

СІЧКАР С.М.^{1✉}, ВЕЛИКОЖОН Л.Г.^{1,2}, ДУБРОВНА О.В.¹, МОРГУН Б.В.^{1,2}¹ Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,

Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: sichkar07@gmail.com

² Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,

Україна, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 148

✉ sichkar07@gmail.com

АНАЛІЗ ЛОКУСІВ *Glu-1* У ЗРАЗКІВ МАЛОПОШИРЕНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦІ ТА ЇХ ГІБРИДІВ

Мета. Визначення алельного складу локусів *Glu-1* у зразків малопоширених видів пшениці та їх гібридів із м'якою ярою пшеницею. **Методи.** ПЛР-аналіз. **Результати.** У наявних колекційних зразках малопоширених видів пшениці в основному виявлені алелі *a/c* локусу *Glu-A1*, тоді як алель *b* був виявлений лише у *T. dicoccum*, var. *volgense* (Полба кокчетавська). У локусі *Glu-A1* у зразка (*T. dicoccum* × *Dasyrium villosum*) виявлено додатковий амплікон довжиною 450 п. н., а у (*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) – додатковий амплікон довжиною 700 п. н. у генотипі В, які потребують подальших досліджень. Серед гексаплоїдних пшениць виділені генотипи, що розрізнялися за наявністю алелів *a* і *d* локусу *Glu-D1*. Підтверджена гібридність отриманих форм, про що свідчить ідентифікація обох батьківських компонентів у гібридів або алелів локусу *Glu-D1* м'якої пшениці у гібридах із полбою. **Висновки.** Аналіз алельного складу локусів *Glu-1* у зразків малопоширених видів пшениці та їх гібридів із ярою м'якою пшеницею дозволив виділити генотипи та гібридні комбінації, які можуть бути перспективними для подальшої селекційної роботи.

Ключові слова: *Triticum spelta* L., *T. dicoccum*, гібриди, ПЛР-аналіз, локус *Glu-1*.

Малопоширені злаки роду *Triticum* L. – спельта і полба – набули достатньо широкого використання в сучасному «екологічному землеробстві» завдяки комплексу господарсько корисних ознак, успадкованих від диких предків, та невибагливості до умов вирощування [1]. Спельта (*T. spelta* L., 2n = 42) – вид гексаплоїдної плівчастої пшениці, має форми ярого та озимого типу розвитку та геном – A⁴BD. До цінних властивостей цієї культури можна віднести високий вміст поживних речовин та білка, який характеризується високим ступенем перет-

равлюваності. Крім того, борошно із зерна спельти має унікальні смакові якості і високий вміст вітамінів групи В, а також придатне для виготовлення кращих за якістю кондитерських виробів [2].

Полба звичайна, еммер (*T. dicoccum* (Schrank) Schuebl., 2n=28) – вид тетраплоїдної плівчастої пшениці, диференційований на еколого-географічні групи, більшість форм ярі, але є й озимі, має геном A⁴B [3]. Полба не вибаглива до кліматичних умов, її можна вирощувати без використання добрив та пестицидів, вона виявляє стійкість до хвороб, посухи, а також має високий вміст білка. Із зерна культурної двозернянки одержують крупи для виготовлення каш високих смакових якостей, придатних для дієтичного харчування.

Однак широкому поширенню цих культур перешкоджає їх низька врожайність і ряд морфологічних характеристик, негативних у виробничому відношенні [1]. Загалом за урожайністю і придатністю до сучасних технологій вирощування і переробки ці види сьогодні не можуть конкурувати з сортами м'якої і твердої пшениці. Перспективи застосування у селекції корисних властивостей, якими характеризуються спельта і полба, стали причиною їх широкого використання у селекційних програмах, особливо для покращення твердої і м'якої пшениці.

