

УДК 576.315:575.222.73:633.1

Т. Г. Трочинська, ст. лаб., Т. Ф. Бланковська, д-р біол. наук, проф.  
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
кафедра генетики і молекулярної біології,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

### МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КЛІТИН АНТИПОДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЕЯКИХ ФОРМ ЗЛАКІВ

Проведено порівняльний аналіз морфології клітин антиподального комплексу пшениці, жита та пшенично-житніх гібридів другого та третього поколінь. Особливу увагу звертали на морфологічні параметри ядра та динаміку їх змін в залежності від форми злаку та етапу онтогенезу.

**Ключові слова:** антиподальний комплекс, пшениця, жито, пшенично-житні гібриди, ядрце.

У зв'язку з важливою роллю антиподального комплексу злаків у розвитку та життєздатності зародкового мішка, ендосперму та зародка дослідженням його функціонування надалося багато уваги [1–6 та ін.]. Як відомо, кількість та розміри клітин антипод є специфічними показниками, що характеризують антиподальний комплекс злаків [6, 7, 8]. На видах родини *Triticum*, була виявлена відсутність суворого паралелізму між середнім об'ємом ядер клітин антипод в зрілому зародковому мішку та числом хромосом; розмір ядер антипод варіює як в межах кожного зародкового мішка так і у різних видів і сортів, що не в останню чергу залежить від ступеня політенізації хромосом. Проте є відповідність між хромосомним набором і сумарними показниками об'єму ядер та ядрець клітин антиподального комплексу, які характеризуються добутком кількості антипод на середній об'єм їх ядер та ядрець [9].

З огляду на інтегрованість складних біологічних процесів всебічне дослідження антиподального комплексу має велике значення. У розвитку і функціонуванні антипод разом зі структурними генами білків значну роль відіграють гени рРНК, що забезпечують функціонування білок-синтезуючої системи клітин [10]. Морфологічним проявом активності генів РНК є ядрце; кількість та об'єм ядрець є ознаками, за якими можна судити про інтенсивність синтетичних процесів клітини та про її функціональні особливості [11–15]. Аспекти розвитку антиподального комплексу у віддалених гібридів, які являють собою результат взаємодії геномів систематично віддалених форм, на сьогодні з'ясовані недостатньо [7, 8]. Метою даної праці є вивчення розвитку антиподального комплексу зародкового мішка другого та третього поколінь пшенично-житніх гібридів у порівнянні з батьківськими формами.

## **Матеріали та методи**

Об'єктами досліджень були гібриди другого та третього покоління від схрещування м'якої пшениці сорту Безоста 1 з житом Одеське 1.

Різновікові зав'язі (у фазі колосіння та цвітіння рослин) фіксували за Карнуа, Навашиним та Чіаччіо [16]. Мікротомні зрізи завтовшки 10 мкм забарвлювали на білки — бромфеноловим синім за Мезіа [17], на нуклеїнові кислоти — за Фьольгеном, на ліпиди — суданом чорним Б за Мак-Манусом [16]. Для кожної форми злаків було виготовлено від 30 до 40 препаратів. Постійні мікротомні препарати вивчали під світловим мікроскопом "БЮ-ЛАМ". Мікрофотографії робили з цього ж мікроскопа з використанням цифрового фотоапарата OLYMPUS C-370 ZOOM при збільшенні об'єктива 40x, а окуляра — 15x. Діаметри ядер та ядерць вимірювали за допомогою гвинтового окуляр-мікрометра та з використанням програми PhotoM 1.21. Об'єми вираховували як для еліпсоїду. Визначені об'єми та величини ядерно-ядерцьових співвідношень (далі ЯЯС) обробляли статистично [18].

## **Результати та їх обговорення**

Для клітин антиподального комплексу сформованих зародкових мішків жита характерна наявність одного досить великого інтенсивно забарвленого ядерця. За дозрівання зародкового мішка ядерце в антиподах збільшується пропорційно збільшенню ядра. Хроматин у ядрах антипод незрілого зародкового мішка зібраний у глибки, які відокремлені одна від одної, зрідка можуть бути з'єднані тяжами (рис. 1 А). В ядрах антипод зрілого зародкового мішка жита хроматин більш диспергований; щільне, округле, сильно забарвлене ядерце, яке не має порожнин і лакун, розташовується в чітко окресленому оперкульюмі (рис. 1 Б), а самі антиподи сильно вакуолізовані.

