

## БІОЛОГІЯ

УДК 631.523:575.116.4

Антонюк М. З., Єгорова Т. В., Терновська Т. К.

### ІНТРОДУКЦІЯ ГЕНІВ ДИКОРΟΣЛИХ РОДИЧІВ ПШЕНИЦІ ДЛЯ ПОЗИТИВНОГО ВПЛИВУ НА ОЗНАКУ ВМІСТ БІЛКА У ЗЕРНІ

*Інтрогресивні лінії м'якої пшениці, що включають чужинний генетичний матеріал від дикорослих споріднених м'якої пшениці видів егілопсу та пирію, вивчено за ознаками вміст білка у зерні та стійкість до стресових факторів довкілля. Виявлено лінії із достовірним перевищенням рекурентних сортів пшениці за вмістом білка у зерні. Рангові коефіцієнти кореляції, розраховані для сполучення ознаки вміст білка зі стійкістю до борошнистої роси та зимостійкістю, виявилися недостовірними. Це свідчить, що генетичний матеріал чужинного походження, під контролем якого знаходяться вивчені ознаки, розташований у різних геномних структурах. Будь-яке прагнення об'єднати ці гени у геномі однієї лінії вимагатиме схрещування між окремими інтрогресивними лініями, носіями бажаних ознак.*

#### Вступ

Вміст протеїну в зерні пшениці є ознакою, мінливість якої описується законом нормального розподілу, коли вивчаються рослини сортів та гібридів пшениці з високою селекційною проробкою на головну ціль - валовий збір зерна. Це вказує, що ознака інтересу контролюється великою кількістю генів із незначним внеском кожного з них у дисперсію. Саме така генетична основа є найменш перспективною для помітного зсуву середнього значення кількісної ознаки у бік її оптимізації. Нами було відзначено цю закономірність при генетичному аналізі кількісних ознак колосу та вегетативної частини рослини пшениці [1-3]. Одночасно було показано, що в контролі цих ознак із боку генотипів дикорослого прабатька субгеному D пшениці *Ae. tauschii* беруть участь домінантні гени з суттєвим внеском у мінливість ознаки. Можна припустити, що така особливість буде мати місце й для ознаки вміст білка в зерні. Такому припущенню не суперечать результати вивчення цієї ознаки у дикорослих видів злаків [4]. Встановлено, що серед диплоїдних і тетраплоїдних пшениць та в межах роду *Aegilops* розмах мінливості ознаки вміст білка у зерні набагато перевищує цей показник у м'якої пшениці. Можна сподіватися, що серед генів, які беруть участь у контролі ознаки у дикорослих злаків, є пари алелів із дом

лю, що збільшує фенотиповий вираз ознаки, і його внесок у вираз ознаки є суттєвим. Крім того, на відміну від м'якої пшениці, у егілопсів високим вмістом білка характеризується ендосперм і не встановлено зв'язку вмісту білка з товщиною алейронового шару або розміром зародку. У видів *T. dicoccoides* та *T. araraticum* було знайдено навіть позитивну кореляцію між вмістом білка та розміром зерна [5]. Серед створених нами раніше форм рослин, які є результатом геномної інженерії та поєднують у гексаплоїдному геномі субгеноми А та В м'якої пшениці з диплоїдним геномом дикорослого спорідненого виду, є форми з високим вмістом білка у зерні [6-8]: Авродес ( $2n=42$ , AABBSS), Авролата (AABBUU), Авроаг (AABBXX) та *Triticum miguschovae* Zhir. ( $2n=42$ , AAGGDD). На основі цих форм нами створено набори гексаплоїдних ліній м'якої пшениці, які походять від Авродесу, Авролати, Авроагу та пшениці Мігушової і утримують в своєму геномі певний обсяг чужинного генетичного матеріалу. Деякі з них характеризуються більш високим вмістом білка в зерні, ніж рекурентні генотипи м'якої пшениці Аврора, Кавказ та Безоста 1. У статті викладено результати дослідження, метою якого було встановити, як в межах однієї інтрогресивної лінії сполучаються такі важливі адаптивні ознаки як зимостійкість, стійкість до грибних захворювань та високий вміст білку у зерні.

## Матеріал та методика

Матеріалом дослідження були гексаплоїдні лінії м'якої пшениці, походження яких пов'язане: 1) зі схрещуванням сорту озимої м'якої пшениці Аврора з геномно-замішеними формами Аврората (AABBUU), Авродес (AABBSS), Авроаг (AABVXX) з послідовним одно-трьохкратним беккросуванням із сортом Аврора для відновлення самофертильності рослин [6]; 2) зі схрещуванням м'якої пшениці сортів Кавказ та Безоста 1 з пшеницею Мігушової із наступним одно-трьохкратним беккросуванням гібридів із м'якою пшеницею для відновлення фертильності. Вихідні компоненти схрещування - геномно-заміщені форми, пшениця Мігушової, сорти м'якої пшениці.

