

12. Шафикова Л.М., Калашник Н.А. Характеристика кариоти́па сосны обыкновенной при промышленном загрязнении // Лесоведение. – 2000. – № 2. – С. 30–36.
13. Butorina A.K., Evstratov N. The first detected case of amitosis in pine // Forest genetics. – 1996. – Vol. 3, №. 3. – P. 137–139.

SEDEL'NIKOVA T.S., PIMENOV A.V., EFREMOVA T.T.

Sukachev Institute of Forest SB RAS

Russia, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28, e-mail: tss@ksc.krasn.ru

CHROMOSOMAL ABNORMALITIES IN SCOTS PINE FROM EXTREME EDAPHIC CONDITIONS

Aims. The investigation of occurrence of chromosomal abnormalities in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees growing in extreme edaphic conditions of dry step and bog ecotopes was carried out. **Methods.** The frequency and the spectrum of chromosomal abnormalities in metaphase and ana-telophase cells of Scots pine were determined. **Results.** The results obtained were: the seed progeny of trees growing in extreme edaphic conditions (low moisture, low soil fertility, high humidity) are characterized by high level of chromosomal mutations. **Conclusions.** The data concerning chromosomal abnormalities in seed progeny of Scots pine growing in dry step and bog ecotopes extend and expand available information about cytogenetic mechanisms of adaptation of species to extreme edaphic conditions. These data can be used in silvicultural practices, and when developing breeding and meliorative measures.

Key words: *Pinus sylvestris*, extreme edaphic conditions, chromosomal abnormalities.

СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО О.Г.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

Україна, 03022, Київ, вул. Васильківська 31/17, e-mail: monitor@ifrg.kiev.ua

ВПЛИВ РІЗНИХ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ АСИМІЛЯЦІЇ CO₂, АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Різні сорти культурних рослин, навіть такі, що належать до одного виду, різняться за рівнем стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища, в тому числі і нестачі мінерального живлення. Серед культурних рослин пшениця за своєю харчовою цінністю та екологічною пластичністю є неперевершеною і становить основу продовольчого раціону людства [1, 2]. Питанням стійкості цієї культури до дії різноманітних стресових чинників присвячено багато досліджень, але вплив умов мінерального живлення на захисні механізми фотосинтетичного апарату у зв'язку із генотипними особливостями досліджено значно менше.

Дія стресових чинників як правило супроводжується утворенням у клітинах і органах надмірних кількостей активних форм кисню (АФК), що може призводити до пошкодження макромолекулярних структур і порушення фізіологічних процесів [9]. Захисні системи

клітини реагують на це підвищенням активності антиоксидантних ферментів, щоби якомога повніше елімінувати надлишок АФК. Головними ферментами антиоксидантного захисту фотосинтетичного апарату від АФК є хлоропластні супероксиддисмутаза (СОД) та аскорбатпероксидаза (АПО). У певній кількості АФК утворюються в процесі функціонування фотосинтетичного апарату за нормальних умов і контролюються антиоксидантними системами, але за стресових умов роль антиоксидантних ферментів для виживання клітини суттєво зростає [5, 7].

Метою нашої роботи було дослідити генотипні особливості реакції нових високоінтенсивних сортів озимої пшениці на нестачу мінерального живлення за фізіологічними показниками асиміляційної активності фотосинтетичного апарату та антиоксидантної системи його захисту.

Матеріали і методи

Рослини сортів озимої м'якої пшениці – Фаворитка, Смуглянка і Миронівська 808 – після перезимівлі у природних умовах пересадили на весні у фазі кушіння у вегетаційні посудини на 10 кг ґрунту (по 20 рослин у посудині). Хімічний аналіз ґрунту, взятого для набивання посудин, виявив у ньому такий вихідний вміст макроелементів: азот нітратний – 0,4 мг/кг, азот лужногідролізований – 1,3 мг/100 г, рухомий фосфор за Чиріковим (P₂O₅) – 17,9 мг/100 г, обмінний калій (K₂O) – 6,6 мг/100 г, рН сольовий – 6,1. Рослини вирощували на двох фонах мінерального живлення – високому та низькому. В першому випадку у посудини при набиванні вносили нітроамфоску у розрахунку N80P80K80 мг/кг ґрунту. У фазу виходу в трубку рослини в цих посудинах додатково підживили такою самою кількістю нітроамфоски так, що загальна доза внесених макроелементів становила N160P160K160 мг/кг ґрунту. У посудини із низьким фоном мінерального живлення при набиванні вносили нітроамфоску у розрахунку N32P32K32 мг/кг ґрунту і додатково не підживлювали. Таким чином, доза внесених добрив на низькому фоні мінерального живлення була у 5 разів меншою за високий фон. Посудини розміщували на стелажі вегетаційного майданчика за природного освітлення, вологість ґрунту підтримували на рівні 60-70 % ПВ.