В ядрах антипод сформованого зародкового мішка м'якої пшениці, на відміну від таких у жита, хроматин знаходиться в диспергованому стані (рис. 2). По мірі дозрівання зародкового мішка в ядрах клітин антипод хроматин відтискується до периферії, а центр ядра займає велике ядерце. Найбільш часто антиподи пшениці містять одне ядерце; в ювенільних зародкових мішках зустрічаються багатоядерцьові клітини (рис. 2).

В міру дозрівання зародкового мішка у більшості клітин антиподального комплексу відбувається злиття ядерць (рис. 3 А). Ядерця антипод пшениці сферичної форми, великі і щільні; в деяких антиподах ядерце неоднорідне, має численні дрібні вакуолі, особливо добре помітні у випадку попадання в них повітря в процесі виготовлення препарату (рис. 3 Б). Середня кількість клітин антиподального комплексу пшениці —  $29,16 \pm 1,21$ , жита —  $19,26 \pm 1,41$ ; розмах значень для пшениці — 24-36, для жита — 16-32.

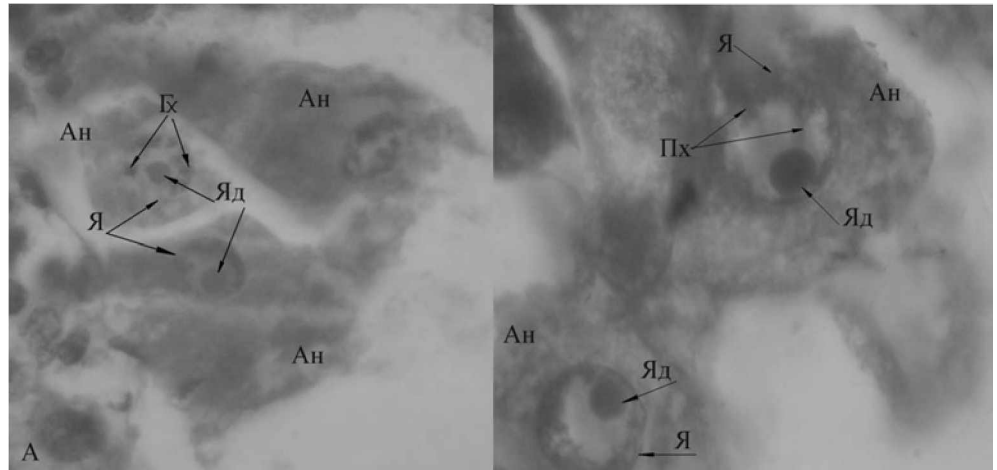


Рис. 1. Клітини антиподального комплексу зародкового мішка, який дозріває (А), та зрілого зародкового мішка жита Одеське 1 (Б). Ан — антипода, Гх — глибоки хроматину, Пх — політенні хромосоми, Я — ядро, Яд — ядерце