318 ліній, похідних Аврорати, 55 ліній, похідних Авроагу, 20 ліній, похідних Авродесу та 30 ліній, похідних пшениці Мігушової було висіяно на полях Миронівського інституту пшениці у вересні 2003 р. метровими рядками з площею живлення 15 x 4 см по 25 зерен у ряді в трьох повторях.

Лінії Авроагу та Аврорати було оцінено за зимостійкістю як відсоток рослин від тих, що зійшли, які збереглися до весни та досягають стадії кушіння. Першу оцінку ліній за стійкістю до борошністої роси було зроблено в жовтні, другу - в червні. За відсутності ознак захворювання на всіх рослинах лінію визначали як цілком стійку. Лінії зі слабким ураженням (5-20 %) враховували як помірно стійкі, а при більш високому відсотковому ураженні лінії вважалися чутливими. Рослини було оцінено на природному інфекцій-

ному тлі, забезпеченому місцевою популяцією рас патогену.

Усі лінії було оцінено за ознакою вміст білка у зерні. Застосовано методику Січкаря та ін. [9], яка є модифікацією біуретового методу. Екстракцію проводили 0,2 % розчином NaOH у 50-60 % етанолі. До 30-40 мг подрібненої до борошна зернівки додавали екстракційний розчин і витримували 15-16 год. Пробірки збовтували і центрифугували 10 хв при 3-4 тис об/хв. Було відбрано 1 мл надосадової рідини з розчину і додано до нього 4 мл біуретового реактиву, витримано протягом 30 хв і проведено вимірювання на спектрофотометрі Spekol 11 при довжині хвилі 545 нм. Склад біуретового реактиву: 1,5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 6 г  $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 2 г KJ, 300 мл 10 % NaOH, до 2 л  $\text{H}_2\text{O}$ . Концентрацію білка ми визначали за допомогою калібрувального графіка, побудованого з використанням 10 розчинів різної концентрації (1-10 мг/мл) стандартного білка бичачого сироваткового альбуміну (BSA) в дистильованій воді. Метод дає змогу визначати білок у межах 1-Ю мг білку/мл. Для визначення середнього показника на зразок вмісту білка визначали окремо для 10 зернівок зразка.

## Результати та обговорення

Інтрогресивні лінії-похідні Аврорати та Авроагу було оцінено за ознакою вмісту білка у зерні вперше (табл. 1). Виявилось, що середнє значення за цією ознакою в ліній-похідних Авроагу достовірно перевищує цей показник для ліній-похідних Аврорати (середні значення відповідно 14,710,17% та 12,6+0,07,  $t = 11,69^{***}$ ).

Таблиця 1. Результати оцінювання інтрогресивних ліній м'якої пшениці, які мають у своєму родоводі вид егілопу (Аврората) та пирію (Авроаг) за зимостійкістю (З, %), стійкістю до борошністої роси (БР, %) та вмісту білка у зерні (%)

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
Лінії-похідні Аврорати				1072.2	29	20	14,5±0,19
704.2	58	10	11,9±0,31	1072.4	39	20	13,2±0,13
705.1	54	10	11,5±0,31	1073.2	27	80	13,1±0,28
706.1	38	0	12,3±0,23	1070.4	20	80	12,8±0,31
707.1	35	0	13,1±0,33	1074.2	26	80	12,2±0,12
708.1	74	20	12,6±0,32	1075.1	34	80	13,8±0,21
710.2	36	0	12,0±0,25	1075.1	27	80	11,8±0,26
713.1	38	10	13,3±0,26	1107.4	25	60	11,8±0,27
720.1	33	40	11,6±0,16	1077.1	34	80	13,3±1,18
722.1	43	40	12,0±0,41	1077.2	32	80	13,3±0,23
723.1	28	60	11,6±0,21	1077.3	67	80	13,9±0,18
725.1	37	40	12,2±0,33	1078.1	35	40	14,1±0,21
726.1	32	40	12,5±0,28	1078.4	41	40	12,1±0,32
727.1	29	0	11,6±0,21	1079.1	32	80	12,5±0,21
733.1	28	0	12,2±0,30	1079.2	54	60	11,3±0,28
711.1	35	40	11,8±0,32	1080.1	36	40	12,1±0,32
743.1	28	20	14,2±0,20	1080.5	35	40	13,6±0,22

