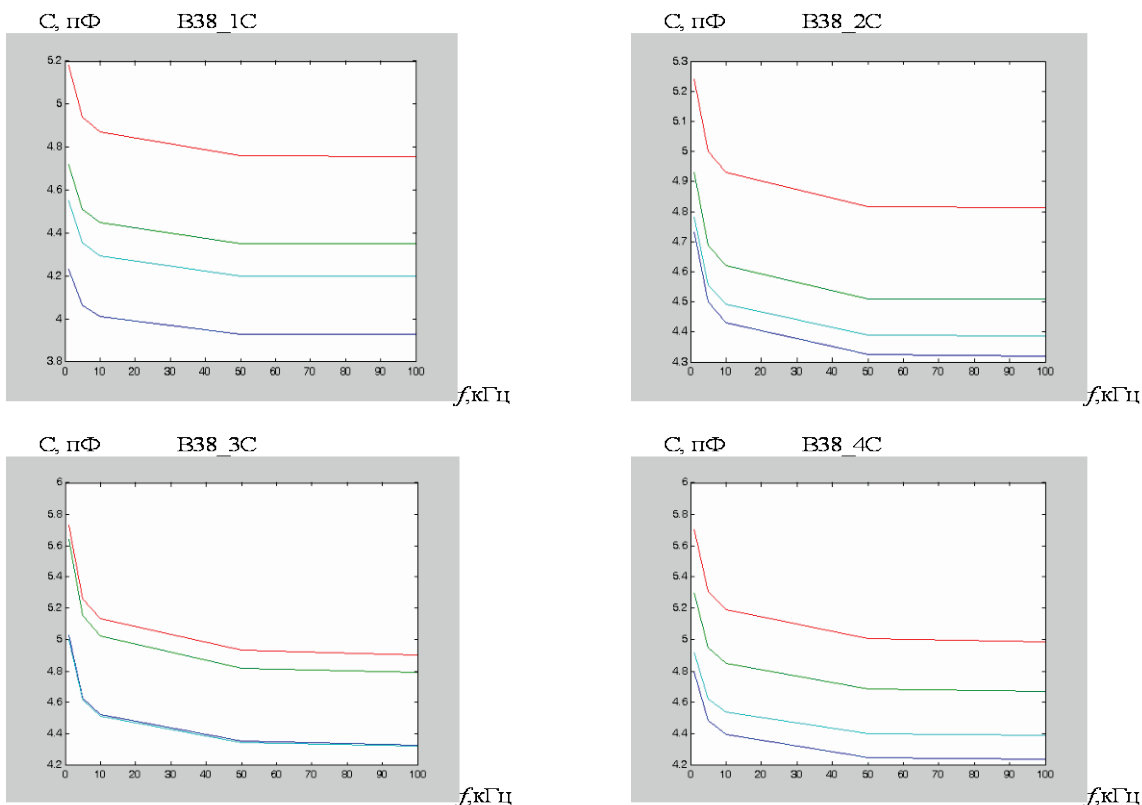


Рис. 3. Залежності ємності  $C_x$  з протилежних обкладинок 1—4, для сорту Берлей 38