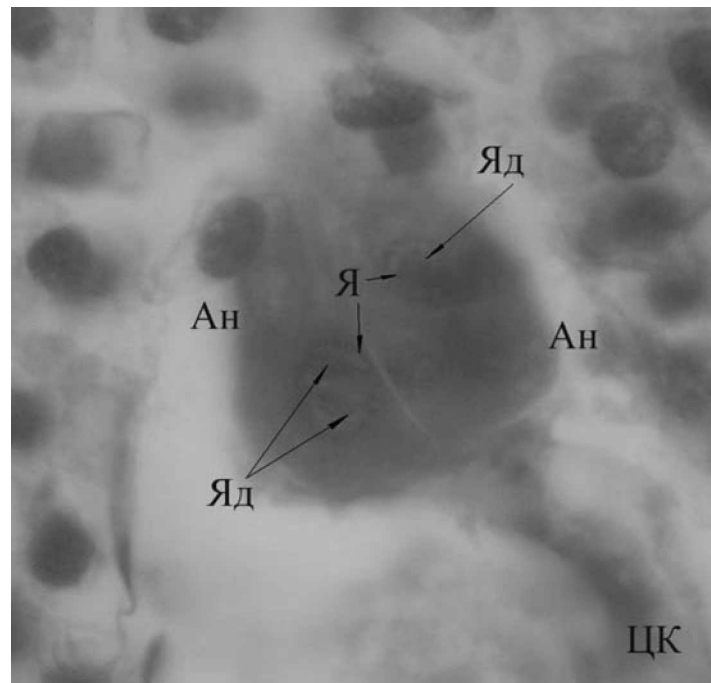


Рис. 2. Антиподальний комплекс сформованого зародкового мішка пшениці Безоста 1. Ан — антипода, Я — ядро, Яд — ядерце

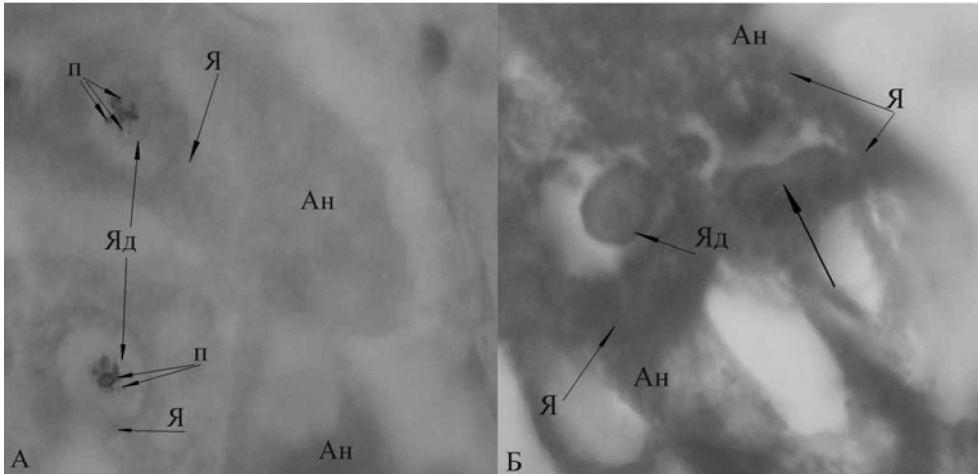


Рис. 3. Клітини зрілого антиподального комплексу пшениці Безоста 1. Злиття ядерць вказано стрілкою. Ан — антипода, п — порожнини — ядерцеві вакуолі, в які потрапило повітря, Я — ядро, Яд — ядерце

В ядрах антипод зрілого зародкового мішка пшениці добре помітні політенні хромосоми (рис. 4, А; 4, Б), у цитоплазмі — великі вакуолі.

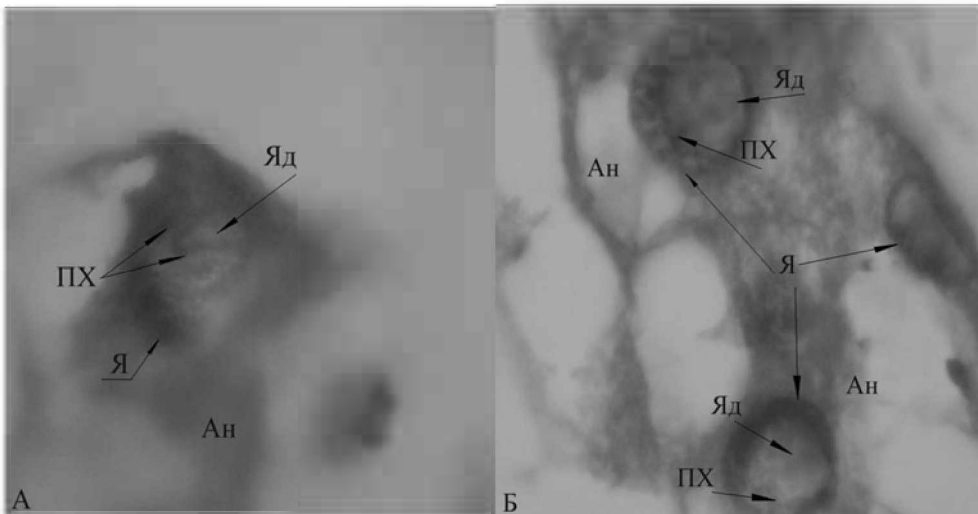


Рис. 4. Політенні хромосоми антипод пшениці. Забарвлення за Фьольгеном, цитоплазма та ядерце підфарбовані ліхтгрюном. Ан — антипода, ПХ — політенні хромосоми, Я — ядро, Яд — ядерце