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
748.1	39	0	14,2±0,24	1082.1	34	60	11,0±0,28
749.1	68	20	13,3±0,23	1082.2	37	40	12,3±0,16
749.2	40	5	11,9±0,12	1083.1	30	40	13,6±0,26
750.1	29	20	12,1±0,22	1083.2	38	10	13,0±0,21
751.1	36	10	12,6±0,23	1083.3	0	-	-
753.2	56	20	13,2±0,22	1094.1	0	-	-
753.3	39	20	10,9±0,41	1094.2	0	-	-
754.2	37	20	11,9±0,33	1093.4	0	-	-
754.3	75	40	14,2±0,28	1086.1	32	40	12,8±0,32
755.1	35	0	12,3±0,32	1086.2	40	40	11,9±0,22
755.2	46	0	12,8±0,28	1087.1	36	5	12,2±0,24
756.2	35	40	12,9±0,21	1087.2	38	5	12,2±0,34
757.1	26	20	13,1±0,14	1087.3	40	10	11,3±0,33
758.7	40	40	12,5±0,25	1087.5	67	10	12,9±0,32
761.1	33	40	11,9±0,28	1088.1	31	60	13,1±0,32
762.1	34	0	12,8±0,27	1088.5	32	60	13,6±0,28
762.2	36	0	13,5±0,24	1095.1	0	-	-

Продовження табл. 1

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
763.1	31	0	12,8±0,31	1090.1	50	80	13,9±0,25
764.1	36	40	11,9±0,27	1091.1	39	60	13,9±0,23
765.1	34	20	14,0±0,29	1091.2	0	—	—
766.2	40	0	12,8±0,28	1092.1	80	60	14,8±0,22
766.4	64	20	12,4±0,32	1093.2	40	60	12,9±0,18
768.2	41	40	12,5±0,31	1093.3	0	—	—
769.1	36	60	11,8±0,34	1095.5	0	—	—
770.1	40	0	12,9±0,30	1095.9	0	—	—
771.2	57	10	13,1±0,24	1183.1	0	—	—
772.4	30	10	13,1±0,31	1181.1	37	5	12,7±0,37
773.2	23	5	13,2±0,33	1101.2	38	10	13,6±0,34
774.2	32	5	12,5±0,25	1102.1	39	20	12,9±0,11
776.2	36	10	12,3±0,28	1102.2	39	40	14,1±0,37
801.1	33	5	11,8±0,23	1103.1	34	40	12,0±0,19
802.1	30	10	13,8±0,23	1103.2	33	20	13,8±0,29
802.4	30	10	13,5±0,33	1104.3	28	20	12,3±0,32
803.1	28	20	12,9±0,30	1104.4	69	10	12,4±0,31
805.1	28	5	12,5±0,22	1104.5	28	20	11,7±0,14
807.2	28	10	12,3±0,33	1108.1	24	40	12,7±0,22
808.1	37	40	11,9±0,23	1108.3	29	40	12,1±0,34
809.1	27	10	11,7±0,28	1179.1	56	60	12,1±0,21
810.1	40	60	11,8±0,22	1109.5	38	0	11,2±0,13
811.1	39	60	11,8±0,25	1109.2	42	0	11,5±0,35
812.1	40	60	12,5±0,32	1178.1	31	5	13,3±0,21
813.1	69	60	12,6±0,31	1111.1	32	40	11,7±0,22
814.1	44	60	12,2±0,29	1112.1	35	5	13,6±0,13
815.1	39	40	12,8±0,32	1113.3	30	0	13,4±0,23
816.1	39	40	11,4±0,24	1113.2	30	0	13,9±0,21
819.2	59	20	12,4±0,31	1114.1	33	5	12,4±0,21
819.3	41	20	11,8±0,33	1177.1	39	5	13,3±0,23
819.5	36	20	11,9±0,29	1117.3	28	10	11,7±0,23
821.1	80	0	12,2±0,25	1118.1	29	10	12,7±0,18
821.5	33	0	12,2±0,22	1119.1	32	5	12,8±0,32
823.1	40	0	12,1±0,26	1121.1	31	10	13,8±0,35
824.1	41	5	11,3±0,23	1122.3	0	—	—
825.1	37	5	11,5±0,28	1123.1	43	20	12,1±0,21
826.1	34	5	11,8±0,30	1123.3	61	20	12,1±0,19
827.1	41	5	12,2±0,22	1125.1	36	20	13,8±0,37
828.1	42	40	12,2±0,32	1176.1	29	0	12,4±0,25
829.1	37	0	12,8±0,28	1175.1	0	—	—
831.1	36	0	12,7±0,26	1174.3	56	10	11,9±0,32
831.2	30	0	11,3±0,33	1130.1	42	20	13,2±0,29
832.1	45	5	11,8±0,21	1130.3	39	20	12,2±0,15
832.4	32	5	11,4±0,31	1131.1	34	20	13,2±0,32
859.1	66	20	14,2±0,18	1132.1	47	40	12,3±0,36
859.2	38	20	11,6±0,25	1133.1	37	40	13,3±0,24
860.1	32	40	14,0±0,23	1133.2	0	—	—
861.1	0	—	—	1134.1	42	20	12,8±0,10
863.1	50	40	12,4±0,36	1134.3	38	10	13,2±0,23
864.2	40	20	13,3±0,33	1135.1	33	20	13,2±0,12
865.1	35	40	13,1±0,28	1135.2	0	—	—
866.1	28	40	11,4±0,19	1136.1	28	60	10,7±0,23
868.1	31	40	10,9±0,34	1137.2	29	60	11,2±0,23
869.1	34	40	11,2±0,22	1138.1	35	40	11,4±0,23
869.2	31	10	13,4±0,25	1139.1	47	40	11,5±0,41

