

ПАСІЧНИК Т.В.[✉], АНТОНЮК М.З., ТЕРНОВСЬКА Т.К.Національний університет «Києво-Могилянська академія» МОН України,
Україна, 04070, м. Київ, вул. Г. Сковороди, 2[✉] t.pasichnyk@ukma.edu.ua, (066) 774-84-16**БІЛКОВИЙ ПОЛІМОРФІЗМ КОМПОНЕНТІВ СХРЕЩУВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ПШЕНИЧНИХ ЛІНІЙ З ІНТРОГРЕСІЯМИ ВІД *TRITICUM MIGUSHOVAE* ZHIR.**

Мета. Встановити наявність/відсутність поліморфізму за генами, що кодують білки пшениці з відомою хромосомною локалізацією для визначення компонентів схрещування у ході створення інтрогресивних ліній *T. aestivum*/*T. miguschovae*, оптимальних для скринування нащадків за досліджуваними білками **Методи.** Електрофорез білків у ПААГ, візуалізація та порівняльна оцінка спектрів. **Результати.** Компоненти електрофоретичних спектрів із маркерною компетентністю щодо диференціації хромосом геномів A^b, G, D пшениці Мігушової та A, B і D чотирьох сортів пшениці м'якої було ідентифіковано для хромосом 1-ої (гліадини, глютеніни), 3-ої (естераза зернова та листкова, пероксидаза), 4-ої (бета-амілаза, кисла фосфатаза), 6-ої (гліадини, альфа-амілаза), 7-ої (альфа-амілаза) гомеологічних груп. **Висновки.** Нащадки від схрещування будь-якого з чотирьох сортів пшениці м'якої можна досліджувати на наявність хромосом пшениці Мігушової, що замістили хромосоми пшениці м'якої 1-ої 3-ої, 4-ої, 6-ої та 7-ої гомеологічних груп, хоча ефективність використання вивчених білкових маркерів для різних сортів різна.

Ключові слова: інтрогресія до пшениці, фузаріоз, *Triticum miguschovae*, запасні білки, ізоферменти.

Спільною метою для створення інтрогресивних ліній пшениці є залучення до її геному генів стійкості до різноманітних захворювань. Пшениця Мігушової (*Triticum miguschovae* Zhir.), штучний амфідиплоїд тетраплоїдного виду *T. militinae* (A^bA^bGG) та диплоїда *Aegilops tauschii* (DD) [1], є стійкою до фузаріозу пшениці – одного з небезпечних та поширених її захворювань, що спричиняється грибами роду *Fusarium* [2]. Фузаріоз не лише зменшує урожай, а й робить його непридатним для вживання людиною та тваринами через накопичення у зерні токсинів. Стійких до фузаріозу сортів

пшениці поки немає [3, 4]. Серед дикорослих родичів пшениці стійкість зареєстрована для декількох родів, які не мають з пшеницею гомологічних геномів (*Roegneria*, *Hystrix*, *Elymus*, *Kengyilia*, *Agropyron*, *Thinopyrum*) або мають геноми, гомологічні субгеномам пшениці м'якої, A, B та D (диплоїдні та дикорослі тетраплоїдні пшениці, індуковані мутанти *T. durum*, види роду *Aegilops*) [2, 5–7]. Генетична стійкість виявлена серед видів з геномами, близькоспорідненими із пшеничними субгеномами, це *T. militinae*, *T. timopheevii*, *T. miguschovae* (субгеном G) та *T. macha*, *Ae. tauschii*, *T. miguschovae* (субгеном D) [2, 5, 6].

Раніше нами було виявлено, що схрещування між м'якою пшеницею та пшеницею Мігушової конгруентне, призводить до формування фертильних гібридів та ліній, стійких до борошнистої роси, та із підвищенням вмісту білка у зерні [8]. Доведено, що *T. miguschovae* має генетичну стійкість до фузаріозу і тому може бути джерелом відповідних генів для їхнього перенесення до генетичного пулу сортів пшениці м'якої канадського походження [7]. Для отримання цільових інтрогресій від пшениці Мігушової нами обрано сорти української селекції. Інтрогресія може полягати у заміщенні хромосом пшениці м'якої на хромосоми A^b, G чи D видів *T. militinae* та *Ae. tauschii* і формуванні рекомбінантних чи транслокованих хромосом із залученням хроматину згаданих геномів та субгеномів пшениці м'якої. В будь-якому випадку першим етапом роботи має стати дослідження поліморфізму між гексаплоїдами *T. aestivum* та *T. miguschovae* за генами, відома локалізація яких буде вказувати на належність інтрогресії до певної групи з семи гомеологічних груп хромосом *Triticinae*.

