

УДК 631.523:575+631.523:576.3

## БІОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛІТИННИХ ЯДЕР ЛИСТКІВ РІЗНИХ ЯРУСІВ У ГІБРИДІВ $F_1$ КАВУНА

П.Ю. МОНТВИД

*Інститут овочівництва і баштанництва Української академії аграрних наук  
62478 п/в Селекційне Харківського р-ну Харківської обл.*

Досліджено залежність біоелектричних властивостей клітинних ядер від ярусу листків у гібридів  $F_1$  кавуна. Виявлено електрично заряджені ядра в клітинах епідермісу листкової пластинки. Рухливі ядра різнилися від нерушливих меншим діаметром. Відмінності прояву електронегативності в епідермісі листків 1- і 4-го ярусів залежали від комбінації схрещування. Зроблено висновок про зв'язок геометричних параметрів клітинних ядер та їх електрофоретичної рухливості.

*Ключові слова:* *Citrullus lanatus*, ядро, гібрид  $F_1$ , електронегативність, електрофоретична рухливість, епідерміс, листок.

Біоелектрогенез у рослин — чи не найбільш дискусійний об'єкт фізіологічних і біофізичних досліджень у зв'язку з певним значенням біоелектричних явищ у процесах онтогенезу, адаптації, запилення—запліднення [7] та регуляції активності генів [11]. Один із проявів біоелектрогенезу у рослин — заряд клітинного ядра [11], основними детермінантами якого, з одного боку, є складові ядерної оболонки (фосфоліпіди, сіалові й гіалуронові кислоти), з іншого — нуклеїнові кислоти [11]. Роль нуклеїнових кислот у генеруванні електричного потенціалу цього органоїда підтверджують його зв'язок з інтенсивністю синтезу РНК [8], вмістом ДНК [8], геометричними параметрами ядра [12], ступенем конденсації хроматину [13]. Онтогенетичну залежність електронегативності ядер клітин виявлено в окремих рослинних [4, 5, 12] і тваринних [9, 10] об'єктах. Так, у цибулі проходження певних стадій онтогенезу тісно пов'язане зі змінами цього показника [11]. Незважаючи на істотні відмінності досліджених видів дикорослих і культурних рослин родини Solanaceae, діаметр електрофоретично нерушливого ядра вірогідно перевищував діаметр рухливого [4, 5], а найбільші значення електронегативності ядер спостерігали в клітинах епідермісу серединної жилки онтогенетично молодих листків [4, 5]. В окремих видів перцю незначний відсоток рушливих ядер виявлено і в клітинах стебла [6]. З урахуванням можливого використання методу внутрішньоклітинного мікроелектрофорезу в селекційних дослідженнях, питання електронегативності клітинних ядер у зв'язку з їх геометричними параметрами, локалізацією електрофоретично рушливих ядер у тканинах та в онтогенезі рослин потребують подальшого вивчення.

Метою роботи було виявлення залежності електронегативності клітинних ядер від ярусу й локалізації епідермісу листка, визначення діаметра електрофоретично рушливих і нерушливих ядер у гібридів  $F_1$  кавуна.

## Методика

Гібриди  $F_1$  кавуна (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai.) люб'язно надала селекціонер О.В. Сергієнко, які вона отримала за загальноприйнятою методикою гібридизації з кастрацією нерозкритих жіночих квіток. Досліджено 13 гібридів, які вирощували у горщиках об'ємом 1 л в умовах плівкової теплиці. Електронегативність клітинних ядер (відсоток ядер, які рухаються в напрямку анода) визначали за допомогою приладу «Потенціал-1» у пласкій камері для внутрішньоклітинного мікроелектрофорезу на предметному склі (1 × 1 см), з електродами, що не поляризуються, за напруги 15–20 В, сили струму 0,04 мА у вечірній час (із 17-ї до 22-ї години) за методикою Шахбазова в нашій модифікації [6]. Дослідження проводили на клітинах покривної тканини серединної жилки і пластинки листків 1- і 4-го ярусів під час переходу рослин до генеративної стадії. Епідерміс після надрізу лезом обережно відокремлювали пінцетом, вміщували в камеру в краплі водопровідної води (вміст  $SO_4^{2-}$  — 270,  $NO_3^-$  — 30,  $Ca^{2+}$  — 50,  $Mg^{2+}$  — 30 мг/л) й накривали покривним скельцем. Діаметри рухливих і нерухливих ядер визначали за допомогою окуляр-мікрометра «Ломо». Облік вели за збільшення мікроскопа «Микмед-1» ×200...×400. Досліджували 5 рослин і 8–10 препаратів для кожної гібридної комбінації (100 клітин на препарат). Цифрові дані обробляли методами варіаційної та  $u$ -статистики й кореляційного аналізу [3]. Діаметри рухливих і нерухливих ядер порівнювали з урахуванням  $t$ -критерію Стьюдента, відсоток електронегативності —  $u$ -критерію Фішера [3].