Відомо, що хлібопекарські якості сортів пшениці визначаються фізичними властивостями клейковинного комплексу зерна, який утворюють білки гліадини та глютеніни. Ці білки належать до класу запасних (за їх біологічною функцією у рослин) або клейковинних (за їх технологічним використанням) [4]. Серед них важливе місце займають генні структури, що визначають склад високомолекулярних субодиниць глютенінів (HMW-GS). Локуси високомолекулярних глютенінів *Glu-A1*, *Glu-B1* та *Glu-*

D1 розміщені на довгих плечах хромосом 1AL, 1BL і 1DL м'якої пшениці. Вони кодують високомолекулярні поліпептиди, які за рахунок міжмолекулярних дисульфідних зв'язків формують основний каркас клейковини і характеризуються меншим, ніж гліадини, поліморфізмом [5]. Відомо, що великий вплив на якість борошна пшениці мають алелі локусу *Glu-D1*. Наступними за впливом є алелі локусів *Glu-B1* і *Glu-A1* [6]. Алельні варіанти високомолекулярних глютенінів 1A1, 1A2*, 1B 7 + 8, 1B 77 + 8, 1D 5 + 10 визначають високі показники якості зерна та хлібопекарських властивостей пшениці [7]. Доведено існування тісної кореляційної залежності між присутністю/відсутністю певних алелів локусів *Glu-1* і показниками хлібопекарської якості. Встановлено, що алель *d* локусу *Glu-D1* (за якого синтезуються субодиниці 5 та 10) з індексом якості 4 має виражений позитивний вплив на якість борошна. З іншого боку, поширений алель *a* (субодиниці 2 та 12) має негативний вплив на отримання якісного формового хліба, проте рекомендований для сортів, які використовуються для виготовлення подового хліба, локшини та кондитерських виробів. Однак найцікавішим для вивчення впливу високомолекулярних глютенінів на ознаки хлібопекарської якості виявився алель *Glu-B1a1*, продуктом експресії якого є дві субодиниці *Vx7OE* + *Vy8** [8].

На сьогодні розроблені молекулярні методи з використанням ПЛР для вивчення генетичного поліморфізму за нуклеотидними послідовностями генів, що контролюють якісні показники зерна пшениці. ДНК-маркери розроблені до послідовностей генів високомолекулярних глютенінів для полегшення селекції за допомогою маркерів (MAS) та раннього добору генотипів із хорошою хлібопекарською якістю [9]. Зокрема, розроблені кодомінатні маркери, придатні для аналізу субодиниць високомолекулярних глютенінів, які кодуються локусами *Glu-A1* і *Glu-D1* [10]. У зв'язку з цим, метою нашої роботи було визначення алельного складу локусів *Glu-1* у батьківських компонентів – зразків ярої спельти і полби та їх гібридів із м'якою пшеницею.

Матеріали і методи

Матеріалом дослідження були зразки малопоширених видів пшениці ярої, одержані із Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Національного центру генетичних ре-

сурсів рослин України, а також гібриди першого насінневого покоління, отримані за їх схрещування з сортами м'якої ярої пшениці Зимоярка та Тюбальт.

Для проведення мультиплексної полімеразної реакції з метою виявлення алельного складу локусу *Glu-A1*, що відповідають за синтез білкових субодиниць *Ax1*, *Ax2**, *Ax-null*, використовували праймери UMN19F (5'-CGAGACAATATGAGCA-GCAAG-3') та UMN19R (5'-CTGCCATGGAGAAGTTGGA-3') до цільового гена та праймери до референтного гена пшениці *actin*. Режим ампліфікації: денатурація – 94°C 3 хв. та 34 цикли: денатурація – 94°C 30 с, відпал – 60°C 30 с, елонгація – 72°C 30 с, кінцева елонгація – 72°C 5 хв. Продукти ПЛР розділяли у 2,0%-му агарозному гелі з бромистим етидієм у 1xSB електродному буфері. Розмір очікуваних ампліконів становив для алеля *Ax2** (алель *b*, амплікон 344 п. н), для алелів *Ax1* або *Ax-null* (алелі *a* або *c* спостерігали амплікон 362 п. н). Амплікон розміром 507 п. н. детектує наявність референтного гена пшениці *actin* та вказує на адекватність перебігу полімеразної реакції.