У статті наведено результати порівняльного вивчення *T. miguschovae* та сортів *T. aestivum*, залучених до схрещування з метою створення інтрогресивних ліній за електрофоре-

© ПАСІЧНИК Т.В., АНТОНЮК М.З., ТЕРНОВСЬКА Т.К.

тичними спектрами запасних білків та ферментів, які кодуються генами відомої хромосомної локалізації.

Матеріали і методи

Рослинним матеріалом були сухі зернівки та 1–3-денні паростки пшениці Мігушової і сортів пшениці м'якої Одеська 267, Панна, Вдала та Лелека селекції Селекційно-генетичного інституту. Виділення, електрофоретичне розділення у поліакриламідному гелі та аналіз спектрів виконано відповідно до модифікованих нами раніше методик роботи з білками пшениці м'якої: гліадинами, високомолекулярними глютенінами [9], альфа-амілазою та бета-амілазою [10], пероксидазою [11], листковою та зерновою естеразами [12], кислотою фосфатазою [13].

Результати та обговорення

Було отримано та піддано порівняльному аналізу електрофоретичні спектри названих білків. Основним завданням аналізу була ідентифікація компонентів спектрів, які можуть слугувати маркерами щодо наявності хромосом пшениці Мігушової у геномах інтрогресивних ліній, створення яких започатковано з використанням чотирьох сортів пшениці м'якої.

Ретельне та всебічне вивчення гліадинових спектрів пшениці дає змогу стверджувати, що компоненти верхньої частини омега-зони контролюються генами *Gli-D1* (хромосома 1DS), середньої та нижньої частини тієї самої – генами *Gli-B1* (1BS), компоненти альфа-зони контролюються переважно генами *Gli-A2* (6AS), а бета- і гама-зони представлені продуктами експресії генів *Gli-B2* (6BS) та *Gli-D2* (6DS) [цит. за 8]. Порівняння спектрів пшениці Мігушової зі спектрами вивчених сортів пшениці м'якої дає не так багато, як для генів двох триплікованих груп зчеплення, маркерних елементів. За схрещування з сортом Лелека поява у спектрах інтрогресивних ліній четвертого зверху компонента в ω зоні може вказати на наявність у геномі інтрогресивної лінії хромосоми 1D пшениці Мігушової. В зоні α гліадини пшениці Мігушової представлені характерним блоком компонентів, які відрізняють її спектр від спектрів усіх вивчених сортів і можуть бути застосованими для ідентифікації хромосоми 6A^b у геномах інтрогресивних нащадків. Щодо хромосоми 1G, за даними [8], другий та третій помічені стрілками компоненти ω зони можуть бути для неї маркерними, якщо у спектрі гліа-

динів реціпієнтного сорту (Вдала, Одеська 267) таких компонентів немає. Для тих самих сортів маркерним видається помічений стрілкою компонент у β зоні та характерний блок компонентів, помічений боксом, у тій самій зоні, який диференціює цю зону від усіх сортів.

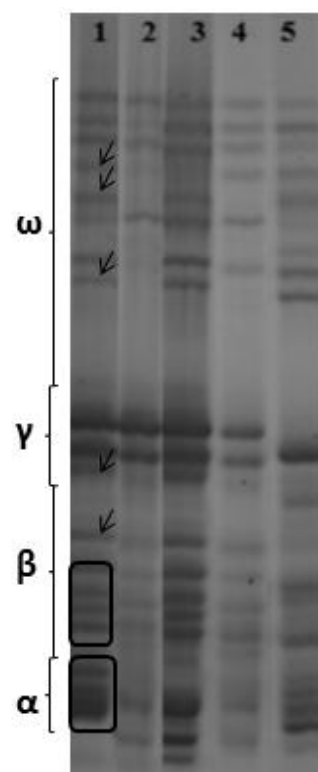


Рис. 1. Електрофоретичні спектри гліадинів. Тут та на всіх інших рисунках 1 – пшениця Мігушової; 2 – сорт пшениці м'якої Вдала; 3 – Лелека; 4 – Одеська 267; 5 – Панна. Стрілками та боксами позначені компоненти спектрів, які є цікавими щодо обговорення їхньої маркерної компетентності.