## Результати та обговорення

Згідно з результатами досліджень, у гібридів  $F_1$  кавуна біоелектрична активність ядер спостерігається в клітинах покривної тканини не тільки серединної жилки, а й листкової пластинки. В межах епідермісу жилки листка 4-го ярусу цей показник був вірогідно вищим порівняно з листком 1-го ярусу у 7 гібридів  $F_1$  — 1, 2, 4 — 8, у межах епідермісу листкової пластинки — у 3 — 4, 6, 11 (рис. 1). Зворотний ефект виявлено для рослин комбінацій схрещування відповідно 3, 7, 9, 11, 12 та 1, 2, 5, 8, 10, 12 (див. рис. 1). Залежність електронегативності клітинних ядер від їх локалізації в межах листків 1-го ярусу була неоднозначною, а в листків 4-го ярусу досліджуваний параметр був вірогідно вищий у клітинах епідермісу жилки у 7 гібридів — 1, 2, 4, 5, 8, 12, 13 (див. рис. 1). Однак загалом у кавуна вірогідних кореляцій між ним і ярусом листків не виявлено.

Діаметр електрофоретично нерухливих ядер у клітинах покривної тканини серединної жилки (за наявності таких ядер) був істотно більший за діаметр нерухливих (рис. 2) за винятком гібрида 4, у клітинах епідермісу жилки листка 4-го ярусу якого ефект був протилежний. Відмінності діаметрів клітинних ядер листків 1- і 4-го ярусів залежали від комбінації схрещування (див. рис. 2). Слід зазначити, що діаметр електрофоретично рухливих ядер вірогідно корелює з діаметром нерухливих ядер ( $r = +0,53 \pm 0,17$  для об'єднаних даних,  $r = +0,75 \pm 0,13$  — у межах листків 1-го ярусу).

Відомо, що біоелектричний потенціал ядра відображає стан хроматину [8]. Однією з детермінант заряду ядра є РНК, у зв'язку з чим активація транскрипції приводить до його зростання [8]. Згідно з літературними даними, в окремих випадках рівень синтезу РНК негативно корелює з об'ємом ядра [2]. Ймовірно, цим і можна пояснити виявлені

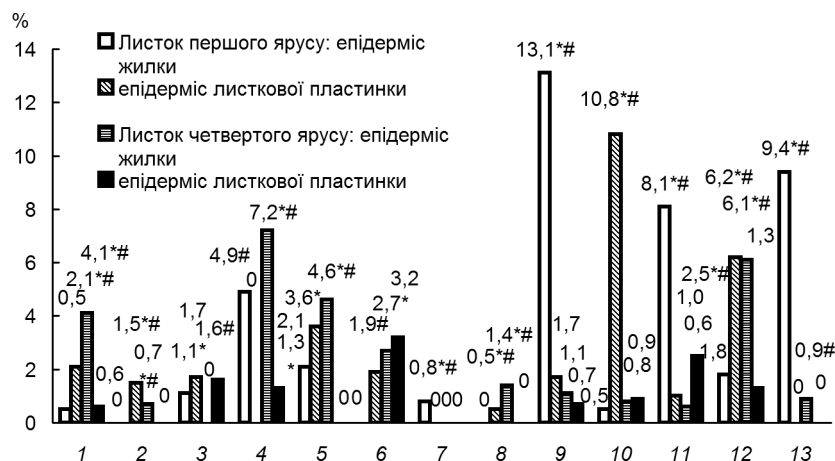


Рис. 1. Частка (%) електрофоретично рухливих ядер клітин епідермісу серединної жилки листка та листкової пластинки залежно від ярусу листків у гібридів F<sub>1</sub> кавуна. Тут і на рис. 2 1–13 — гібриди F<sub>1</sub>:

1 — Обрій; 2 — Гарний × Орфей; 3 — Гарний × Чорногорець; 4 — Гарний × Warthen delight; 5 — Гарний × Jatun; 6 — Гарний × Грибовський; 7 — Гарний × Charleston grou; 8 — Чорногорець × Огоньок; 9 — Чорногорець × Первачок; 10 — Чорногорець × № 5; 11 — Чорногорець × Sugar baby; 12 — Чорногорець × лінія ms; 13 — Чорногорець × Гарний.

