



# Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.11.631:527:575.116

© 2017

*І.І. Моцний,*  
кандидат  
біологічних наук

*Т.П. Нарган,*  
*М.І. Єрняк,*  
кандидати сільсько-  
господарських наук

*С.П. Лифенко,*  
академік НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук  
Селекційно-генетичний  
інститут —  
Національний центр  
насіннезнавства  
та сортовивчення

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПОХІДНИХ НЕПОВНОГО ПШЕНИЧНО- ЕЛІМУСНОГО АМФІПЛОЇДА (НПЕА) ELYTRICUM FERTILE В СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ**

**Мета.** Підсумувати результати багаторічних досліджень та визначити за агрономічними ознаками відмінність і селекційну цінність перспективних ліній пшениці, похідних пшенично-елімусного амфіплоїда.

**Методи.** Польовий — для визначення продуктивності, адаптивності і стійкості матеріалу; лабораторний — для визначення показників якості борошна та генетичних формул локусів запасних білків

об'єкта дослідження; статистичний — для встановлення вірогідності отриманих результатів. **Результати.** Проведено селекційну оцінку 2-х перспективних ліній, похідних амфіплоїда *Elytricum fertile* в порівнянні із сучасними сортами.

**Висновки.** Залучення у віддалену гібридизацію пшенично-елімусного амфіплоїда *Elytricum fertile* може бути результативним для селекції пшениці м'якої озимої. Створений таким чином високоврожайний сорт занесено до Держреєстру і використовується в первинному й елітному насінництві та подальшому селекційному процесі.

**Ключові слова:** пшениця м'яка, пшенично-елімусний амфіплоїд, похідні лінії, урожайність, якість.

Селекція пшениці озимої розвивається за принципом «спалахів» і «наростаючого підсумку». Після чергового «спалаху» з кожним новим сортом приріст гарантованої врожайності становить 2,5–3 ц/га, а в кінцевому підсумку — 8–10 ц/га. Таке поступове

поліпшення генотипів може дати значні результати, але з часом воно послаблюється. Причини цього пояснюються вичерпаністю «видатного» генотипу, використовуваного як вихідний матеріал. Виходом із цієї ситуації може бути лише створення принципово

нових генотипів, які б стали етапними в селекції [1]. Перспективним способом отримання таких генотипів є залучення генетичної інформації від інших видів віддаленою гібридизацією. Цей напрям у своїй основі не новий, якщо взяти до уваги схрещування пшениці з видами пирію. Такі дослідження в колишньому СРСР і Канаді почали проводити майже 100 років тому [2, 3]. Багато виконано й інших досліджень із міжвидової гібридизації, маємо дуже цікаві результати щодо генетики пшениці, проте в практичній селекції успіхів не так багато [4]. Отримати вдалу комбінацію генів за міжвидової гібридизації набагато складніше, ніж за внутрішньовидових схрещувань. Проте вірогідність створення «видатного» генотипу, який може стати етапним, все-таки значно вища.

Пошук інших видів рослин, які мають позитивні гени щодо цитоплазми пшениці, може стати перспективним напрямом селекції. У цьому аспекті йдеться також про можливість закріпленого міжгеномного та ядерно-цитоплазматичного гетерозису. До того ж за міжвидових схрещувань елементи чужорідних ядерних структур є не лише джерелом рекомбінантних змін, вони можуть спричиняти в геномі пшениці різного типу мікромутації, що також може бути корисним для селекції. Проте слід мати на увазі, що в селекції пшениці м'якої із залученням інших культурних видів і дикунів можна отримати значний позитивний результат, але водночас з позитивними генами можна перенести в культурну пшеницю небажані властивості від її родичів, скажімо, сприйнятливості до хвороб.

Серед диких, хоча й далеких, родичів пшениці рід пирійник (*Elymus* L.) із триби *Triticeae* Dum. викликає певну зацікавленість у ботаніків і селекціонерів. Це багаторічний вид, стійкий до багатьох захворювань і абіотичних чинників. Із застосуванням новітніх методів біотехнології в кращих наукових установах світу було отримано гібриди видів пирійника з пшеницею, зокрема амфіплоїд *Elytricum fertile*, який було нами використано для подальших схрещувань.