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
870.1	34	5	13,2±0,31	1139.2	47	40	14,2±0,28
871.2	39	5	14,0±0,21	1139.4	65	60	11,6±0,24
872.1	32	5	14,1±0,26	1140.1	37	60	12,0±0,22
873.2	35	10	13,8±0,22	1141.4	38	60	11,3±0,32
876.1	37	0	12,1±0,32	1142.1	34	60	13,4±0,37
879.1	38	10	12,5±0,25	1142.3	58	40	14,3±0,38
880.1	31	0	12,6±0,18	1143.1	36	80	14,1±0,22
881.1	36	20	13,2±0,24	1144.1	34	60	11,4±0,13
884.2	37	10	13,2±0,21	1144.3	82	80	13,9±0,24
886.1	62	40	14,1±0,20	1174.2	27	60	12,2±0,32
890.1	22	40	12,3±0,33	1146.1	0	—	—
891.1	26	40	12,2±0,25	1147.1	31	60	12,2±0,32
893.1	32	40	13,1±0,41	1147.3	0	—	—
893.2	53	40	12,3±0,24	1149.1	39	60	13,1±0,28
895.1	37	20	11,3±0,33	1150.1	36	20	13,7±0,32
909.1	37	60	12,3±0,26	1150.3	26	20	12,2±0,33
918.1	71	60	12,6±0,24	1151.1	33	20	13,5±0,35
919.1	36	60	11,9±0,31	1151.2	32	20	12,7±0,28
923.1	25	60	12,3±0,24	1152.1	47	10	14,2±0,25
924.1	38	40	11,9±0,24	1152.2	42	10	12,2±0,29
925.1	28	40	13,2±0,29	1153.2	35	10	14,2±0,28
926.1	47	80	13,0±0,30	1153.3	66	10	12,4±0,30
927.1	37	40	12,8±0,22	1154.1	37	60	13,2±0,27
927.2	39	40	12,8±0,26	1158.1	37	60	12,1±0,24
928.1	37	40	11,6±0,22	1158.2	32	80	12,4±0,25
929.1	36	40	11,3±0,26	1159.1	57	60	11,4±0,33
910.1	0	—	—	1159.2	48	60	11,3±0,27
930.2	32	40	12,3±0,33	1161.2	0	—	—
931.1	40	20	12,4±0,36	1161.4	80	60	13,9±0,32
932.2	62	5	12,6±0,24	1162.1	80	60	11,3±0,34
932.3	30	5	12,9±0,31	1162.2	0	—	—
933.1	46	20	14,3±0,14	1163.1	0	—	—
934.1	45	20	11,8±0,34	1164.1	0	—	—
936.1	58	20	12,2±0,23	1165.1	0	—	—
936.2	35	10	13,3±0,21	1166.3	34	60	12,7±0,28
937.1	32	20	12,6±0,28	1167.1	37	60	11,7±0,24
938.1	37	20	12,4±0,36	1168.1	0	—	—
939.2	33	20	11,5±0,12	1169.1	35	80	11,4±0,37
940.1	47	20	13,5±0,21	1170.1	35	80	13,2±0,32
941.1	30	20	12,7±0,19	1171.2	31	60	12,7±0,22
942.1	31	20	12,2±0,34	1172.1	35	60	12,9±0,34
943.1	33	40	13,8±0,27	1173.1	61	80	12,2±0,28
944.1	21	40	12,1±0,30	Лінії-похідні Авроагу			
948.2	29	10	13,3±0,32	1205.1	52	10	14,6±0,14
948.3	31	20	13,2±0,35	1205.3	65	10	12,5±0,31
950.1	41	5	13,8±0,21	1206.1	35	10	12,4±0,29
950.5	35	5	12,4±0,27	1206.2	34	20	13,1±0,33
952.1	42	5	12,3±0,31	1208.1	48	20	13,9±0,29
953.1	44	60	13,3±0,24	1209.1	43	20	13,5±0,24
954.1	66	60	12,6±0,24	1209.3	49	20	13,6±0,32
959.1	28	60	10,9±0,34	1209.8	43	10	12,4±0,28
965.1	20	40	11,3±0,21	1210.1	31	10	15,2±0,33
966.1	27	40	11,6±0,23	1211.2	46	10	14,9±0,28
979.1	50	40	13,0±0,19	1212.1	84	20	15,2±0,14
985.1	31	40	13,8±0,22	1213.1	46	0	14,3±0,36

