

УДК 633.63:631.527.5

# ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ (*BETA VULGARIS*) ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ СТЕРИЛЬНИХ ЦИТОПЛАЗМ ВІД ДИКИХ ВИДІВ РОДУ BETA

РОЇК М.В. - д. с.-г. наук, професор, академік директор ІБКіЦБ НААН України;

КОВАЛЬЧУК Н.С. - с.н.с. зав. лаб. цитогенетики;

ІВАНІНА В.В. - к. с.-г. наук зав. лаб. агрохімії;

ЯЦЕВА О.А. - н.с. лаб. цитогенетики;

ПОТАПОВИЧ О.А. - н.с. лаб. цитогенетики;

КАЧАЛОВСЬКА С.О. - фахівець лаб. цитогенетики

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

**Вступ.** Розвиток біоенергетики в Україні має стратегічне значення. Для виробництва біоетанолу однією з ключових культур є цукрові буряки. Селекція вітчизняних сортів і гібридів впродовж століть переважно проводилась в напрямку збільшення вмісту вуглеводів, що досягається завдяки збільшенню тривалості вегетаційного періоду і зменшенню вмісту азоту, що забезпечує високий рівень цукру на цукрових заводах. Практика європейських країн передбачає використання для виробництва біоетанолу таких сортів і гібридів цукрових буряків, які забезпечують короткі строки закладки цукрів та високу масу коренеплодів. Окрім відбору серед вітчизняних кращих високоцукристих матеріалів, необхідно в селекційному процесі використовувати вихідні матеріали, які б забезпечували такі показники [1].

Розвиток гібридної селекції на основі ЦЧС визначає новий напрям вивчення цитоплазматичної спадковості, та пошук таких стерильних цитоплазм, що, насамперед, можуть забезпечувати високу стерильність пилку, високу фотосинтетичну активність і найменшою мірою впливати на фізіологічні процеси та метаболізми рослини. Аналіз чоловічої стерильності у роду *Beta* почався з класичної роботи Оуена [2]. Вперше французький селекціонер доктор Томас Джоліфі звернув увагу на гібриди цукрових буряків з дикою формою *Beta maritima* L., що можуть забезпечувати нову генетичну мінливість за продуктивністю. Крім того, селекційна цінність дикої форми буряків, як джерела специфічних генів, що детермінують стійкість до хвороб і шкідників, є загальноновизнаною в селекційній практиці багатьох країн світу [3]. В зарубіжній селекції цукрових буряків відібрані лінії нової гермоплазми від дикої форми бу-

ряків та класифіковані за нуклеотидними моделями мт ДНК і характеристик відновлення фертильності - E, Q, H, [4].

В даних дослідженнях нові джерела ЦЧС, як бекросні потомства дикої форми *Beta maritima* L., походженням із Греції й Туреччини, та дикою виду *Beta patula* L. (о. Мадейра), досліджувалися за цукристістю в умовах вегетаційних

сосудів на різних фонах мінеральних добрив (0,5; 1,0, 2,0 норми NPK) для їх виділення як нового вихідного матеріалу для селекції та виробництва біоетанолу.

**Метою дослідження** є виділення перспективних вихідних матеріалів для селекції сортів і гібридів з високим виходом біоетанолу.

Таблиця 1.

Продуктивність нових плазмотипів в умовах вегетаційного дослідження, залежно від норм мінеральних добрив

Характеристика селекційних номерів	Загальна маса рослини, г	Маса коренеплоду, г	Цукристість, %	Маса гички, г
0,5 дози				
V3 CS (Туреччина) PK -99%*, урожай насіння 2008р.	659	526	20,0	133
F2CS (Греція) PK-99%, RI+RI+** 0,07од., урожай насіння 2010 р.	662	534	19,3	128
V4CS patula PK-98%, RI+rI+** 0,13 од., урожай насіння 2010 р.	620	463	19,8	158
1 доза				
V3 CS (Туреччина) PK -99%*, урожай насіння 2008р.	998	712	18,8	286
F2CS (Греція) PK-99%, RI+rI+** 0,07од., урожай насіння 2010 р.	1024	705	19,0	280
V4CS patula PK-98%, RI+rI+** 0,13 од., урожай насіння 2010 р.	832	588	18,8	245
2 дози				
V3 CS (Туреччина) PK -99%*, урожай насіння 2008р.	1382	822	16,0	560
F2CS (Греція) PK-99%, RI+rI+** 0,07од., урожай насіння 2010 р.	1086	708	15,5	378
V4CS patula PK-98%, RI+rI+** 0,13 од., урожай насіння 2010 р.	1005	635	15,3	370