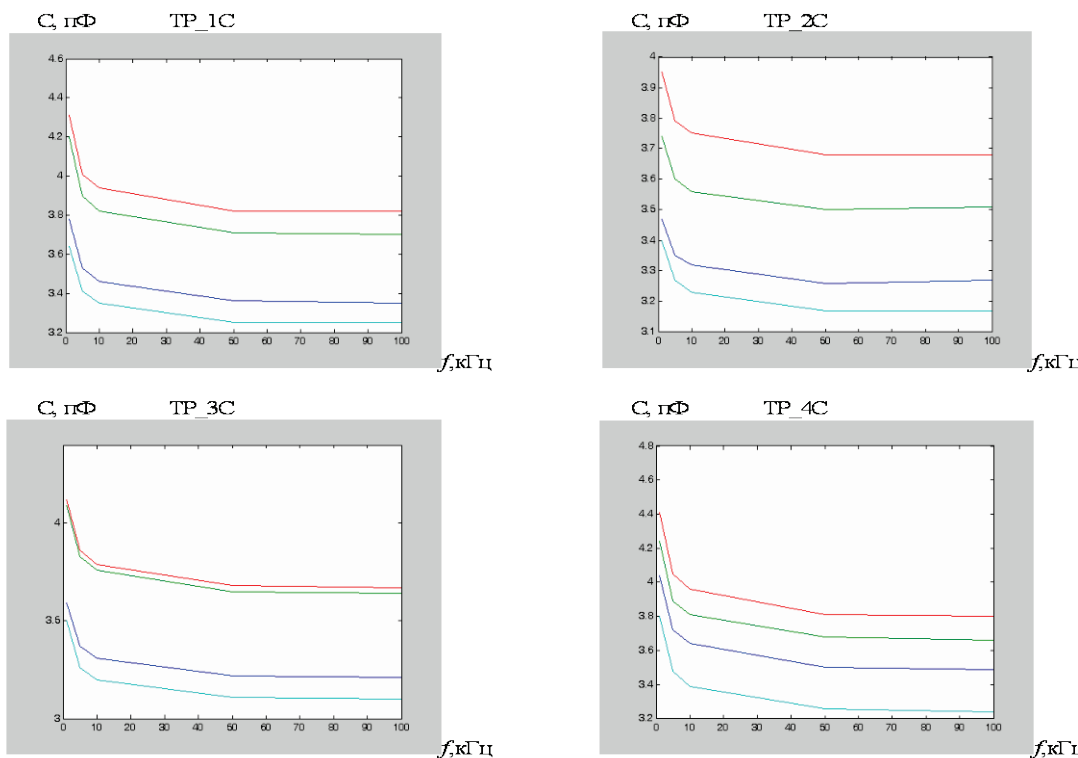


Рис. 4. Залежності ємності  $C_x$  з протилежних обкладинок 1—4 для сорту Тернопільський перспективний