Для виявлення алеля *Glu-B1a1* проводили полімеразну ланцюгову реакцію з використанням праймерів *Vx7* MAR-F 5'-CCTCAGCATGCAAACATGCAGC-3' і MAR-R 'CTGAAACCTTTGGCCAGTCATGTC-3' [11], розмір очікуваного амплікону 563 п. н. Режим ампліфікації: денатурація за 94°C 3 хв. 40 циклів; відпал – 59°C, 30 с; елонгація – 72°C, 1 хв.; кінцева елонгація – 72°C, 5 хв. Продукти ампліфікації візуалізували після їх електрофоретичного розділення в агарозному гелі в ультрафіолетовому світлі із додаванням етидійброміду як фарбувального реагенту.

Виявлення алелів локусу *Glu-D1* базується на проведенні дуплексної полімеразної реакції (одночасне виявлення алелів генів), вони кодують субодиниці *Dx5* та *Dy10* (5+10) і *Dx2* та *Dy12* (2+12) у сортах і селекційних гібридах м'якої пшениці з використанням специфічних праймерів UMN25F: (5'-GGGACAATACGAGC-AGCAAA-3') – для *Dx2*; UMN25R: (5'-TTGTTCCGGTTGTTGCCA-3') для *Dx5*; UMN26F: (5'-CGCAAGACAATATGAGCAAAC-3') для *Dy10*; UMN26R: (5'-TTGCSTTTGTCCTGTGTGC-3') для *Dy12*. Для зразків із субодиницями 5+10 спостерігали наявність ампліконів 397 та 281 п. н., із субодиницями 2+12 – ампліконів 415 і 299 п. н. Режим ампліфікації: денатурація

– 94°C 3 хв. та 34 цикли, відпал – 60°C 30 с, елонгація – 72°C 1 хв. кінцева елонгація – 72°C 5 хв. Продукти ампліфікації візуалізували після їх електрофоретичного розділення в 2,5%-му агарозному гелі в ультрафіолетовому світлі із залученням етидид броміду як фарбувального реагенту.

Результати та обговорення

Електрофоретичне визначення продуктів ампліфікації ДНК показало, що у наявних колекційних зразків малопоширених видів пшениці були виявлені алелі *a* або *c* у локусі *Glu-A1*, окрім зразка Полба кокчетавська, та відсутність алеля *b*. Всі проаналізовані зразки характеризувалися відсутністю алеля *Glu-B1 al*. У гібриду (*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) виявлено амплікон розміром 700 п. н. за відсутності фрагментів 520 п. н. та 563 п. н. У *T. dicoccum* відсутній генотип D, що було підтверджено відсутністю фрагментів довжиною 281 п. н., 397 п. н., 299 п. н., 415 п.н. Проте серед гексаплоїдних пшениць були виділені генотипи, що розрізнялися за наявністю алелів *a* і *d* у локусі *Glu-D1* (табл. 1).

Результати проведеного аналізу гібридів F₁, отриманих за схрещування полби та спельти

(материнські форми) із сортом Зимоярка (батьківська форма), показали, що усі гібриди цієї групи характеризувалися наявністю алелів *Glu-A1a/Glu-A1c* у генотипі А (табл. 2). Про це свідчить ідентифікація ампліконів довжиною 362 п. н. Слід відзначити, що гібрид ((*T. dicoccum* × *Dasypyrum villosum*) × Зимоярка) характеризувався проявом додаткового амплікона довжиною 450 п. н. (рис. 1, доріжка 4), а гібрид (Полба кокчетавська × Зимоярка) є носієм обох алелів *a/c* та *b* у генотипі А, про що свідчить наявність фрагментів довжиною 344 п. н. та 362 п. н. (рис. 1, доріжка 5). Таким чином, підтверджена гібридність отриманих форм, про що свідчить наявність обох батьківських компонентів у гібридів.

Дослідження геному В за допомогою мультиплексної ПЛР показали наявність ампліконів довжиною 520 п. н. та відсутність фрагментів довжиною 563 п. н. у ДНК гібридів. Це свідчить про те, що у жодному із них не виявлено алеля *Glu-B1al*. Лише для гібрида ((*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) × Зимоярка) разом з ампліконом довжиною 520 п. н. детектували додатковий фрагмент довжиною 700 п. н. (рис. 2, доріжка 5).