У другого покоління пшенично-житніх гібридів через незбалансованість їх геному зародкові мішки утворюються не в кожному насінні

невому зачатку. В тих випадках, коли вони все-таки утворюються, формування їх відбувається нормально, але дозрівання проходить дуже повільно. В результаті в фазі цвітіння рослин зародкові мішки в цілому та їх антиподи як за розмірами, так і за будовою майже не відрізняються від таких у фазі колосіння рослин (рис. 4 А; 4 Б). Середня кількість клітин у антиподальному комплексі зародкових мішків  $F_2$  пшенично-житнього гібриду —  $13,24 \pm 1,94$ . Отже, перший етап диференціації антипод — поділ клітин — або зовсім не відбувається, або дуже пригнічений (рис. 5). Другий етап — політенізація хромосом — до цвітіння рослин не наступає. В більшості випадків ядро антипод містить одне ядерце. Воно досить велике, щільне, без вакуолей. В зародкових мішках  $F_2$  гібридів в антиподах спостерігався навколядерцевий хроматин; інколи його форма нагадувала пелюстки квітки (рис. 6). За розмірами клітини — антиподи  $F_2$  подібні до таких у дозріваючих зародкових мішків батьківських форм і значно дрібніші за такі у зрілих зародкових мішків.

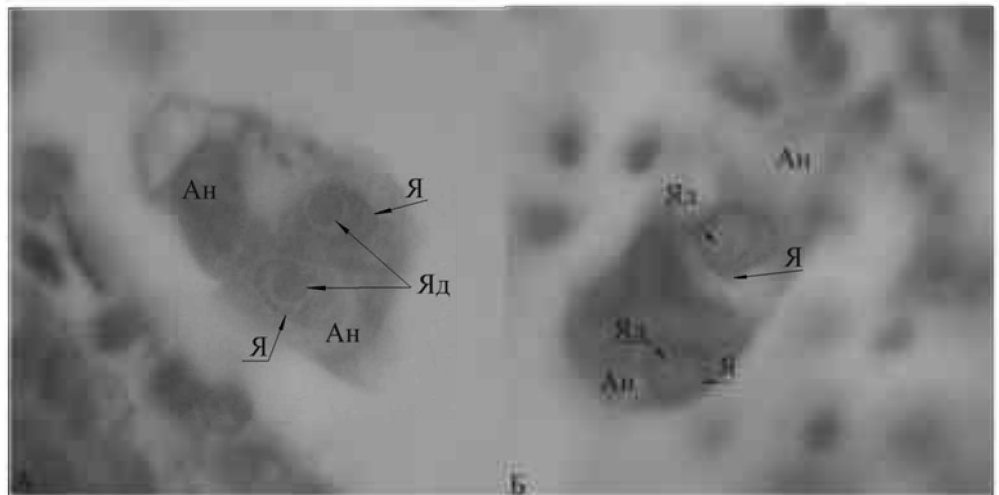


Рис. 5. Зародковий мішок  $F_2$  пшенично-житнього гібриду Безоста 1 x Одеське 1 під час колосіння рослин (А) і під час їх цвітіння (Б). Ан — антипода, Я — ядро, Яд — ядерце

Як відомо [13, 20], навколядерцевий хроматин утворюється конденсованими неактивними ділянками рДНК. Експресія генів рРНК в таких ядрах знижена. Це, мабуть, є однією з причин відхилень, які спостерігаються за диференціації клітин і дозрівання зародкового мішка  $F_2$  гібридів. Відсутність вакуолей в цитоплазмі антипод підтверджує їх недиференційований стан.