**Примітка:** PK\* - роздільно квіткова форма насінника; RI+rI+\*\* - показник стійкості до ризоманії визначено у порівнянні із світовими джерелами стійкості

Дані наукові дослідження присвячені створенню та дослідженню таких вихідних матеріалів для нових гібридів цукрових буряків, що можуть забезпечити як високу масу коренеплоду, так і цукристість із скороченим циклом вегетаційного процесу.

**Матеріал і методи.** В якості вихідного матеріалу були використані нові плазмотики, виділені в лабораторії цитогенетики в генетичній моделі аналізуючого схрещування дикої форми буряків *B. maritima* L., походженням із Туреччини й Греції, та дикої форми *B. patula* L., походженням із природних популяцій о. Мадейра. Аналізаторами нових стерильних цитоплазм від природних популяцій були використані закріплювачі стерильності цукрових буряків. Пилкостерильні гібриди  $F_1$  відібрані за червоним забарвленням гіпокотелю зберігаються в умовах культури *in vitro* (рис. 1 а,б).

Згідно схеми аналізуючого схрещування у беккросних потомств  $B_2C$  з рецесивними алелями *г-г*, що детермінують зелене забарвлення гіпокотелю та можуть максимально успадковувати геном закріплювача стерильності цукрових буряків.

( $F_1$  SRrBb x Betavulqais N xzzzrrbb)  
 Ефект експресії рецесивних алелей *хз* генів ядерного контролю ЦЧС *Beta vulgaris* нових джерел стерильності були встановлені методом класифікації генотипів ЦЧС за Оуеном [1,5].

Веgetаційний дослід проводили в лабораторії агрохімії, використовували контрольований полив та вирощування на різних фонах мінерального живлення [6]. Використані в вегетаційному досліді норми внесення мінеральних добрив включали: 0,5 норми -  $N_{70}P_{70}K_{70}$ , 1,0 норма -  $N_{140}P_{140}K_{140}$ , 2,0 норми -  $N_{280}P_{280}K_{280}$ . Посів проведений 28 квітня, оцінка цукристості в короткий термін - 15 вересня, тривалість вегетаційного періоду 4,5 місяці.

Дані вегетаційного дослід у 2012 році включали: дослідження маси коренеплоду, цукристості, маси гички в контрольованих умовах вологості, мінеральних добрив з їх внесенням при нормі внесення 0,5 дози, оптимальної для цукрових буряків, однієї дози і подвійної дози. Вихідним матеріалом були взяті селекційні номери:

“третього циклу насичуючих схрещувань на фоні стерильної цитоплазми *Beta maritima* L. походженням із Туреччини;

“другого циклу беккросних схрещувань після добору коренеплодів в гібридній популяції  $F_2$  за зеленим забарвленням гіпокотелю на фоні стерильної цитоплазми *Beta maritima* L. походженням із Греції;



а)

б)

**Рис. 1** Новий вихідний матеріал на основі стерильних цитоплазм диких видів роду *Beta*, запропонований для селекції на вихід біоетанолу а)  $B_4CS$  (*patula*); б)  $B_3CS$  (Туреччина).

“четвертого циклу беккросних схрещувань після добору стерильних форм за роздільноплідністю клубочків.

#### Результати досліджень.

Результати експериментальних досліджень за продуктивністю трьох пилко-стерильних ліній, на фоні різного походження стерильних цитоплазм представлені в таблиці 1.