Таблиця 1. Наявність алелів локусів *Glu-1* у колекційних зразках малопоширених видів пшениці

Види пшениці	<i>Glu- A1</i>		<i>Glu- B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
	Алелі				
	<i>a/c</i>	<i>b</i>	<i>Glu-B1 al</i>	<i>a</i>	<i>d</i>
Зимоярка	+	-	-	+	-
Тюбальт	+	-	-	-	+
<i>T. spelta</i> , var. <i>album</i>	+	-	-	+	-
<i>T. spelta</i> , var. <i>caeruleum</i>	+	-	-	+	-
<i>T. spelta</i> , var. <i>griseoturan</i>	+	-	-	+	-
<i>T.dicoccum</i> , Полба Голіковська	+	-	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>aeruginosum</i> , Руно	+	-	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>volgense</i>	+	-	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>volgense</i> , Полба кокчетавська	-	+	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>muticovolgense</i> , Полбяно-пшеничний гібрид 7	+	-	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>nigroajar</i>	+	-	-	-	-
<i>T.dicoccum</i> , var. <i>serbicum</i> , Червонокласа	+	-	-	-	-
(<i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. Tauschii</i>), ПЗАГ	+	-	-	-	-
(<i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. speltoides</i>)	+	-	-	-	-
(<i>T. dicoccum</i> × <i>Dasypyrum villosum</i>), Наунатрикум	+	-	-	-	-
(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>T. dicoccum</i>)	(+450 п.н)	-	-	-	-
	+	-	- (+700 п.н)	-	-

Таблиця 2. Наявність алелів локусів *Glu-1* у гібридів F₁ із сортом Зимоярка

Комбінація	<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>		<i>Glu-D1</i>	
	Алелі				
	<i>a/c</i>	<i>b</i>	<i>Glu-B1 al</i>	<i>a</i>	<i>d</i>
(<i>T. spelta</i> , var. <i>album</i> × Зимоярка)	+	-	-	+	+
(<i>T. spelta</i> , var. <i>caeruleum</i> × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(<i>T. spelta</i> , var. <i>griseoturan</i> × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(Полба Голіковська × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(Руно × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(<i>T. dicoccum</i> , var. <i>volgense</i> × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(Полба кокчетавська × Зимоярка)	+	+	-	+	-
(<i>T. dicoccum</i> , ППГ 7 × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(<i>T. dicoccum</i> , var. <i>nigroajar</i> × Зимоярка)	+	-	-	+	-
(Червонокласа × Зимоярка)	+	-	-	+	-
((<i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. speltoides</i>) × Зимоярка)	+	-	-	+	-
((<i>T. dicoccum</i> × <i>Dasyphyrum villosum</i>) × Зимоярка)	+	-	-	+	-
((<i>Ae. ventricosa</i> × <i>T. dicoccum</i>) × Зимоярка)	+	-	- (+700пн)	+	-