У фазу молочної стиглості визначали інтенсивність вуглекислотного газообміну прапорцевих листків та активність антиоксидантних ферментів хлоропластів. В кінці вегетації визначали складові зернової продуктивності головного пагона (маса зерна з колоса, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, Кгосп).

Інтенсивність фотосинтезу реєстрували за контрольованих умов на установці, змонтованій

Результати та обговорення

Рослини нових високоінтенсивних сортів озимої пшениці Фаворитка і Смуглянка за інтенсивністю фотосинтезу прапорцевих листків перевищували сорт Миронівська 808 за вирощування як на високому, так і низькому фоні мінерального живлення (рис. 1). Зниження забезпеченості рослин головними макроелементами призвело до зменшення фотосинтезу в листках рослин сорту Фаворитка на 44, Смуглянка – на 40 і Миронівська 808 – на 47 %.

на базі оптико-акустичного інфрачервоного газоаналізатора ГІАМ-5М, увімкненого за диференційною схемою. Невідокремлені від рослин листки розміщували у термостатованій (+25 оС) камері та освітлювали лампою розжарювання КГ-2000 через водяний фільтр для усунення надлишку інфрачервоної радіації у спектрі її випромінювання. Густина променевого потоку на рівні листка становила 400 Вт/м² ФАР. Розрахунки показників газообміну проводили згідно зі стандартними методиками [3].

Хлоропласти для визначення активності антиоксидантних ферментів виділяли механічним способом за температури 0 – 4 оС. Середню наважку (2 г) прапорцевих листків пшениці гомогенізували в 7-кратному об'ємі буферного розчину такого складу: 0,33 М сорбітол, 5 мМ MgCl₂, 0,1 % БСА, 4 мМ аскорбінова кислота та 50 мМ трис-НСІ (рН 7,5). Гомогенат фільтрували через 2 шари капронової тканини та центрифугували на центрифугі К-24D при 80 г та температурі 0 – 4 оС протягом 5 хв для осадження важких часточок. Надосадову рідину зливали в інші попередньо охолоджені центрифужні пробірки та центрифугували при 2000 g 10 хв для отримання фракції хлоропластів. Осад хлоропластів ресуспендували в ізотонічному середовищі з 4 мМ аскорбінової кислоти, 50 мМ трис-НСІ (рН 7,5) об'ємом 2 мл і в подальшому використовували для визначення активності СОД та АПО.

Активність СОД визначали спектрофотометрично за допомогою нітротетразолієвого блакитного при довжині хвилі 560 нм [8]. Активність АПО вимірювали в ультрафіолетовій області спектра при 290 нм за методом Чена й Асади [6]. Вміст хлорофілу в суспензії хлоропластів визначали за методом Арнона [4].

На високому фоні мінерального живлення активність хлоропластних СОД і АПО прапорцевих листків у сортів Фаворитка і Смуглянка була вищою, ніж у Миронівської 808 (рис. 2, 3). Нестача елементів мінерального живлення призвела до збільшення активності антиоксидантних ферментів, але високоінтенсивні сорти все одно перевищували за цим показником сорт старої селекції.