Закінчення табл. 1

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
985.2	39	20	12,1±0,32	1214.2	31	10	13,8±0,31
985.3	74	20	11,8±0,36	1213.3	31	5	14,3±0,12
986.1	0	–	12,6±0,32	1214.1	73	10	15,0±0,30
989.1	36	10	13,3±0,21	1216.1	74	60	16,3±0,20
989.2	32	20	12,6±0,33	1217.1	47	10	12,3±0,33
993.1	27	20	12,0±0,22	1218.2	39	10	14,3±0,31
1000.1	34	20	12,6±0,40	1219.2	45	10	15,9±0,18
1000.2	0	–	–	1219.3	44	20	16,2±0,24
1001.1	35	20	13,1±0,32	1220.1	57	20	13,3±0,26
1002.1	22	40	12,4±0,33	1220.2	81	20	14,8±0,21
1003.1	25	40	12,2±0,32	1221.1	39	0	15,3±0,22
1004.1	27	40	14,9±0,11	1221.2	40	10	15,6±0,33
1004.4	35	10	12,9±0,23	1221.3	45	10	16,4±0,25
1004.10	32	5	12,2±0,25	1223.1	31	20	16,3±0,30
1005.1	60	10	13,3±0,22	1224.1	35	20	15,2±0,21
1006.1	31	10	12,6±0,26	1225.1	77	10	13,6±0,24
1006.2	40	10	12,4±0,28	1225.2	40	10	12,8±0,21
1007.4	24	20	13,8±0,24	1227.1	51	10	12,9±0,31
1008.2	2	10	12,9±0,35	1227.2	37	10	14,2±0,31
1009.1	25	0	12,9±0,38	1227.3	48	10	14,8±0,31
1010.1	24	5	14,8±0,27	1227.5	51	10	16,5±0,34
1011.1	31	10	13,6±0,14	1227.7	68	10	15,6±0,22

За даними, наведеними у табл. 1, середня зимостійкість ліній-похідних Авролати складає 35,1±0,92%, що достовірно менше, ніж 48,6±2,04 ( $t=6,03^{***}$ ), яке характеризує лінії-похідні Авроагу. 8,8±0,28% ліній Авролати повністю вимерзло. Результати оцінювання ліній за стійкістю до борошнистої роси показало, що серед похідних як Авролати, так і Авроагу відсоток ліній із дуже високою стійкістю (0-5% ураження) один і той самий, відповідно для 0 та 5% ураження 9,1±0,29 та 10,9±0,31% для ліній Авроага та 10,3±0,31 і 10,3±0,31 для ліній Авролати. На рівні стійкості 10 та 20% похідні Авролати та Авроагу суттєво відрізняються один від одного. Так, серед ліній Авроагу ліній із 10 і 20% ураження було 45,4±0,50 та 25,5±0,44% відповідно. Лінії-похідні Авролати виявили іншу частоту стійких ліній, 14,9±0,36 та 20,8±0,41% ліній з 10 та 20% ураження відповідно.