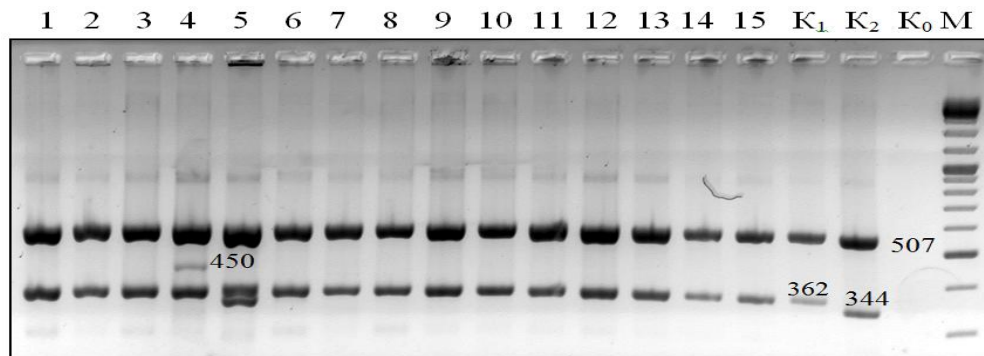


Рис. 1. Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК гібридів із праймерами до генів локусу *Glu-A1* та гена *actin*. Доріжки: 1 – (*T. spelta*, var. *album* × Зимоярка); 2 – (*T. spelta*, var. *caeruleum* × Зимоярка); 3 – (*T. spelta*, var. *griseoturan* × Зимоярка); 4 – ((*T. dicoccum* × *Dasyphyrum villosum*) × Зимоярка); 5 – (Полба кокчетавська × Зимоярка); 6 – (Полба Голіковська × Зимоярка); 7 – (Руно × Зимоярка); 8 – (*T. dicoccum*, var. *volgense* × Зимоярка); 9 – (*T. dicoccum*, ППГ 7 × Зимоярка); 10 – (*T. dicoccum*, var. *nigroajar* × Зимоярка); 11 – (Червонокласа × Зимоярка); 12 – ((*T. dicoccum* × *Ae. speltoides*) × Зимоярка); 13 – ((*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) × Зимоярка); 14 – Зимоярка; 15 – Полба Голіковська; K₁ – позитивний контроль (пшениця, що містить алель *Glu-A1a/c*), K₂ – позитивний контроль (пшениця, що містить алель *Glu-A1b*), K₀ – негативний контроль (без додавання ДНК), М – маркер молекулярної маси ДНК LadderMix.

Зимоярка та зразки спельти є носіями алеля *a* в геномі D, тому всі гібриди мали в наявності цей алель. Гібриди полби з Зимояркою також мали алель *Glu-D1a*, хоча геном D в полби відсутній. Це свідчить про те, що гібриди успадкували цей алель від Зимоярки, проте плідність таких гібридів не відома та потребує цитологічних досліджень.

Наступна селекційна група гібридів F₁ отримана за схрещування малопоширених форм пшениці полби та спельти (материнські форми) із сортом ярої м'якої пшениці Тюбальт (батьківська форма) (табл. 3). Отримані гібриди подібні

між собою алелями локусу *Glu-A1a/c* у геномі A та відсутністю алеля *Glu-B1al*. Для гібрида ((*T. dicoccum* × *Dasyphyrum villosum*) × Тюбальт) у геномі A разом із ампліконом 362 п. н. детектували додатковий амплікон довжиною приблизно 450 п. н.

Зразки спельти є носіями алеля *a* в геномі D, а сорт Тюбальт – носієм алеля *d*, тому всі гібриди успадкували обидва алелі. Гібриди полби з Тюбальтом характеризувалися відсутністю алеля *Glu-D1a* та наявністю алеля *Glu-D1d*, що свідчить про те, що гібриди успадкували цей алель від м'якої пшениці.

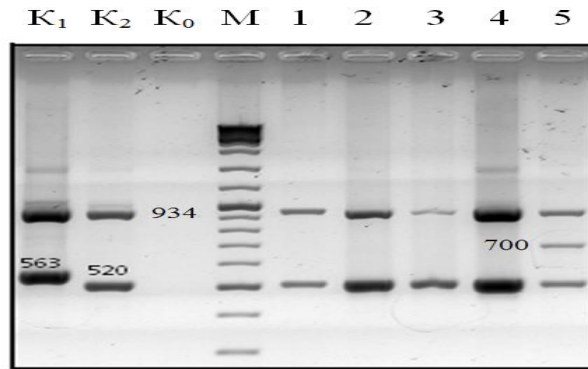


Рис. 2. Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК гібридів із праймерами до алеля *Glu-B1a1* та гена *TaTM20*. Доріжки: 1 – Зимоярка, 2 – Полба Голіковська, 3 – ((*T. dicoccum* × *Ae. speltoides*) × Зимоярка); 4 – ((*T. dicoccum* × *Dasypyrum villosum*) × Зимоярка); 5 – ((*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) × Зимоярка); K_1 – контроль (пшениця, що містить алель *Glu-B1a1*); K_2 – контроль (пшениця, що не містить алеля *Glu-B1a1*); K_0 – негативний контроль (ТЕ-буфер); М – маркер молекулярної маси ДНК LadderMix.