Клітини антиподального апарату зародкових мішків третього покоління пшенично-житніх гібридів за морфологією подібні до таких материнської форми. По мірі дозрівання зародкового мішка

збільшуються розміри клітин, ядер і ядерця; стають добре помітними політенні хромосоми (рис. 7). Антиподи в основному одно-ядерцеві.

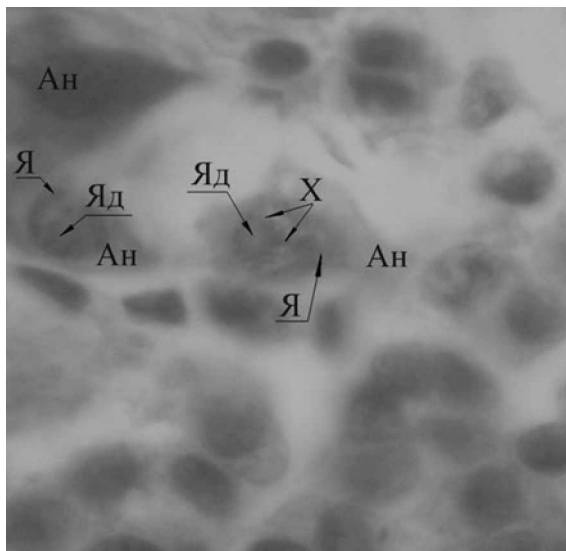


Рис. 6. Антиподи зародкового мішка  $F_2$  — пшенично-житнього гібриду  
Я — ядро, Яд — ядерце, А — антипода, Х — хроматин, який оточує ядерце як  
пелюстки квітки, вказано стрілкою

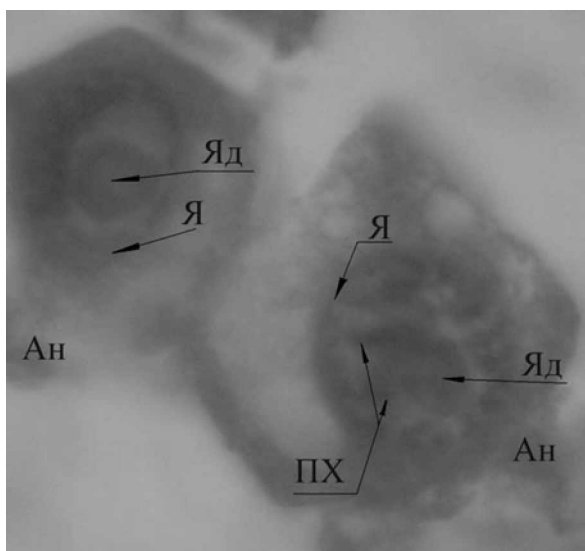


Рис. 7. Політенні хромосоми антипод третього покоління пшенично-житніх  
гібридів від схрещування Безостої 1 і Одеського 1.  
Я — ядро, Яд — ядерце, А — антипода, ПХ — політенні хромосоми

На відміну від батьківських форм і гібридів другого покоління, для морфології ядерця антипод гібридів третього покоління характерна розмаїтість навіть у межах антиподального комплексу одного зародкового мішка: зустрічалися ядерця як сферичної форми, так і видовжені, — як гомогенні, щільні, так і з вакуолями — порожнинами. Ці порожнини, на відміну від дрібних порожнинок у ядерцях пшениці, часто були досить великими (рис. 8 А, Б). Число, розмір і форма порожнин у ядерці варіюють, як і інтенсивність його забарвлення. Досить часто зустрічалися ядерця з інвагінаціями, що мають на сагітальній проекції форму напівкільця (рис. 8 В, Г). Розміри клітин антиподального комплексу і ступінь їх вакуолізації також відрізнялися значним розмахом.