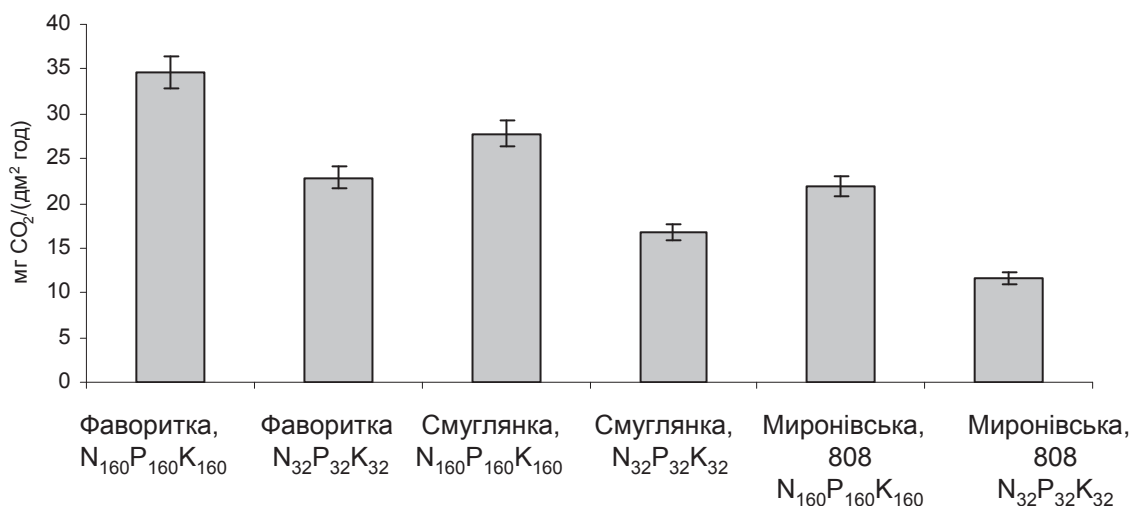


Рис. 1. Інтенсивність фотосинтезу прапорцевих листків озимої пшениці у фазу молочної стиглості за різних умов мінерального живлення

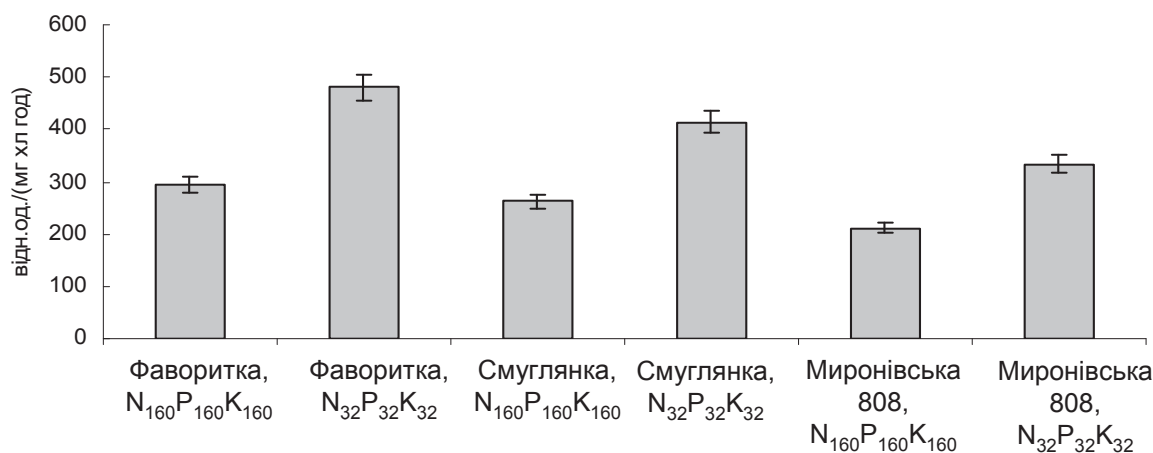


Рис. 2. Активність супероксиддисмутази хлоропластів прапорцевих листків озимої пшениці у фазу молочної стиглості за різних умов мінерального живлення