Таблиця 3. Наявність алелів локусів *Glu-1* у ярих гібридів F_1 із сортом Тюбальт

Комбінація	<i>Glu-A1</i>		<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
	Алелі				
	<i>a/c</i>	<i>b</i>	<i>Glu-B1 a1</i>	<i>a</i>	<i>d</i>
(<i>T. spelta</i> , var. <i>album</i> × Тюбальт)	+	-	-	+	+
(<i>T. spelta</i> , var. <i>caeruleum</i> × Тюбальт)	+	-	-	+	+
(<i>T. spelta</i> , var. <i>griseoturan</i> × Тюбальт)	+	-	-	+	+
(Полба Голіковська × Тюбальт)	+	-	-	-	+
(Полба кокчетавська × Тюбальт)	+	+	-	-	+
(Руно × Тюбальт)	+	-	-	-	+
(<i>T. dicoccum</i> , var. <i>volgense</i> × Тюбальт)	+	-	-	-	+
(<i>T. dicoccum</i> , ППГ 7 × Тюбальт)	+	-	-	-	+
(<i>T. dicoccum</i> , var. <i>nigroajar</i> × Тюбальт)	+	-	-	-	+
(<i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. tauschii</i> , ПЭАГ × Тюбальт)	+	-	-	-	+
((<i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. speltoides</i>) × Тюбальт)	+	-	-	-	+
((<i>T. dicoccum</i> × <i>Dasypyrum villosum</i>) × Тюбальт)	+	-	-	-	+
	(+450пн)				
((<i>Ae. ventricosa</i> × <i>T. dicoccum</i>) × Тюбальт)	+	-	- (+700пн)	-	+

Висновки

Визначений алельний склад локусів *Glu-1* у батьківських компонентів – зразків ярої спельти і полби та їх гібридів з м'якою ярою пшеницею. У зразків малопоширених видів пшениці в основному виявлені алелі *a/c* локусу *Glu-A1*, тоді як алель *b* був наявний лише у *T. dicoccum*, var. *volgense* (Полба кокчетавська). У локусі *Glu-A1* у зразка (*T. dicoccum* × *Dasypyrum villosum*) виявлено додатковий амплікон довжиною 450 п. н., а у (*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) – до-

датковий амплікон довжиною 700 п. н. у геномі В, які потребують подальших досліджень. Серед гексаплоїдних пшениць ідентифіковані генотипи, що розрізнялися за наявністю алелів *a* і *d* локусу *Glu-D1*. Підтверджена гібридність отриманих форм, про що свідчить наявність обох батьківських компонентів у гібридів або алелів локусу *Glu-D1* м'якої пшениці у гібридах із полбою. Виділено генотипи та гібридні комбінації, які можуть бути перспективними для подальшої селекційної роботи.

Література

- Шелепов В.В., Гаврилюк Н.Н., Вергунов В.А. Пшеница: биология, морфология, селекция, семеноводство. К.: Логос, 2013. 498 с.
- Campbell K.G. Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Rev.* 1997. № 15. P. 187–213.
- Гончаров Н.П., Кондратенко Е.Я. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц. *Вестник ВОГиС.* 2008. Т. 12, № ½. С. 159–179.

4. Чеботарь С.В., Благодарова Е.М., Куракина Е.А. и др. Генетический полиморфизм локусов, определяющих хлебопекарное качество украинских сортов пшеницы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16, № 1. С. 87–98.
5. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*. 1987. № 38. P. 141–153.
6. Simonov A.V., Pshenichnikova T.A. Chromosomal localization of the speltoidy gene, introgressed into bread wheat from *Aegilops speltoides* Tausch., and its interaction with the Q gene of *Triticum spelta* L. *Russ. J. Genet*. 2012. Vol. 48, № 11. P. 1120–1127.
7. Панченко І.А., Усова З.В., Притула Н.М. та ін. Інформаційна цінність та успадкування аельних варіантів блоків високомолекулярних глютенінів в селекції озимої пшениці на якість зерна. *Селекція і насінництво*. 2007. Вип. 94. С. 115–128.
8. Рыбалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. К.: Логос, 2011. 495 с.
9. Obreht D., Kobiljski B., Djan M., Vapa L. Identification of *Glu-B1* alleles in bread wheat cultivars using PCR. *Genetica*. 2007. Vol. 39, № 1. P. 23–28.
10. Liu S., Chao S., Anderson J. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat. *Theor. Appl. Genet*. 2008. Vol. 118. P. 177–183
11. Zhang Q., Dong Y.M., An X.L. et al. Characterization of HMW glutenin subunits in common wheat and related species by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF-MS). *J. Cereal Sci*. 2008. Vol. 47. P. 252–261.