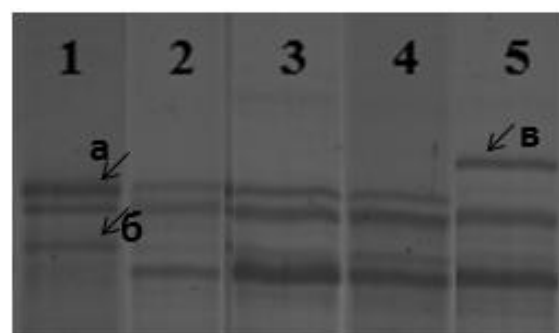


Рис. 2. Електрофоретичний спектр глютенінів.

Спектр глютенінів пшениці Мігушової має лише один специфічний компонент, **б**. За даними [8], його поява пов'язана з хромосомою 1G. Компонент є маркерним для усіх комбінацій схрещування з використаними сортами пшени-

ці. Для сорту Панна інформативною є поява у спектрі інтрогресивних ліній компонента **а** замість компонента **в**, оскільки це може вказувати на заміщення 1A на 1A^b.

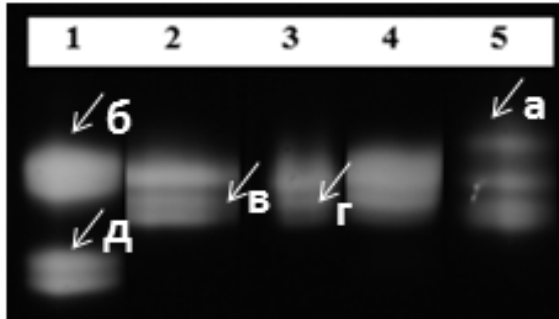


Рис. 3. Електрофоретичний спектр бета-амілази.

У *T. miguschovae* спектр β -амілази має компоненти **б** (β -Amy-A^b1), **з** (β -Amy-D1) та пару компонентів **д** (β -Amy-G1 [8]). Остання пара є маркером хромосоми 4G для заміщення хромосоми 4D кожного з досліджених сортів. Пару компонентів **в** у спектрі завжди можна відрізнити від розташування пари компонентів **г**, яка притаманна деяким сортам пшениці м'якої та пшениці Мігушової і контролюється геном β -Amy-D1. Серед досліджених сортів такою парою компонентів характеризуються Вдала та Панна. Інші два сорти не відрізняються за геном β -Amy-D1 від пшениці Мігушової, отже, цей фермент для хромосоми 4D для них маркерним не є. У спектрах бета-амілази інтрогресивних ліній на тлі геному Панни слід звертати увагу на відсутність компонента **а** (ген β -Amy-A1, хромосома 5A), адже у спектрі пшениці Мігушової його немає.

Альфа-амілази мають часову специфічність: спочатку проростання насінин активуються амілази, які дають на спектрі malt-зону (М), гени локалізовані у хромосомах 6-ої групи; потім – green-зону (Г), гени хромосом 7-ої групи. Незмінний триплет (Н) наявний у спектрах усіх вивчених генотипів, хромосомний контроль невідомий [14]. Раніше нами було встановлено [8], що у зоні М альфа-амілази пшениця Мігушової має один компонент (а) і він контролюється геном α -Amy-D1 (6DL). Отже, можна ідентифікувати лінії із заміщенням бД пшениці Мігушової для всіх досліджуваних сортів. У зоні Г верхній компонент **б** спектра пшениці Мігушової контролюється геном α -Amy-D2 (7DL).

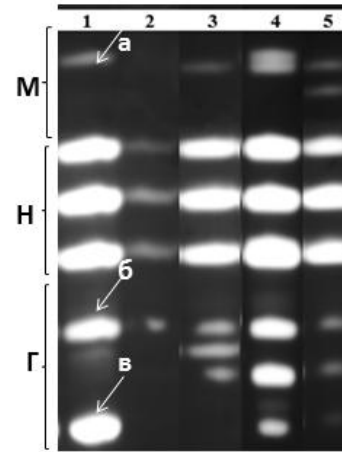


Рис. 4. Електрофоретичний спектр альфа-амілази.