Рангові коефіцієнти кореляції [10], розраховані для пар ознак вміст білку-стійкість до борошнистої роси, вміст білку-зимостійкість, зимостійкість-стійкість до борошнистої роси, виявилися недостовірними (відповідно для трьох пар, 0,33±0,16; 0,41±0,19 та 0,25±0,12). Це свідчить, що генетичний матеріал чужинного походження, перш за все гени стійкості до борошнистої роси та певною мірою гени, що беруть участь у контролі підвищеного вмісту білка, знаходяться в різних геномних структурах, тобто різних хромосомах, плечах хромосом або транслокаціях. Будь-яке прагнення об'єднати ці гени у генетичній одній лінії вимагатиме схрещування між

Лінія	З	БР	ВБ	Лінія	З	БР	ВБ
1012.1	24	5	12,4±0,23	1228.1	42	5	12,6±0,38
1012.2	37	0	11,2±0,25	1230.3	28	0	16,2±0,23
1013.2	33	0	12,0±0,39	1231.1	44	0	12,9±0,18
1017.1	30	0	12,1±0,38	2731.2	44	0	15,4±0,24
1064.1	42	60	12,4±0,32	1232.1	64	5	14,5±0,26
1064.2	0	–	–	1232.2	24	5	13,7±0,21
1107.1	23	60	12,8±0,24	1233.1	70	10	16,3±0,22
1107.2	30	10	12,1±0,34	1233.2	25	10	15,8±0,20
1068.1	31	60	13,7±0,25	1234.1	38	10	14,3±0,20
1068.6	0	–	–	1234.2	78	10	14,1±0,23
1068.5	21	60	14,2±0,23	1235.1	43	5	16,3±0,21
1069.1	29	10	12,1±0,24	1235.2	34	5	16,9±0,28
1069.2	64	10	12,1±0,38	1236.1	42	40	16,3±0,34
1069.3	29	10	12,8±0,32	1237.1	42	40	15,3±0,36
1070.1	34	10	13,1±0,31	1237.2	78	40	15,6±0,31
1070.5	37	10	11,3±0,36	1238.1	50	20	15,4±0,32
1071.1	56	20	12,3±0,37	1239.1	60	20	14,6±0,23
1071.2	36	20	12,3±1,28	1242.1	49	20	14,4±0,23
1071.3	39	20	11,3±0,33	1243.1	58	40	15,3±0,32
1071.5	83	20	10,9±0,28	1246.1	56	10	16,3±0,31
1071.6	32	40	13,1±0,31	1247.1	44	20	16,3±0,33
1072.1	28	20	13,1±0,22				

окремими інтрогресивними лініями, носіями багаторазових ознак.

У табл. 2 і 3 наведено дані про вміст білка у інтрогресивних лініях *T. aestivum/t. miguschovae* та *T. aestivum/Ae. speltooides*. Тільки 7 інтрогресивних ліній *T. aestivum/T. miguschovae* з проаналізованих 30 демонстрували вміст білка не нижче, ніж у сорту Кавказ, решта показали нижчий результат за цією ознакою. Лише 3 лінії (табл. 2) перевищують Кавказ за вмістом білка на рівні 0,05 та 0,01. Інші лінії, як наприклад, 2707, 2712, 2705 мають відсотковий вміст білка в зерні на рівні сорту Кавказ. Але жодна лінія при порівнянні за  $t$ -критерієм не характеризувалась вмістом білка на рівні *T. miguschovae*.

Таблиця 2. Вміст білка в зерні інтрогресивних ліній пшениці *T. aestivum/T. miguschovae*

Лінія	Вміст білка %		Значення $t$ -критерію	
	2001	2003	Кавказ	<i>T. miguschovae</i>
2715 f02	16,03 ± 0,22	15,69 ± 0,36	3,22**1)	5,43***
2707 f02	–	13,08 ± 0,37	0,77	12,96***
2710 f02	12,78 ± 0,17	13,71 ± 0,33	2,47*	9,54***
2712 f02	–	12,78 ± 0,28	1,63	8,8***
2705 f02	–	13,70 ± 0,32	2,36*	10***
2718 f02	13,57 ± 0,38	13,16 ± 0,28	1,82	8,28***
2719 f02	13,56 ± 0,42	12,48 ± 0,32	1,18	10,81***
Кавказ	12,13 ± 0,68	12,03 ± 0,57		
<i>T. miguschovae</i>	16,88 ± 0,34	16,67 ± 0,27		

<sup>1)</sup> У табл. 2 та 3: \* - параметр значущий на рівні 0,05, \*\* - на рівні 0,01, \*\*\* - на рівні 0,001