**Мета досліджень** — визначити за агрономічно цінними ознаками відмінність і селекційну цінність 2-х перспективних константних ліній — похідних амфіплоїда

*Elytricum fertile*, відібраних із чисельного матеріалу, отриманого внаслідок схрещування бекросованих гібридів з кращими на той час сортами пшениці селекції СГ — НЦНС.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалом для дослідження були 2 перспективні селекційні лінії: Еритроспермум 4513-06 (у подальшому 4513-06) та Еритроспермум 4517-06 (4517-06), отримані складними ступінчастими схрещуваннями. Лінія 4513-06 походить від схрещування SES96-99/Зірка//Ніконія, а лінія 4517-06 — Одеська 267/ЧЕ1342-98//Одеська 267<sup>3</sup>. SES96-99 являє собою примітивну інтрогресивну лінію ( $2n=42$ ) BC<sub>1</sub>F<sub>∞</sub> Salmon (Японія)/*Elytricum fertile*//Salmon, а ЧЕ1342-98 — геномно-заміщену форму ( $2n=42$ ; AABBBS'S') F<sub>∞</sub> *T. durum* Чорномор/*Elytricum fertile* [5]. НПЕА *Elytricum fertile* (*T. aestivum*/E. *sibiricus*;  $2n=8x=56$ , AABBDD'S'S'), який був нам люб'язно наданий R. Franke (ФРН), містить 42 хромосоми м'якої пшениці і 14 хромосом одного з геномів *E. sibiricus*.

Дослід закладено по чорному парі одним блоком у 3-х повторностях. Насіння сіяли в оптимальні строки тракторною сівалкою ССФК-7 на ділянках 10 і 25 м<sup>2</sup> з розрахунку по 450 схожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Ділянки було розміщено в контрольному розсаднику (2006 і 2007 рр.), попередньому (2008 р.) та конкурсному (2009–2011 рр.) сортовипробуваннях у сівозміні лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГ — НЦНС з метою визначення продуктивності ліній та окремих показників якості. За стандарти брали сучасні високопродуктивні сорти СГ — НЦНС Альбатрос одеський (далі Альбатрос), Селянка, Вікторія одеська (далі Вікторія) і Куялька. Агротехніка загальноприйнята для насінницьких посівів зони Півдня України: попередник — чорний пар. Під час вегетації, збирання та обмолоту рослин визначали стабільність ліній, їх морозостійкість, продуктивність і вияв агрономічних ознак на рівні агроценозу.

Фітопатологічну оцінку здійснювали впродовж 2007–2011 рр. (табл. 1) у польових умовах на фоні природних епіфітотій борошністої роси, листової іржі, септоріозу і піренофорозу та на штучному інфекційному фоні листової та стеблової іржі за 9-бальною інтегрованою шкалою [6].

**1. Характеристика перспективних ліній, похідних НПЕА *Elytricum fertile*, за окремими ознаками (2007–2011 рр.)**

Матеріал	Стійкість до, бал				Морозостійкість паростків, %	Зимостійкість, бал	Висота рослин, см	Дата колосіння, травень		
	Pm	Lr	Sr	Stb						
Стандарти	Альбатрос	3–6	2–6	4	3–4	57,0±14,2	4...5	72–104	12–19	
	Вікторія	5–6	5–6	–	–	–	4...5+	86–107	13–20	
	Селянка	3–5	1–4	2–4	3–4	55,8±11,7	4–...5	74–104	12–19	
	Куяльник	5–6	5–6	3–4	5	63,4±12,5	4+...5	95–113	12–19	
Вихідні форми	Одеська 267	4–5	2–4	2–5	3–4	41,0±13,8	4+...5+	82–110	14–21	
	SES96-99	5	5–8	2	7;4	54,4±13,3	3...5–	125–158	18–25	
	ЧЕ1342-98	8	7–8	5	5–7	43,1±15,4	4–...5–	95–98	21–23	
	<i>Перспективні лінії</i>									
	4513-06	4–7	6–8	6–7	4–7	62,5±10,0	4–...5+	70–95	12–19	
4517-06	4–7	5–7	7;5	5–6	69,6±8,2	3+...5–	63–105	12–19		

Примітка. Pm, Lr, Sr, Stb — розмах варіювання показника за роками досліду — стійкість відповідно до борошністої роси, листової і стеблової іржі та септоріозу.