Маркерним він є лише для сорту Вдала, у спектрах інших сортів він у наявності. Нижній компонент цієї зони (**в**) контролюється геном α -Amy-B2 (7BL), і такого компонента немає у спектрах Вдалої та Лелеки. Отже, заміщення хромосоми 7B у цих сортах на хромосому 7G пшениці Мігушової можна ідентифікувати з використанням цього ферменту. Середнього компонента цієї зони (ген α -Amy-A2,7AL) немає, а серед сортів він відсутній лише у спектрі Вдалої. Для трьох інших сортів відсутність компонента можна використовувати як маркер зміни хромосоми 7A на хромосому 7A^b.

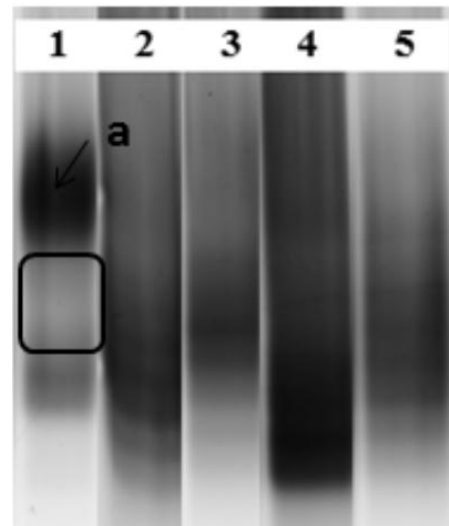


Рис. 5. Електрофоретичний спектр зернової естерази.

За даними [12], частина спектра листової естерази, представлена на малюнку 5, контролюється генами *Est-1*, локалізованими у хромосомах 3-ої гомеологічної групи. Спектр пшениці

Мігушової відрізняється від спектрів листової естерази всіх досліджуваних сортів відсутністю компонентів у середній частині (бокс) та наявністю потужного компонента з найнижчою рухливістю (а). Обидва елементи спектра є маркерними для пшениці Мігушової і можуть бути легко ідентифіковані у спектрах інтрогресивних ліній із заміщенням хромосом 3-ої групи пшениці м'якої на хромосоми пшениці Мігушової.

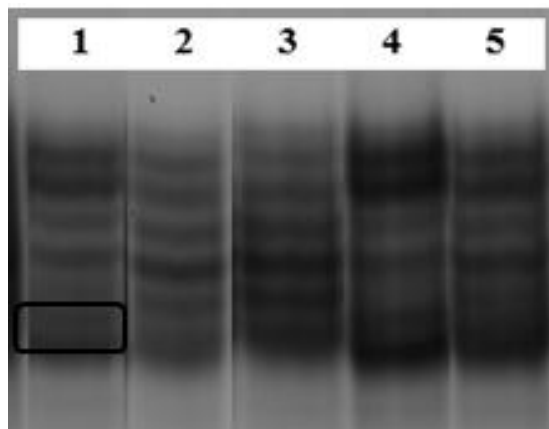


Рис. 6. Електрофоретичний спектр листової естерази.

Як нами було встановлено раніше, із застосуванням нулі-тетрасоміков пшениці м'якої [12] спектр листової естерази пшениці Мігушової в частині, наведений на рисунку 6, контролюється генами *Est-2*, локалізованими на хромосомах 3-ої гомеологічної групи. Маркерними для диференціювання хромосом пшениці Мігушової та хромосом сортів пшениці м'якої є 6-ий та 7-ий компоненти (на малюнку обведені). Пари з такою рухливістю немає у спектрах жодного з досліджуваних сортів. У їхніх спектрах ця частина представлена одним компонентом, рухливість якого збігається, або з верхнім або з нижнім компонентом пари зі спектра естерази пшениці Мігушової, але вони добре розрізняються.

Компоненти спектра зернової пероксидази контролюються генами хромосом 3-ої (*Per-3*) та хромосоми 7A, 4B, 7D (*Per-4*) [14]. Нами було встановлено раніше [11], що компоненту 2 спектра пероксидази *T. miguschovae* немає аналога на відповідному спектрі м'якої пшениці, і це підтверджується використанням іншого набору сортів у нашому дослідженні. Інший компонент спектра, 4, у пшениці Мігушової та його прабабука пшениці Мілітини (A^bA^bGG) у наявності замість двох компонентів (4 та 5) у всіх вивче-

них сортів пшениці. Ці два компоненти (2 і 4) можуть маркувати гени пероксидази, локалізовані у геномах A^b і G , хоча їхній хромосомний контроль не встановлено. Фотографії спектрів не наведені через характерний для використаної нами методики візуалізації зон активності: надто малий контраст між зоною активності та фоном.