Для ліній-похідних Авродесу, контролем для яких є сорт Аврора (табл. 3), виявлено 8 ліній, що перевищують сорт Аврора за вмістом білка в зерні на рівні 0,01, 0,001. Під час дослідження встановлено, що майже всі високобілкові лінії цієї серії мали веретеноподібну форму зернівки. Можна припустити, що ці дві ознаки (форма зернівки та вміст білка в зерні) певним чином взаємопов'язані. Оскільки деякі з ліній-похідних Авродесу було включено у схему генетичного аналізу з використанням тесту сумісного шкалювання [11] за ознакою форма зернівки, ми використали дані оцінки ліній та гібридів для вивчення генетичного контролю компонентів форми зернівки (довжина та ширина). Результати, наведені у табл. 4-6, показують, що генетичні розбіжності між лініями та рекурентним сортом Аврора можуть бути адекватно описані адитивно-домінантною моделлю генетичного контролю. Але генетичні ефекти завжди виявлялися незначними. Такий характер генетичного контролю не можна вважати перспективним для ідентифікації та локалізації генів, що беруть участь у контролі ознак, оскільки значним внеском є середнє значення ознаки, що належить епігенетичним факторам. Але можливо, що при генетичному аналізі ліній-похідних пшениці Мігушової, результати виявляться більш сприятливими.

Таблиця 3. Вмістбілка взерніліній пшениці *T. aestivum*/*Ag. speltooides* та результати порівняння з сортом Аврора

Лінія	Вміст білка %	Значення t-критерію
102 f02	14,39 ± 0,23	2,92**
106 f02	14,23 ± 0,3	2,61*
109/2 f02	14,89 ± 0,31	3,62**
121/2 f02	15,16 ± 0,37	3,66**
117 f02	14,7 ± 0,16	3,7***
118 f02	15,76 ± 0,36	4,62***
119 f02	15,35 ± 0,38	3,86***
125 f02	14,88 ± 0,24	3,81***
Аврора	12,44 ± 0,44	

### Висновки

1. Середнє значення за ознакою вмісту білка в зерні у ліній-похідних Авроагу достеменно перевищує цей показник для ліній-похідних Авролати. Рангові коефіцієнти кореляції, розраховані для пар ознак вмісту білка - стійкість до борошнистої роси, вміст білку, зимостійкість - виявилися недостовірними. Це свідчить, що генетичний матеріал чужинного походження, під контролем якого знаходяться ознаки, що вивчаються, міститься в різних геномних структурах. Будь-яке прагнення об'єднати ці гени у геномі однієї лінії вимагатиме схрещування між окремими інтрогресивними лініями, носіями бажаних ознак.

2. Лише три з проаналізованих 30 інтрогресивних ліній *T. aestivum*/*T. miguschovae* перевищують за вмістом білка рекурентний сорт пшениці. Вісім ліній-похідних Авродесу перевищують сорт Аврора за вмістом білку в зерні на рівні значущості 0,01 чи 0,001.

3. Встановлено зв'язок між ознаками форми зернівки та вмісту в ній білку. Генетичний аналіз інтрогресивних ліній та сорту Аврора за показниками форми зернівки встановив адекватність адитивно-домінантної моделі генетичного контролю компонентів ознаки форми зернівки при статистичній незначущості генетичних ефектів [d] та [h], що вказує на значний внесок епігенетичних факторів до середніх значень ознак.

Таблиця 4. Результати генетичного аналізу ліній за ознакою форми зернівки

	Номери ліній, що вивчалися								
	102f02*			109/2f02			121/2f02		
P <sub>1</sub>	2.35	0.06	2.38	2.35	0.07	2.37	2.27	0.1	2.2
F <sub>1</sub>	2.39	0.07	2.47	2.32	0.05	2.36	2.36	0	2.3
F <sub>2</sub>	2.45	0.03	2.38	2.37	0.04	2.32	2.22	0	2.3
P <sub>2</sub>	2.17	0.04	2.19	2.17	0.04	2.18	2.17	0	2.2
χ <sup>2</sup>	0.29			0.11			0.12		
M	2.29±0.15	15.5	2.28±0.15	14.8	2.2±0.1	15			
[d]	0.1±0.16	0.61	0.09±0.16	0.58	0.05±0.2	0.3			
[h]	0.18±0.29	0.62	0.08±0.28	0.28	0.13±0.2	0.5			

\*Тут та в табл. 5 і 6 для кожної лінії у першому стовпчику наведено фактичні середні значення у популяціях, у третьому - теоретичні