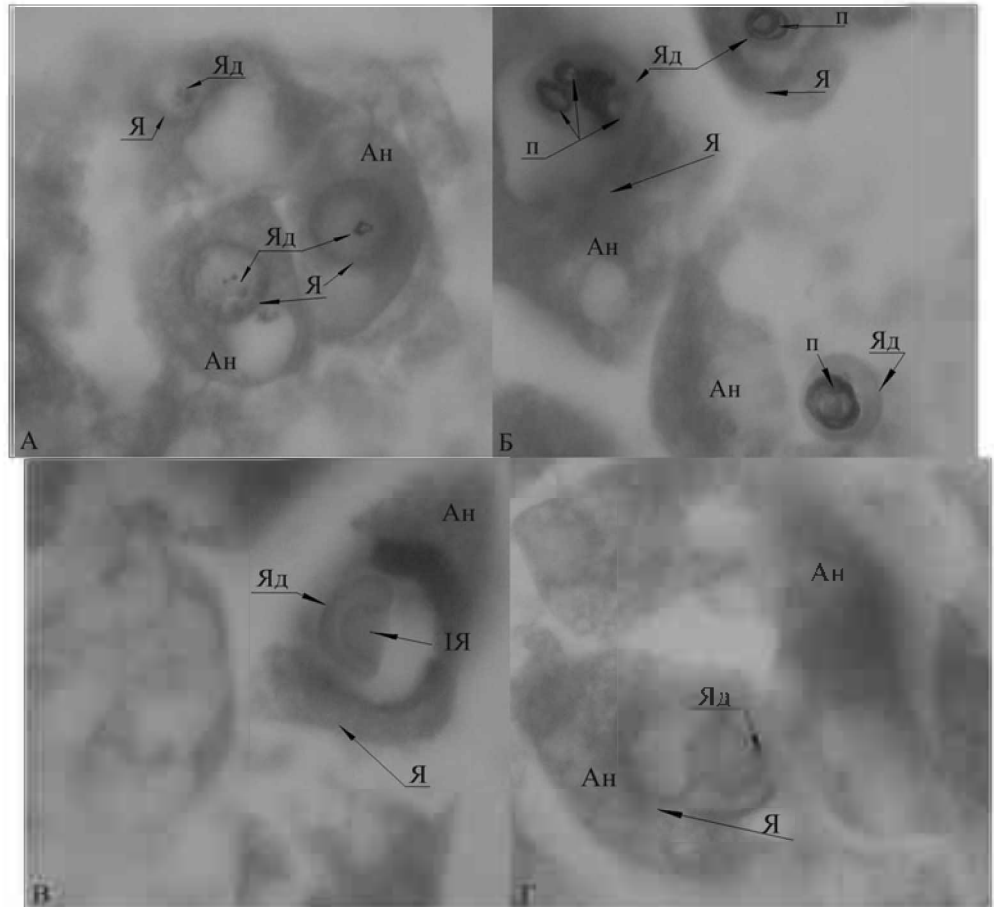


Рис. 8. Ядерця клітин антиподального комплексу зрілого зародкового мішка третього покоління пшенично-житніх гібридів.  
 Я — ядро, Яд — ядерце, А — антипода, П — порожнини у ядерцях антипод, НК — ядерце у формі напівкільця, ІЯ — ядерце з інвагінацією

Середня кількість антиподальних клітин у складі антиподального комплексу пшенично-житніх гібридів третього покоління —  $24,41 \pm 1,46$ . Середня кількість клітин у складі антиподального комплексу вірогідно розрізняється у всіх досліджених форм злаків.

## **Висновки**

1. Середня кількість клітин у антиподальному комплексі досліджуваних форм злаків вірогідно ( $P \leq 0,01$ ) різниться.
2. У  $F_2$  пшенично-житніх гібридів поділ клітин антипод пригнічений, іноді зовсім не відбувається.
3. Політенізація хромосом в ядрах антипод другого покоління пшенично-житніх гібридів до цвітіння рослин не наступає.
4. Однією з причин стерильності зародкового мішка  $F_2$  пшенично-житніх гібридів є компактизація частини рДНК, утворення навколядерцевого хроматину.
5. У  $F_3$  пшенично-житніх гібридів будова антиподального комплексу наближається до такої у материнської форми — пшениці.