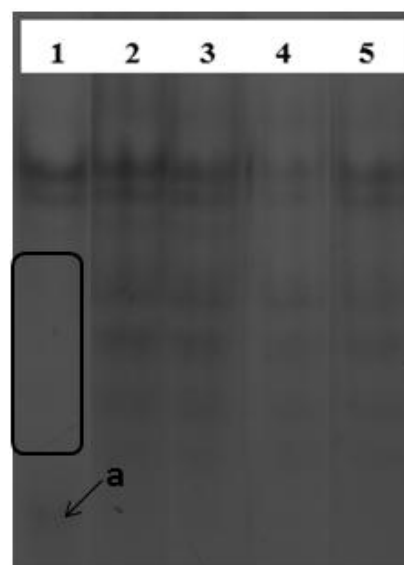


Рис. 7. Електрофоретичні спектри кислоти фосфатази.

Ген кислоти фосфатази *AcpH* локалізований на хромосомах 4-ої гомеологічної групи пшениці [14]. Спектр пшениці Мігушової має компонент а, відсутній у спектрах всіх сортів пшениці м'якої, і він контролюється хромосомою 4G [13]. Крім того, відсутність низки компонентів спектра (бокс), що контролюються 4D хромосомою пшениці Мігушової, також можна використовувати для диференціації хромосоми 4D м'якої пшениці та пшениці Мігушової.

Висновки

Гліадинові спектри ω -зони можна використовувати для виявлення заміщення за хромосомою 1D для сорту Лелека і за хромосомою 1G для сортів Вдала та Одеська 267. Гліадини α -зони ефективні для ідентифікації заміщення $6A^b/6A$ для всіх сортів. Спектр глютенинів пшениці Мігушової має лише один специфічний компонент, пов'язаний із хромосомою 1G, ефективний для всіх сортів. Для сорту Панна за цим ферментом можна ідентифікувати заміщення 1A на $1A^b$. Спектр бета-амілази придатний для пошуку заміщень 4G/4D для всіх сортів; для де-

яких сортів можна ідентифікувати заміщення хромосоми 4D на гомолог пшениці Мігушової. За спектром альфа-амілази можна ідентифікувати лінії із заміщенням 6D пшениці Мігушової для всіх досліджуваних сортів. Для пошуку заміщення за хромосомою 7D можна використовувати лише інтрогресивні нащадки сорту Вдала. За використання у схрещуваннях сортів Вдала та Лелека можна виявити заміщення 7B на 7G. Для всіх сортів, крім Вдалої, можна ідентифікувати заміщення 7A на 7A^b.

За спектрами листкової та зернової естерази спектри всіх сортів пшениці м'якої відрізняються від спектра пшениці Мігушової, і цим диференціюються хромосоми 3-ої гомеологічної групи. За спектром кислій фосфатази маркерним для пшениці Мігушової є компонент, який контролюється хромосомою 4G, отже, інтрогресивні рослини з заміщенням цієї хромосоми будуть ідентифіковані.