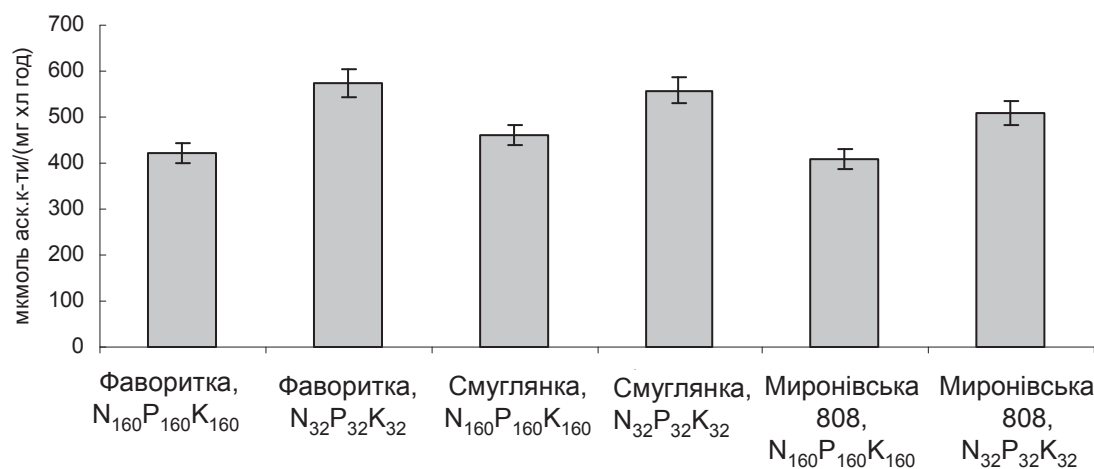


Рис. 3. Вплив різних умов мінерального живлення на активність аскорбатпероксидази хлоропластів прапорцевих листків озимої пшениці

Можна припустити, що при низькому рівні мінерального живлення порушується спряженість функціонування у хлоропластах електронтранспортного ланцюга (ЕТЛ) та циклу Кальвіна. Це супроводжується утворенням надлишкових кількостей АФК порівняно із нормальними умовами і відповідним підвищенням активності ферментів антиоксидантного захисту. Нестача азоту і фосфору може гальмувати роботу циклу Кальвіна, особливо за змінних світлових і температурних умов навколишнього середовища, за яких перебували дослідні рослини (у вегетаційному досліді контролювалися лише умови мінерального живлення та

водозабезпеченість рослин). Це призводить до надвідновлення компонентів ЕТЛ, що супроводжується передачею електронів на кисень та утворенням супероксидного аніонрадикалу й інших АФК [10]

Зернова продуктивність головного пагона рослин сортів Фаворитка і Смуглянка на високому фоні мінерального живлення практично не різнилась, а у Миронівської 808 була суттєво меншою (табл.). На низькому фоні мінерального живлення зернова продуктивність всіх досліджених сортів зменшилась на 40-50 %, але сучасні сорти зберегли свою перевагу над сортом старої селекції і за цих умов.

Таблиця. Зернова продуктивність головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів, вирощених на високому і низькому фоні мінерального живлення

Сорт, варіант	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г	Кількість зерен у колосі, шт.	K _{госп}
Смуглянка, N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	1,64±0,07	45,0±1,9	37±2	0,54
Смуглянка, N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	0,85±0,03	37,3±1,8	23±1	0,43
Фаворитка, N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	1,57±0,06	45,8±2,3	34±2	0,53
Фаворитка, N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	0,98±0,04	34,1±1,6	29±1	0,46
Миронівська 808, N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	1,22±0,04	39,7±1,8	31±1	0,46
Миронівська 808, N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	0,76±0,03	31,5±1,3	24±1	0,41

Падіння зернової продуктивності відбулося як внаслідок зменшення озерненості колоса, так і зниження маси зернин. Це свідчить про нестачу в рослинному організмі асимілятив для забезпечення розвитку квіток та зав'язей, а також росту зернівок і наповнення їх ендосперму запасними речовинами. Причиною цієї нестачі, без сумніву, є пригнічення розвитку та

активності фотосинтетичного апарату. Але можна припустити, що вища активність антиоксидантних ферментів хлоропластів у сортів Фаворитка і Смуглянка порівняно із Миронівською 808 сприяє підтриманню інтенсивності фотосинтезу на вищому рівні не тільки за умов оптимального забезпечення елементами мінерального живлення, а й за їх нестачі.

Висновки

За умов нестачі мінерального живлення знижується інтенсивність фотосинтезу прапорцевих листків озимої пшениці і підвищується активність антиоксидантних ферментів хлоропластів, що можна розглядати як компонент захисної реакції рослин на дію негативного чинника. Нові високоінтенсивні сорти пшениці Фа-

воритка і Смуглянка характеризувались вищою активністю асиміляції CO₂, антиоксидантних ферментів і більшою зерновою продуктивністю за умов як оптимального так і зниженого фону мінерального живлення, ніж сорт Миронівська 808.