## **Література**

1. Батыгина Т. Б. Эмбриология пшеницы. — Л.: Колос, 1974. — 206 с.
2. Ивановская Е. В. Цитозембриологическое исследование дифференцировки клеток растений. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 152 с.
3. Бейлис-Вырова Р. А. История индивидуального развития жита. — К.: Держсельгоспиздач УРСР, 1962. — 144 с.
4. Цитозембриология основных хлебных злаков / Я. С. Модилевский, П. Ф. Окснюк, М. И. Худяк, Л. К. Дзюбенко, Ф. А. Бейлис-Выровая. — К.: Изд-во АН УССР, 1958. — 336 с.
5. Бланковська Т. Ф., Шестопад О. Л. Кількість та розміри антипод шестирядного та дворядного ячменю // Вісник ОДУ. — 2002. — Т. 7, № 1. — С. 249-253.
6. Шмараев И. Г. Ультраструктура антипод зародкового мешка *Triticum aestivum* L. в связи с их функцией // Тез. докл. XIII делегат. съезда ВБО "Актуальн. вопросы ботан. в СССР". — Алма-Ата, 1988. — С. 372-373.
7. Антиподальный аппарат злаков та продуктивність рослин / Т. П. Бланковська, О. Л. Шестопад, Т. Г. Трочинська, В. Л. Давиденко // Біологічні науки та проблеми рослинництва. — Умань, 2003. — С. 332-336.
8. Бланковська Т. П., Трочинська Т. А. Розвиток зародкового мішку у другого та третього поколінь пшенично-житніх гібридів // Вісник Одеського національного університету. — 2002. — Т. 7, вип. 1. Біологія. — С. 243-248.
9. Бланковская Т. Ф. Морфо-функциональные аспекты развития генеративных структур хлебных злаков: Автореф. дис... д-ра биол. наук. — С.Пб., 1992. — 31 с.
10. Челидзе П. В. Ультраструктура и функции ядрышка интерфазной клетки. — Тбилиси: Мецниереба, 1985. — 119 с.
11. Молекулярная биология клетки: В 3 т.: Пер. с англ. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Мир. — 540 с.
12. Соболев М. А. Роль ядрышка в реакциях растительных клеток на действие физических факторов окружающей среды // Цитология и генетика. — 2001. — Т. 34, № 3. — С. 72-84.



13. Архипчук В. В. Использование ядрышковых характеристик в биотестировании // Цитология и генетика. — 1995. — Т. 29, № 3. — С. 6–12.
14. Хеолес А. Г., Черняев Т. А. Механизм стимуляции мутагенами // Докл. АН СССР. — 1988. — Т. 301, № 5. — С. 985–988.
15. Цитогенетический анализ определения влияния пороговых величин антропогенных факторов на геном растений и животных / В. В. Архипчук, В. Д. Романенко, М. В. Архипчук, Л. С. Кипнис // Докл. РАН. — 1992. — Т. 326, № 5. — С. 908–910.
16. Роскин Г. Н., Левинсон Л. Б. Микроскопическая техника. — М.: Сов. наука, 1957. — 468 с.
17. Паламарчук И. А., Веселова Т. Д. Учебное пособие по ботанической гистохимии. — М.: Изд-во МГУ, 1965. — 108 с.
18. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. — Минск: Выш. школа, 1973. — 319 с.

**Т. Г. Трочинская, Т. Ф. Бланковская**

Одесский национальный университет,  
кафедра генетики и молекулярной биологии,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

#### **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОК АНТИПОДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НЕКОТОРЫХ ФОРМ ЗЛАКОВ**

##### **Резюме**

Проведен сравнительный анализ морфологии клеток антиподального комплекса пшеницы, ржи и пшенично-ржаных гибридов второго и третьего поколений. Особое внимание обращали на морфологические параметры ядрышка и динамику их изменений.

**Ключевые слова:** антиподальный комплекс, пшеница, рожь, пшенично-ржаные гибриды, ядрышко.

**T. G. Trochinskaya, T. Ph. Blankovskaya**

Odessa National University,  
Department of Genetics and Molecular Biology,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

#### **MORPHOLOGICAL CELL PECULIARITIES OF SOME CEREALS ANTIPODAL COMPLEX**

##### **Summary**

The comparative cells analysis of antipodal morphology has been made among the second and third generations of wheat-rye hybrids and parental forms. The morphological parametres of nucleolus and its dynamic during embryo sac development have been investigated.

**Keywords:** antipodal complex, wheat, rye, wheat-rye hybrids, nucleolus.