Література

1. Жиров Е.Г. Синтез новой гексаплоидной пшеницы. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1980. Т. 68. С. 14–16.
2. Fedak G., Cao W., Chi D., Somers D., Malhipour A., Miller S., Ouellet T., Xue A., Gilbert J., Savard M., Voldeng H. New sources of resistance to Fusarium head blight and their mode of action. *Proceedings of the 2011 National Fusarium Head Blight Forum* / Canty S., Clark A., Anderson-Scully A., Van Sanford D. (eds.). East Lansing, MI. P. 19–22.
3. Kubo K., Kawada N., Fujita M. Evaluation of *Fusarium* head blight resistance in wheat and the development of a new variety by integrating type I and II resistance. *JARQ*. 2013. Vol. 47 (1). P. 9–19.
4. Zhang L., Luo P., Ren Z., Zhang H. Controlling fusarium head blight of wheat (*Triticum aestivum* L.) with genetics. *Adv. in Biosci. Biotech.* 2011. Vol. 2. P. 263–270.
5. Cai X., Chen P.D., Xu S.S., Oliver R.E., Hen X.. Utilisation of alien genes to enhance Fusarium head blight resistance in wheat: a review. *Euphytica*. 2005. Vol. 142. P. 309–318.
6. Fedak G., Cao W., Xue A., Savard M., Clarke J., Somers D.J. Enhancement of Fusarium head blight resistance in bread wheat and durum by means of wide crosses. In: Buck H.T., Nisi J.E., Salomon N. (eds.), *Wheat Production in Stressed Environments*. Proc 7th Int Wheat Conference (27 November – 2 December, 2007, Mar del Plata, Argentina). P. 91–95.
7. Malhipour A., Gilbert J., Fedak G., Brule-Babel A.L., Cao W. Characterization of agronomic traits in a population of wheat derived from *Triticum timopheevii* and their association with Fusarium head blight. *Eur. J. Plant Pathol.* 2015. Vol. 144. P. 31–43.
8. Злацкая А.В., Антонюк М.З., Терновская Т.К., Созинов А.А. Биохимические маркеры *Triticum miguschovae* Zhiron. *Генетика*. 1999. Т. 35 (5). С. 650–656.
9. Антонюк М.З., Терновская Т.К., Созинов А.А. Идентификация блоков электрофоретических компонентов запасных белков, кодируемых генами трех видов эгилопса. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1994. Т. 26 (5). 474–481.
10. Антонюк М.З., Терновская Т.К. Изоферменты бета- и альфа-амилазы для идентификации генетического материала трех видов *Aegilops*, включенного в геном мягкой пшеницы. *Цитология и генетика*. 1995. Т. 29 (2). С. 3–9.
11. Антонюк М.З., Терновская Т.К., Злацкая А.В. Идентификация генов зерновой пероксидазы у трех видов эгилопса. *Агроэкология та біотехнологія: зб. наук. праць ін-та агроекології та біотехнології*. К.: Аграрна наука, 1996. С. 239–245.
12. Антонюк М.З., Злацкая А.В., Терновская Т.К., Мартиненко В.С. Гены зерновой и листовой эстераз как биохимические маркеры хромосом трех видов эгилопса и пшеницы Мигушевой. *Агроэкология та біотехнологія. Зб. наук. праць Ін-та агроекології та біотехнології*. К.: Аграрна наука, 1998. В. 2. С. 169–179.
13. Злацкая А.В., Антонюк М.З., Вдовиченко Ж.В., Терновская Т.К. Зерновая кислая фосфатаза как генетический маркер хромосом четвертой гомеологической группы хромосом у эгилопсов и пшеницы. *Цитология и генетика*. 1999. Т. 33 (5). С. 42–46.
14. McIntosh RA, Yamazaki Y, Dubcovsky J, Rogers J, Morris C, Appel R., Xia X.C. Catalogue of gene symbols for wheat. 2013. In: KOMUGI-integrated wheat science database at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.

References

1. Zhiron EG. Synthesis of a new hexaploid wheat. *Trudi po Prikladnoi Botanike, Genetike i selectsiyi*. 1980. Vol. 68. P.14–16.
2. Fedak G., Cao W., Chi D., Somers D., Malhipour A., Miller S., Ouellet T., Xue A., Gilbert J., Savard M., Voldeng H. New sources of resistance to Fusarium head blight and their mode of action. In: Canty S., Clark A., Anderson-Scully A., Van Sanford D. (eds.), *Proceedings of the 2011 National Fusarium Head Blight Forum*, East Lansing, MI. P. 19–22.
3. Kubo K., Kawada N., Fujita M. Evaluation of *Fusarium* head blight resistance in wheat and the development of a new variety by integrating type I and II resistance. *JARQ*. 2013. Vol. 47 (1). P. 9–19.
4. Zhang L., Luo P., Ren Z., Zhang H. Controlling fusarium head blight of wheat (*Triticum aestivum* L.) with genetics. *Adv. in Biosci. Biotech.* 2011. Vol. 2. P. 263–270.
5. Cai X., Chen P.D., Xu S.S., Oliver R.E., Hen X.. Utilisation of alien genes to enhance Fusarium head blight resistance in wheat: a review. *Euphytica*. 2005. Vol. 142. P. 309–318.