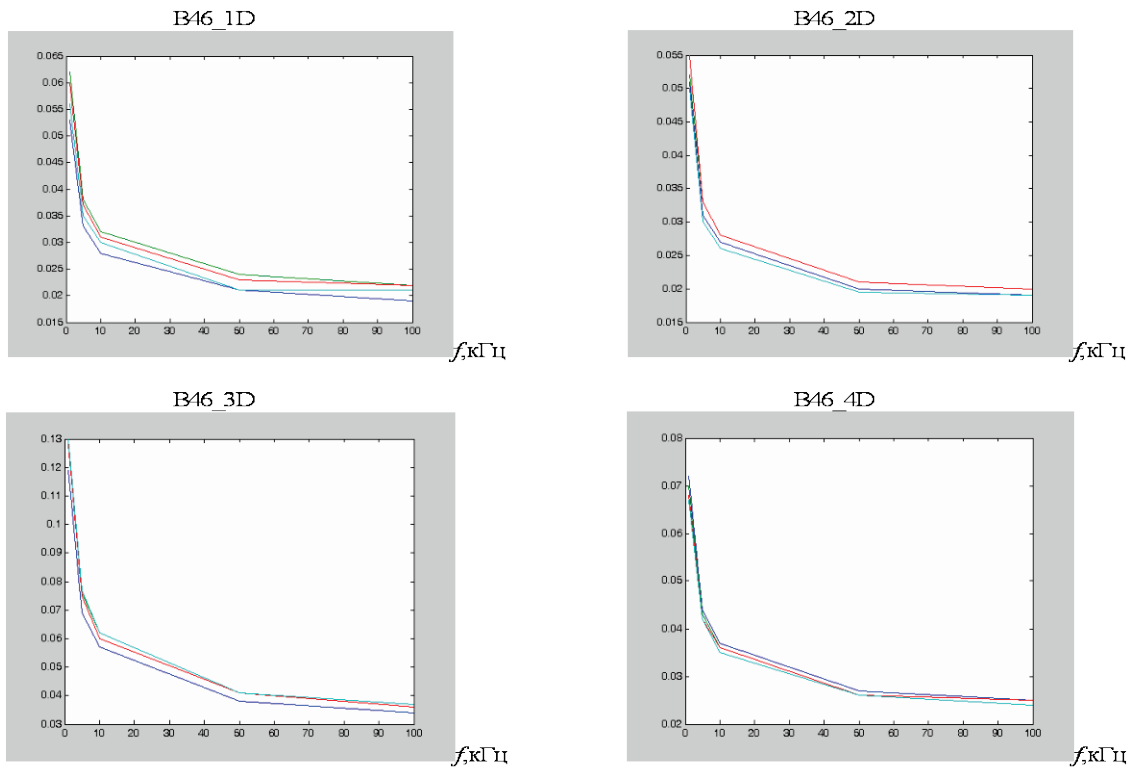


Рис. 5. Залежності активних втрат  $D_x$  з протилежних обкладинок 1—4 для сорту Берлей 46

Виходячи з цього, найінформативнішими виявились пари перехресних обкладинок 1 і 2 ПП (див. рис. 1). На рис. 6 показано залежності  $C_x$  та  $D_x$  з цієї пари контактів для вибраних сортів тютюну. При цьому на кожному графіку наведено чотири криві, що стосуються описаних вище чотирьох проб кожного сорту тютюнів, зібраних з чотирьох рядків стеблин рослин. Значимо, що пробам сорту Тернопільський перспективний (рис. 6) властива нижча вологість ніж пробам інших сортів, котрі досліджувались за інших кліматичних умов у лабораторії.

Як встановлено у [1], значення  $C_x$  та  $D_x$  пропорційні до відхилень одного з нормованих ПЯ тю-