Reference

1. Shelepov V.V., Gavrilyuk N.N., Vergunov V.A. Wheat: biology, morphology, breeding, seed production. Kiev: Logos, 2013. 498 p.
2. Campbell K.G. Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Rev*. 1997. № 15. P. 187–213.
3. Goncharov N.P., Kondratenko E.Ja. Wheat origin, domestication and evolution. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2008. Vol. 12, № ½. P. 159–179.
4. Chebotar S.V., Blagodarova E.M., Kurakina E.A. et al. Genetic polymorphism of loci determining bread making quality in ukrainian wheat varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2012. Vol. 16, № 1. P. 87–98.
5. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*. 1987. № 38. P. 141–153.
6. Simonov A.V., Pshenichnikova, T.A. Chromosomal localization of the speltoidy gene, introgressed into bread wheat from *Aegilops speltoides* Tausch., and its interaction with the Q gene of *Triticum spelta* L. *Russ. J. Genet*. 2012. Vol. 48, № 11. P. 1120–1127.
7. Panchenko I.A., Ysova Z.V., Prutyla N.M. et al. Information value and inheritance of allelic variants of blocks of high molecular weight glutenins in the selection of winter wheat for grain quality. *Plant breeding and seed production*. 2007. Vol. 94. P. 115–128.
8. Rybalka A.I. The quality of wheat and its improvement. Kiev: Logos, 2011. 496 p.
9. Obreht D., Kobiljski B., Djan M., Vapa L. Identification of *Glu-B1* alleles in bread wheat cultivars using PCR. *Genetica*. 2007. Vol. 39, № 1. P. 23–28.
10. Liu S., Chao S., Anderson J. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat. *Theor. Appl. Genet*. 2008. Vol. 118. P. 177–183
11. Zhang Q., Dong Y.M., An X.L. et al. Characterization of HMW glutenin subunits in common wheat and related species by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF-MS) *J. Cereal Sci*. 2008. Vol. 47. P. 252–261.

SICHKAR S.M.¹, VELYKOZHON L.H.^{1,2}, DUBROVNA O.V.¹, MORGUN B.V.^{1,2}

¹ Institute of Plant Physiology and Genetics, Nation. Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 31/17, e-mail: sichkar07@gmail.com

² Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03143, Kyiv, Akadik Zabolotny str., 148

ANALYSIS OF Glu-1 LOCI IN SAMPLES OF RARE WHEAT SPECIES AND THEIR HYBRIDES

Aim. Determination of the allelic composition of Glu-1 loci in samples of rare wheat species and their hybrids with spring bread wheat. **Methods.** PCR analysis. **Results.** In existing collection samples of the rare wheat species the alleles of the *a/c* loci Glu-A1 were found, while allele *b* was found only in *T.dicoccum*, var. *volgense* (Emmer Kokchetavskaya). An additional amplicon with a length of 450 bp was found in the Glu-A1 locus in the sample (*T. dicoccum* × *Dasyphyrum villosum*), and in (*Ae. ventricosa* × *T. dicoccum*) another one a length of 700 bp in genome B, was found require further research. Among hexaploid wheat, it was revealed genotypes differing in the presence of alleles *a* and *d* of the locus Glu-D1. The hybridity of the received forms has been confirmed, as evidenced by the identification of both parent components in the hybrids or alleles of the Glu-D1 locus of bread wheat in hybrids with emmer. **Conclusions.** Analysis of the allele composition of Glu1 locuses in samples of rare wheat species and their hybrids with bread wheat allowed to select genotypes and hybrid combinations that may be promising for further breeding work.

Keywords: *Triticum spelta* L., *T. dicoccum*, hybrids, PCR analysis, Glu-1 locus.