6. Fedak G., Cao W., Xue A., Savard M., Clarke J., Somers D.J. Enhancement of Fusarium head blight resistance in bread wheat and durum by means of wide crosses. In: Buck H.T., Nisi J.E., Salomon N. (eds.), *Wheat Production in Stressed Environments*. Proc 7th Int Wheat Conference (27 November – 2 December, 2007, Mar del Plata, Argentina). P. 91–95.
7. Malhipour A., Gilbert J., Fedak G., Brule-Babel A.L., Cao W. Characterization of agronomic traits in a population of wheat derived from *Triticum timopheevii* and their association with Fusarium head blight. *Eur. J. Plant Pathol.* 2015. Vol. 144. P. 31–43.
8. Zlatskaya A.V., Antonyuk M.Z., Ternovskaya T.K., Sozinov A.A. Biochemical markers of *Triticum miguschovae* Zhir. *Genetika*. 1999. Vol. 35, № 5. P. 650–656.
9. Antonyuk M.Z., Ternovskaya T.K., Sozinov A.A. Identification of electrophoretic component blocks of storage proteins coded with the genes of three *Aegilops* species. *Fiziologia i biokhimiia kulturnykh rastenij*. 1994. Vol. 26 (5). P. 474–481.
10. Antonyuk M.Z., Терновская Т.К. Isoferments beta- and alpha-amylase for identification of genetic material of three *Aegilops* species included in the common wheat genome. *Tsitologiya i genetika*. 1995. Vol. 29 (2). P. 3–9.
11. Antonyuk M.Z., Ternovskaya T.K., Zlatskaya A.V. Identification of seed peroxidase genes in three *Aegilops* species. *Agroekologiya ta biotekhnologia: Zb. Nauk. Prats in-ta agroekologii ta biotekhnologii*. Kyiv: Agrarna nauka, 1996. P. 239–245.
12. Antonyuk M.Z., Zlatskaya A.V., Ternovskaya T.K., Martynenko V.S. Genes of leaf and seed esterases as biochemical markers for three *Aegilops* species and *Triticum miguschovae*. *Agroekologiya ta biotekhnologia. Zb. Nauk. Prats in-ta agroekologii ta biotekhnologii*. Kyiv: Agrarna nauka, 1998. Vol. 2. P. 169–179.
13. Zlatskaya A.V., Antonyuk M.Z., Vdovychenko Zh.V., Ternovskaya T.K. Seed acid phosphatase as genetic marker of the fourth homeologous chromosome group in *Aegilops* and wheat. *Tsitologiya i genetika*. 1999. T. 33 (5). P. 42–46.
14. McIntosh RA, Yamazaki Y, Dubcovsky J, Rogers J, Morris C, Appel R., Xia X.C. Catalogue of gene symbols for wheat. 2013. In: KOMUGI-integrated wheat science database at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.

PASICHNYK T.V., ANTONYUK M.Z., TERNOVSKA T.K.

National University of "Kyiv-Mohyla Academy",

Ukraine, 04070, Kyiv, Skovorody vul., 2, e-mail: t.pasichnyk@ukma.edu.ua

PROTEIN POLIMORPHISM OF CROSS COMPONENTS AT DEVELOPMENT OF COMMON WHEAT LINES WITH INTROGRESSION FROM *TRITICUM MIGUSHOVAE* ZHIR.

Aim. Determine presence/absence of polymorphism at genes coding wheat proteins with known chromosome localization in order to determine cross components for development of introgressive lines *T. aestivum/T. miguschovae*, which are optimal for screening progeny for studied proteins. **Methods.** Protein electrophoresis in PAAG, visualization and comparison of spectra. **Results.** Electrophoretic spectra components which could be used as markers of chromosomes of A^b, G, D genomes of Migushova wheat, and A, B and D genomes of four cultivars of common wheat were identified for 1-st (gliadins, glutenins), 3-rd (leaf and seed esterase, peroxidase), 4-th (beta-amylase, acid phosphatase), 6-th (gliadins, alfa-amylase), 7-th (alfa-amylase) groups of homeological chromosomes. **Conclusions.** Progeny from any of the four common wheat cultivars can be studied for the presence of Migushova wheat chromosomes that substituted common wheat chromosomes of 1-st, 3-rd, 4-th, 6-th, and 7-th homeological groups, however, effectiveness of studied protein markers varied for different cultivars.

Keywords: wheat introgression, Fusarium head blight, *Triticum miguschovae*, storage proteins, isoenzymes.