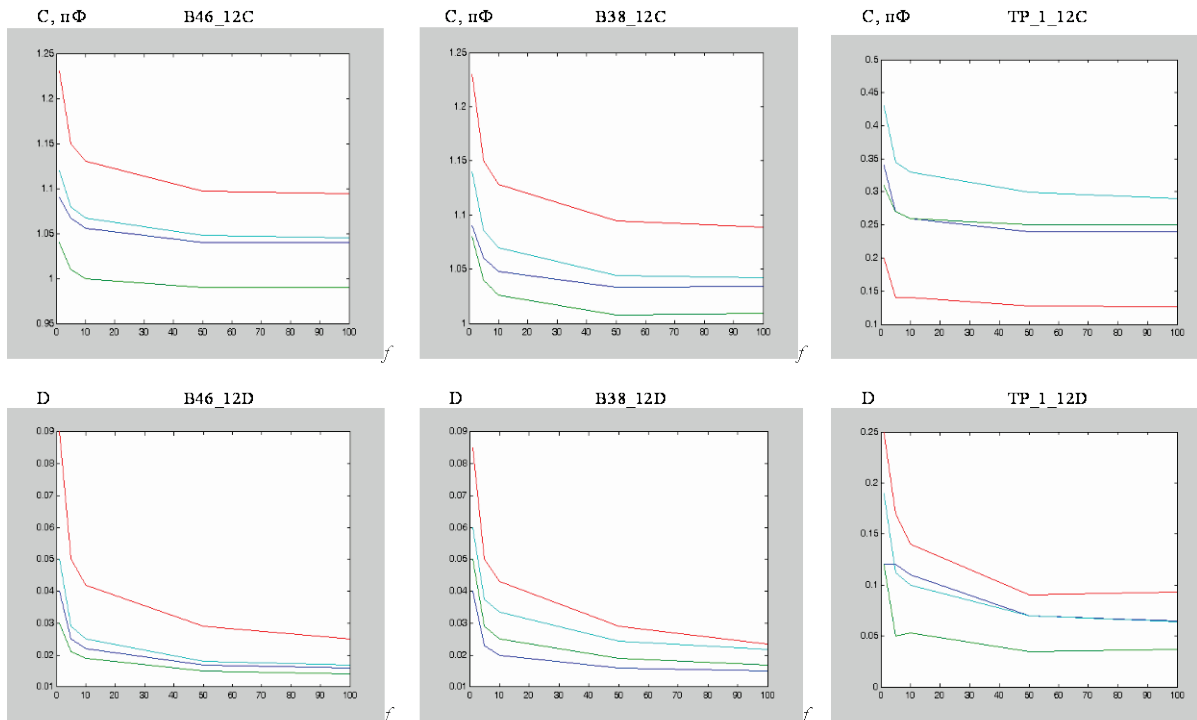


Рис. 6. Залежності ємності  $C_x$  та активних втрат  $D_x$  з обкладинок 1, 2 ПП для сортів Берлей 46, Берлей 38, Тернопільський перспективний

тютюну для випробуваних сортів — матеріальності проби  $M_m$ . Проведені на різних частотах тестового сигналу дослідження розкидів значень  $M_m$  для цих сортів характеризують неоднорідність матеріалу цих тютюнових проб. Отже стосовно кожної  $i$ -ї тютюнової проби досліджуваного сорту можна скласти матрицю якості

$$V_{i\text{-сорт}} = \begin{bmatrix} (M_m)_{11} \\ (M_m)_{22} \\ (M_m)_{33} \\ (M_m)_{44} \\ (M_m)_{12} \\ (M_m)_{23} \\ (M_m)_{34} \end{bmatrix}_{i\text{-сорт}}, \quad (1)$$

де в даному випадку  $i = 1, 2, 3, 4$ , а  $(M_m)_{11}$  — матеріальність матеріалу між обкладинками 1 ПП як функція частоти  $f$ .

Порівняння як матриць  $V_{i\text{-сорт}}$  різних проб між собою та з певною базовою (еталонною) матрицею  $(V_{\text{сорт}})_{\text{баз}}$ , а також компонентів кожної матриці поміж собою дозволяє оцінити неоднорідність досліджуваної тютюнової сировини. Очевидно, що причинами цього розкиду значень  $M_m$  є особливості вирощування і культивування сортів тютюну, коливання характеристик ґрунтів, специфіка обробки первинного рослинного матеріалу та приготування тютюнової сировини. Досягнення високого рівня якості тютюну означає забезпечення для кожного сорту умов:

$$(M_m)_{k-l} \in V_{i\text{-сорт}} \rightarrow \min; V_{i\text{-сорт}} - V_{i-1\text{-сорт}} \rightarrow \min; V_{i\text{-сорт}} \leq (V_{\text{сорт}})_{\text{баз}}, \quad (2)$$

де  $k$  і  $l$  — номери пар електродів ПП.

### Висновки

На основі проведених експериментів з різними сортами тютюну за допомогою розробленого ємнісного сенсора та запропонованого підходу з оцінки їх якості отримано такі результати. Згідно з наведеними даними у сукупності найменші розкиди значень між відповідними пробами сортів та, власне, значень у пробах властиві дослідженим пробам тютюну Берлей 38. Завдяки описаним сенсорам та оцінці якості тютюну можна розробити та запровадити нові нормативні документи з моніторингу якості тютюнової сировини для підприємств цієї галузі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванько В., Гаврилюк О. Дослідження якості тютюнової сировини за допомогою нового засобу вимірювання складових імітансу з розширеними функціональними можливостями. / В. Ванько, О. Гаврилюк // Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва : матеріали доп. І Регіон. наук.-практ. конф. мол. вч. — Тернопіль, 23—24 вересня 2009 р. — С. 26—28.

Рекомендована кафедрою метрології та промислової автоматики

Стаття надійшла до редакції 23.02.11  
Рекомендована до друку 1.03.11

**Ванько Володимир Михайлович** — доцент.

Кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Національний університет «Львівська політехніка», Львів;

**Гаврилюк Олег Степанович** — виконавач обов'язків завідувача лабораторії технології вирощування та післязбиральної обробки тютюну.

Українська дослідна станція тютюництва Тернопільського Інституту агропромислового виробництва Української академії аграрних наук, Мельниця-Подільська Тернопільської області