Література

1. Моргун В.В., Киризий Д.А. Перспективи та сучасні стратегії поліпшення фізіологічних ознак пшениці для підвищення продуктивності // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – Т. 44, № 6. – С.
2. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков // Физиология и биохимия культ. растений. - 2010. – Т. 42, № 5. – С. 371-392.
3. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / Под ред. Мокроносова А.Т., Ковалева А.Г. – М.: Агропромиздат, 1989. – 460 с.

4. Arnon D.I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris* // Plant. Physiol. – 1949. – Vol. 24, № 1. – P. 1–15.
5. Asada K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions // Plant Physiol. – 2006 – Vol. 141, № 2. – P. 391–396.
6. Chen G.-X., Asada K. Ascorbate peroxidase in tea leaves: occurrence of two isozymes and the differences in their and molecular properties // Plant Cell Physiol. – 1989. – Vol. 30, № 7. – P. 987–998.
7. Foyer C.H., Noctor G. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling // New Phytol. – 2000. – Vol. 146. – P. 359–388.
8. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutase. Occurrence in higher plants // Plant Physiol. – 1977. – Vol. 59, № 2. – P. 309–314.
9. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant Physiol. Biochem. – 2010. – Vol. 48. – P. 909–930.
10. Huang Z.A., Jiang D.A., Yang Y. et al. Effects of nitrogen deficiency on gas exchange, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzymes in leaves of rice plants // Photosynthetica. – 2004. – Vol. 42, № 3. – P. 357–364.
11. Maathuis F.J.M. Physiological functions of mineral macronutrients // Current Opinion in Plant Biology. – 2009. – Vol. 12. – P. 250–258.

SOKOLOVSKA-SERGIENKO O.G.

*Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
Ukraine, 03022, Kyiv, Vasilkivska str. 31/17, e-mail: monitor@ifrg.kiev.ua*

EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE CO₂ ASSIMILATION RATE, ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT VARIETIES

Aims. To explore peculiarities of response of new high-yielding winter wheat varieties on mineral nutrition deficit by parameters of activities of photosynthetic apparatus and antioxidant enzymes of chloroplast.

Methods. In the phase of milk ripeness, the chlorophyll content, the CO₂ exchange rate and activity of chloroplast antioxidant enzymes, superoxide dismutase (SOD) and ascorbate peroxidase (APX), in flag leaves of winter wheat varieties grown on two levels of mineral nutrition – N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ and N₃₂P₃₂K₃₂ mg per kg of soil were determined. **Results.** It is shown that under mineral nutrition deficiency the photosynthesis rate in leaves of winter wheat has decreased and activity of SOD and APX has increased. This may be considered as a protective component of plant response to adverse factors. **Conclusions.** New high-yielding wheat Favorytka and Smuhlyanka are characterized by higher activity of CO₂ assimilation, and antioxidant enzymes as well as higher grain productivity under both optimal and low levels of mineral nutrition than old variety Myronivska 808.

Key words: *Triticum aestivum* L., varieties, photosynthesis, antioxidant enzymes, mineral nutrition

СТРАШНЮК В.Ю., ШАЛАМОВ Ю.А.

*Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна
Україна, 61045, Харків, пл. Свободи, 4, e-mail: vladimir.strashnyuk@mail.ru*

ПУФОВАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИТЕННЫХ ХРОМОСОМ У *DROSOPHILA MELANOGASTER* В СВЯЗИ С РАЗЛИЧИЯМИ ПО СТЕПЕНИ ПОЛИТЕНИИ И УСЛОВИЯМИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Политенные хромосомы возникают в результате последовательных циклов эндоредупликации каждой из хромосом диплоидного набора и функционируют как интерфазные хромосомы [1]. Они представляют собой удобную модель для визуального изучения генной активности, пространственной и структурной организации генома. Степень политениии – показатель количества элементарных нитей ДНК – отражает репликативную активность хромосом и является одним из показателей уровня метаболизма [2].

Конформационные преобразования хромосомных дисков в пuffy – участки наиболее активного синтеза РНК – является характерным проявлением транскрипционной активности генов [3]. Размеры пuffy коррелируют с уровнем транскрипции, что демонстрируют данные радиоавтографии [4].

Данные о соотношении суммарной транскрипции и степени умножения генома при соматической полиплоидии весьма противоречивы. Мало что известно об изменениях уровня транс-