Дані таблиці 1 свідчать, що впродовж вегетаційного періоду від 28 квітня до 15 вересня найбільш значимі показники цукристості спостерігаються у нових вихідних матеріалів за норми внесення 0,5 норми мінеральних добрив. Маса коренеплоду при цьому змінювалась від 430г до 660г для пилкостерильної лінії  $B_3CS$  походженням із Туреччини, а цукристість досягала 20%. В умовах експресії заміщених ядерних генів закріплювача стерильності цукрових буряків і на фоні стерильної цитоплазми *Beta maritima* L. походженням із Греції, цукристість становила 19,3%, а для  $B_4CS$  *patula* L. при вазі коренеплоду від 450г до 620г, цукристість становила 19,8%. Використання однієї норми та подвійної дози збільшувало вагу коренеплоду до 780г і зменшувало цукристість до 18,8% і 15,5%.

Виділений новий вихідний матеріал підтверджує дані французьких дослідників міжвидових гібридів цукрових буряків з *Beta maritima* L., про можливу експресію додаткових алелей цукри-

стості в умовах нової гермоплазми [3], що забезпечує зменшення вегетаційного періоду закладки вуглеводів. Кращі високоцукристі лінії впроваджуються в селекційному процесі Ялтушківської ДСС, Веселоподільської ДСС ІБКІЦБ і будуть зареєстровані в Інституті експертизи сортів рослин України.

Деякі пилкостерильні лінії на фоні стерильної цитоплазми дикої форми *Beta patula* L. характеризуються досить високою енергією проростання (від 70 до 90 %). Досліджено, що висока схожість насіння і роздільноплідність насінневих рослин, характерна міжвидовим гібридам другого і третього циклів насичуючих схрещувань, після добору за рецесивними генами забарвлення гіпокотелю *г-г* на фоні стерильної цитоплазми походженням з Греції. Коренеплоди нових плазмотипів на основі стерильних цитоплазм від дикої форми *Beta patula* L. і дикої форми *Beta maritima* L. зображені на рис. 3 а,б.

Таким чином, створений новий вихідний матеріал, такий як заміщені лінії в генетичній моделі аналізуючого схрещування, може бути використаний в якості компонентів нових гібридів для селекції на вихід біоетанолу, завдяки високій масі коренеплоду, цукристості та скороченому циклу накопичення вуглеводів для гібридної селекції цукрових буряків для виробництва біоетанолу.





**Рис. 2** Коренеплоди беккросних потомств із цукристістю від 19,5% до 20%: а) коренеплоди  $B_1CS$  (patula); б) коренеплоди  $B_3CS$  (Туреччина).

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Роїк М.В. Біоенергетика як наука й галузь економіки: історія, концепція, періодизація (етапи) розвитку / М.В. Роїк, О.О. Ягольник Біоенергетика №1 2014, С. 7-11
2. Owen F.V. Cytoplasmically inheriter male sterility in sugar beet // Ibid. 1945. Vol. 71, N 10. P. 423-440.
3. Jolliffe, T.H. 1990 Genetical studies in relation to breeding objectives in sugar beet. Ph.D thesis submitted to the University of East Anglia.
4. Bosermark, N.O. 1979. Genetic poverty of sugar beet in Europe. In: Roc. Conf.

#### АНОТАЦІЯ

Виділено нові джерела цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) від дикої форми *Beta vulgaris ssp maritima* L. походженням із Туреччини, Греції та дикою формою *Beta patula* (острів Мадейра). Створені нові плазмотици для гібридної селекції цукрових буряків у генетичній моделі аналізуючого схрещування. Наведені дані продуктивності нових плазмотипів дозволяють запропонувати їх як вихідний матеріал для селекції гібридів на виробництво біоетанолу.

**Ключові слова:** біоенергетичні культури, біоетанол, цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС), дикі форми буряків, гермоплазма, нові плазмотици, цукристість, маса коренеплоду.

#### АННОТАЦИЯ

Выделены новые источники цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) от дикой свеклы *Beta vulgaris ssp maritima* L происхождения из Турции и Греции и дикого вида *Beta patula* (остров Мадейра). Созданы новые плазмотици для гибридной селекции сахарной свеклы в генетической модели анализирующего скрещивания. Представлены данные продуктивности но-

Broadening Genet, Base Crops, Eds. A.C. Zeven and A.M. van Harten, Pudoc, Wageningen, pp. 29-35.