Таблиця 5. Результати генетичного аналізу ліній за ознакою довжини зернівки

	Номери ліній, що вивчалися								
	102f02			109/2f02			121/2f02		
P <sub>1</sub>	8.63	0.11	8.63	8.63	0.11	8.6	8.74	0.1	8.6
F <sub>1</sub>	8	0.08	8.01	8.85	0.09	8.79	8.51	0.1	8.3
F <sub>2</sub>	8.31	0.06	8.3	8.57	0.07	8.66	8.21	0.1	8.5
P <sub>2</sub>	8.55	0.09	8.55	8.5	0.11	8.47	8.63	0.1	8.5
χ <sup>2</sup>	0			0.17			1.69		
M	8.59±0.21	41.4	8.53±0.22	39.3	8.55±0.2	38			
[d]	0.04±0.22	0.18	0.07±0.23	0.28	0.04±0.2	0.2			
[h]	-0.6±0.35	-1.7	0.26±0.37	0.7	-0.2±0.4	-1			

Таблиця 6. Результати генетичного аналізу ліній за ознакою ширини зернівки

	Номери ліній, що вивчалися								
	102f02			109/2f02			121/2f02		
P <sub>1</sub>	4	0.08	3.95	4	0.08	3.96	4	0.1	4
F <sub>1</sub>	3.44	0.08	3.34	3.9	0.09	3.81	3.62	0.1	3.6
F <sub>2</sub>	3.44	0.05	3.56	3.69	0.06	3.8	3.73	0	3.8
P <sub>2</sub>	3.68	0.1	3.62	3.68	0.11	3.63	3.85	0.1	3.8
χ <sup>2</sup>	0.52			0.35			0.03		
m	3.78±0.19	19.6	3.79±0.2	18.7	3.91±0.2	19			
[d]	0.17±0.21	0.79	0.17±0.22	0.77	0.08±0.2	0.4			
[h]	-0.4±0.34	-1.3	0.02±0.36	0.05	-0.3±0.3	-1			

1. Терновская Т. К. Геном D мягкой пшеницы. Диаллельный анализ вегетативных признаков растений пшеницы // Цитология и генетика,- 1994.-28. -№ 1.-С. 33-41.
2. Терновская Т. К. Геном D мягкой пшеницы. Диаллельный анализ мерных признаков колоса растений пшеницы // Цитология и генетика- 1994- 28. - № 2- С. 36-42.
3. Терновская Т. К. Сравнительный анализ субгеномов D и АВ мягкой пшеницы в отношении генетического контроля некоторых количественных признаков // Доповіді НАН України.- 1999. -№ 4.- С. 187-192.
4. Nevo E., Grama A., Biles A., Golenberg E. Resources of high-protein genotypes in wild wheat, *Triticum dicoccoides* in Israel: Predictive method by ecology and allozyme markers // Genetics- 1986.-V. 68.- P. 215-227.
5. Nevo E., Beiles A., Gutterman Y., Storch N., Kaplan D. Genetic resources of wild cereals in Israel: II. Phenotypic variation within and between populations of wild wheat, *T.dicoccoides* // Euphytica.- 1984. - V. 33.- P. 717-735.
6. Жиров Е. Г., Терновская Т. К. Геномная инженерия у пшеницы // Вестник с.-х. науки. - 1984. - № 10. - С. 58-66.
7. Жиров Е. Г. Синтез новой гексаплоидной пшеницы // Тр. по пр. бот., генет. и селекц. - 1980.-Т. 68. - Вып. 1.-С. 14-16.
8. Zhiron E. G., Ternovskaya T. K. Substitution of D-genome in wheat // European Wheat Aneuploid Co-operative Newsletter. - Agricultural Res.Inst. of the Hungarian Acad Sei., Martonvashar and Inst. of Plant Sei. Res.Cambridge Lab., 1987. - P. 60-65.
9. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага, 1988.
- Ю.Лакин Г.Ф. Биометрия- Москва: Высшая школа, 1973. - 342 с.
- M.Mather K., Jinks J.L. Biometrical genetics. The study of continuous variation. - London, 1971.- 382 p.

*M. Antonyuk, T. Yegorova, T. Ternovska*

## INTRODUCTION OF ALIEN GENE FROM WILD RELATED SPECIES TO WHEAT FOR POSITIVE EFFECT ON PROTEIN CONTENT IN GRAIN

*Introgressive common wheat lines including alien genetic material of wild species *Aegilops* and *Agropyron* related to wheat for the characters grain protein content and resistance to environment stresses are investigated. The lines that exceed significantly the recurrent wheat varieties for the grain protein content are discovered. Rank correlation coefficients calculated for combination of character protein content with the each of characters winter hardiness and powder mildew resistance were not significant. That indicates that alien genetic material controlling the characters studied is situated in the different genome structures. To combine such genes in the single genome the different introgressive lines possessing the characters of interest can be crossed.*