\*Відмінності між листками 1- і 4-го ярусів вірогідні за  $p < 0,05$ . #Відмінності між епідермісом серединної жилки і листкової пластинки вірогідні за  $p < 0,05$

нами відмінності геометричних параметрів електрофоретично рухливих і нерухливих ядер у гібридів F<sub>1</sub>. Існування чіткої кореляції між об'ємом ядра і вмістом ДНК та збільшення діаметра нерухливих ядер порівняно з рухливими не виключає їх походження внаслідок ендopolіплоїдії, що має адаптивне значення [16]. Збільшений об'єм спричинює зростання опору в гелеподібному середовищі цитоплазми, і навіть високий заряд не забезпечує електрофоретичну рухливість ядер [11]. Встановлені закономірності добре узгоджуються з даними, отриманими для культурних і дикорослих видів перцю [4], томата, баклажана [5], проте чіткої онтогенетичної залежності електронегативності клітинного ядра від ярусу листків ми не виявили. Не виключено, що це пов'язано з тривалим періодом

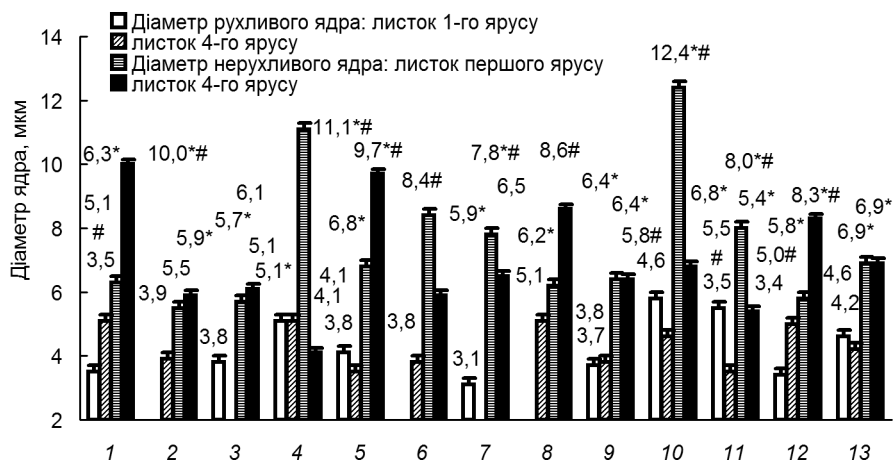


Рис. 2. Діаметри електрофоретично рухливих і нерухливих клітинних ядер епідермісу серединної жилки листка залежно від ярусу останнього

їх росту [14], на відміну від рослин родини пасльонових, у яких 4-й зверху листок вважають фізіологічно найактивнішим [1].

Отже, на гібридах  $F_1$  кавуна загалом підтверджено відмінності геометричних параметрів клітинних ядер у зв'язку з їх електрофоретичною рухливістю. На відміну від інших об'єктів у цього виду не виявлено чіткої залежності електронегативності клітинного ядра від ярусу листка. Крім епідермісу середньої жилки електрофоретично рухливі ядра виявлено в епідермісі листкової пластинки.

Автор вдячний канд. біол. наук О.В. Горенській, старшому інженеру О.В. Салову за методичну й технічну допомогу під час проведення досліджень.

1. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. — Кишинев: Штиинца, 1980. — 586 с.
2. Казьмин С.Д. Индукция автоколебаний уровня транскрипции и объема ядер в клетках карциномы Эрлиха, лимфомы NK/LY, лейкоза L-1210 и P-388 после частичной блокады синтеза РНК актиномицином Д // Эксперим. онкология. — 2002. — Вып. 24, № 1. — С. 72—75.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
4. Монтвід П.Ю. Біоелектричні властивості ядерного геному в залежності від ярусу листка й діаметра ядра у видів роду *Capsicum* і міжвидових гібридів // Вісн. Харків. аграр. ун-ту. Сер. Біологія. — 2009. — Вип. 1. — С. 79—83.
5. Монтвід П.Ю. Біоелектричні властивості ядерного геному залежно від ярусу листка й діаметра ядра у представників родів *Lycopersicon* L. і *Solanum* L. // Там само. — Вип. 2. — С. 89—95.
6. Монтвід П.Ю., Чепель Л.М., Салов О.В. Біоелектричні властивості клітинних ядер у дикорослих видів томата, перцю й баклажана // Там само. — 2008. — Вип. 2. — С. 90—95.
7. Опритов В.А., Пятыгин С.С., Ретивин В.Г. Биоэлектрогенез у высших растений. — М.: Наука, 1991. — 216 с.
8. Чешко В.Ф., Шахбазов В.Г. О влиянии ингибиторов и активаторов внутриклеточного метаболизма на электрофоретическую подвижность и размеры клеточных ядер в связи со структурой ядерной оболочки // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1977. — № 1. — С. 47—51.
9. Шаламов Ю.А., Шахбазов В.Г., Заливадная И.В. Возрастные и сезонные изменения электрокинетических свойств клеточных ядер буккального эпителия сурков // Тез. докл. V Междунар. совещания по суркам стран СНГ. — Харьков, 1993. — С. 41.
10. Шахбазов В.Г., Колупаева Т.В. Дзета-потенциал клеточного ядра — показатель биологического возраста и меры здоровья // Тез. докл. II съезда биофизиков России. — М., 1999. — С. 234—235.
11. Шахбазов В.Г., Шкорбатов Ю.Г. Биоэлектрические свойства клеточных ядер // Успехи соврем. биологии. — 1992. — 112, № 4. — С. 499—511.
12. Шкорбатов Ю.Г., Шахбазов В.Г., Горенская О.В. и др. Изменение состояния ядра и хроматина клеток человека при действии гормональных факторов in vitro // Цитология и генетика. — Киев, 1999. — 33, № 5. — С. 64—71.
13. Шкорбатов Ю.Г., Шахбазов В.Г. Различия электрического заряда хроматина ядер гороха в зависимости от функциональной активности клеток. Ядерные белки и экспрессия генома / Материалы Всесоюз. конференции. — Киев, 1983. — С. 147.
14. Cavallini A., Natali L., Cionini G., Gennai D. Nuclear DNA variability within *Pisum sativum* (*Leguminosae*): nucleotypic effects on plant growth // Heredity. — 1993. — 70. — P. 561—565.
15. Jovtcheva G., Schuberta V., Meistera A. et al. Nuclear DNA content and nuclear and cell volume are positively correlated in angiosperms // Cytogenet Genome Res. — 2006. — 114. — P. 77—82.
16. Samilo S.M., Strashnyuk V.Yu., Shakhbazov V.G. Genetic aspects of fitness in relationships with the bioelectric properties of cell nuclei and functions of chromosomes in *Drosophila melanogaster* Meig. // School fundamental Med. J. — 1997. — 3, N 2. — P. 25—28.

Отримано 27.08.2009

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛЕТОЧНЫХ ЯДЕР ЛИСТЬЕВ РАЗНЫХ  
ЯРУСОВ У ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> АРБУЗА

*П.Ю. Монтвид*

Институт овощеводства и бахчеводства Украинской академии аграрных наук,  
п/о Селекционное Харьковское р-на Харьковской обл.

Исследована зависимость биоэлектрических свойств клеточных ядер от яруса листьев у гибридов F<sub>1</sub> арбуза. Выявлены электрически заряженные ядра в клетках эпидермиса листовой пластинки. Подвижные ядра отличались от неподвижных меньшим диаметром. Отличия в проявлении электроотрицательности в эпидермисе листьев 1- и 4-го ярусов зависели от комбинации скрещивания. Сделан вывод о связи геометрических параметров клеточных ядер и их электрофоретической подвижности.

NUCLEI BIOELECTRICAL PROPERTIES IN DIFFERENT LEAF TIER IN  
WATERMELON F<sub>1</sub> HYBRIDS

*P. Yu. Montvid*

Institute of Vegetables and Melon, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences  
Seleksijne, Kharkiv rg., 62478, Ukraine

The investigations of nuclei genome bioelectrical properties dependence from leaf tier in watermelon F<sub>1</sub> hybrids are conducted. Nuclei electrophoretical activity in leaf plate was revealed. Movable nuclei differed from immovable by lower diameter. Differences of electronegativity manifestation in first tier leaf and fourth tier leaf epidermis depended on genotype. It was concluded about association of nuclei geometrical parameters with their electrophoretical activity.

*Key words:* *Citrullus lanatus*, nucleus, F<sub>1</sub> hybrid, electronegativity, electrophoretical mobility, epidermis, leaf.