5. Ковальчук Н.С. Проблема поиска новых стерильных цитоплазм для гибридной селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L). / Н.С. Ковальчук, М.В. Роик Сахарная свекла №4. 2013, с 29-32.

6. Самойлова Т.М. Методика исследования по сахарной свекле. / Т.М. Самойлова, Н.П. Шиян // Госагропром СССР. Всесоюзный ордена Ленина Научно-исследовательский институт по сахарной свекле. К.: 1986. 292с.

вых плазмотипов, позволяют предложить их как исходный материал для селекции гибридов на производство биоэтанола.

**Ключевые слова:** биоэнергетические культуры, биоэтанол цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС), дикая форма свеклы, гермоплазма, новые плазмотици, сахаристость, масса коренеплода.

#### ANNOTATION

Selected were new sources of cytoplasmic male sterility (CMS) from the wild form of *Beta vulgaris ssp. Maritim* L. originating in Turkey, Greece and of wild specie *Beta patula* (Island of Madeira). Created were new plasm types for breeding sugar beet hybrids within genetic model of analyzing crossing. These data allow offering the new plasm types for source material in breeding hybrids intended for ethanol production.

**Keywords:** bioenergy crops; bioethanol; cytoplasmic male sterility (CMS); beet wild forms; germ-plasm new plasmtypes; sugar; root weight.unit for pellets production.

**Keywords:** bioenergy, solid biofuels, ecology, biomass, energy payback ratio, power plant, mobile unit for pellets production.

#### БІОЕНЕРГЕТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ

### УКРАЇНА КРОКУЄ В ЕНЕРГЕТИЧНЕ СПІВТОВАРИСТВО

Коаліція громадських організацій та експертів "Енергетичні реформи" (Україна) за підтримки ЄС та Міжнародного фонду "Відродження" завершила роботу над дослідженням щодо просування в імplementації європейського енергетичного законодавства в українське. Ключові висновки, які можуть полегшити інтеграцію енергетичного ринку України до ЄС, такі:

1. Нове керівництво держави за відчило незмінний курс на євроінтеграцію, припинивши дискусії про можливий вихід з Енергетичного Співтовариства, визнавши зобов'язання імplementувати Третій енергетичний пакет. Наявність чіткої політичної волі покращить координацію органів влади, зробіть діалог ЄС-Україна більш предметним та ефективним. Разом із тим, однієї політичної волі недостатньо для результативної імplementації європейського законодавства. Попри велику кількість заходів Україна-ЄС, публічних заяв уряду, на «низовому» рівні немає змін, які б засвідчили наближення українських ринків енергетики до європейських стандартів. Підвищення цін і тарифів не супроводжуються посиленням прозорості їх формування. Не створено умов, які б посилювали конкуренцію на ринках газу та електроенергії.

2. Найбільшою перешкодою в імplementації є зосередження уряду на «процесі», а не «результаті». Розроблено велику кількість проектів нормативно-правових актів, які не приймаються, або, будучи прийнятими, не втілюються в життя. Не впроваджено застосування закону про обов'язкову частку біокомпонентів у паливах, відкладається розробка законодавства щодо мінімальних запасів нафтопродуктів, не приймається законодавство для впровадження європейської процедури оцінки впливу на довкілля. Робота уряду на кількість законів, а не остаточні зміни на ринку, може й надалі суттєво затягувати реформи на ринках енергетики.

3. Однією з причин затягування процесу є відсутність чіткого механізму перетворення рішень у реальні зміни в галузі. Всередині уряду механізм прийняття рішень наштовхується на бюрократичні перешкоди, які затягують прийняття необхідного рішення на роки, повноваження та відповідальність недостатньо чітко розподілені між різними відомствами. Як результат, Україна не встигає за ініціативами, з якими виходить Секретаріат Енергетичного Співтовариства.

(За матеріалами сайту «Енергетичні реформи» (<http://enref.org/>))