Проморожування паростків проводили в паперових рулонах [7]. Морозостійкість оцінювали також за методом В.Я. Юр'єва — прямим проморожуванням рослин на стадії кушіння в посівних ящиках за  $t = -19^{\circ}\text{C}$  [8].

Електрофорез запасних білків виконували у відділі генетичних основ селекції за оригінальною [9] та модифікованою методиками SDS електрофорезу [10]. При цьому генетичні формули локусів та назви алелів гліадинів і глютенінів визначали відповідно за каталогами Ф.О. Поперелі [9] і Р.І. Рауне [10]. Визначення вмісту білка та показників якості борошна проводили відповідно із застосуванням інфрачервоної спектроскопії та методу седиментації SDS30 [11].

**Результати досліджень.** Унаслідок складних ступінчастих схрещувань отримано 2 перспективні селекційні лінії (4513-06 та 4517-06) на базі сортів Ніконія та Одеська 267 з високими показниками врожайності (59,2–79,7 та 59,6–77,8 ц/га, у стандартів — 41,1–78,6 ц/га), якості (седиментація 84–91 та 83–90 мл, у стандартів — 69–91 мл), зимостійкості (5+ та 5–балів) і стійкості до видів іржі (6–8 балів), що походять від амфіплоїда *Elytricum fertile* (табл. 1, 2).

Лінію 4513-06 від інтрогресивного схрещування (SES96-99/Зірка//Ніконія) в 2011 р. було передано як спільний сорт лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці та відділу загальної та молекулярної генетики СГП —

**2. Урожайність і якість перспективних ліній, похідних НПЕА *Elytricum fertile*, на фоні сортів-стандартів (2006–2009 рр.)**

Матеріал	Урожайність, ц/га				Маса 1000 зерен, г		Уміст білка, %		Седиментація SDS30, мл		
	2006	2007	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2007	2008	2009
Альбатрос	45,3	68,2	72,5	62,6	35,3	34,8	14,3	13,1	73	91	89
Вікторія	41,1	60,0	63,1	75,3	33,4	35,1	13,6	11,6	69	70	73
Селянка	52,0	69,1	72,2	65,8	35,2	35,5	14,0	12,4	75	86	84
Куяльник	47,3	71,5	74,7	78,6	39,4	36,8	14,3	10,3	82	90	87
Одеська 267	49,5	65,3	52,4	73,4	39,2	37,4	13,5	13,6	70	93	88
4513-06	59,2	67,8	72,0	79,7	47,2	33,5	12,9	9,6	91	84	84
4517-06	59,6	67,7	72,1	77,8	39,5	39,5	12,8	9,7	83	90	90

**3. Господарсько-корисні ознаки сорту Віген (сортовипробування по чорному пару, середні багаторічні показники СГІ – НЦНС, 2010–2016 рр.)**

Сорт	Урожайність, ц/га	Морозостійкість, % живих рослин після проморожування за t=-19°C*	Стойкість до, бал		
			борошнистої роси	бурої іржі	піренофорозу
Віген	81,5	84,4	4	4	4
Вікторія (стандарт)	73,2	39,1	4	1	3
НІР <sub>0,05</sub>	3,8	10,6			

\* У посівних ящиках за методом В.Я. Юр'єва [6].

НЦНС до державного сортовипробування під назвою Віген (заявка № 11007011). За комплексом господарсько-корисних ознак: урожайність, морозо- і зимостійкість, стійкість до хвороб та інше сорт Віген має істотні переваги перед кращими сортами-стандартами (табл. 3). З 2014 р. його занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [12].

Зростаючі вимоги до хлібопекарської якості зерна нових сортів пшениці потребують глибшого вивчення генетичних детермінант ознак, зокрема генетичного контролю компонентного складу запасних білків. Тому було виконано аналіз електрофореграм (рисунок) та визначено генетичні формули матеріалу за 10-ма основними локусами гліадину і глютеніну (табл. 4). При цьому встановлено, що за окремими алелями сорт Віген складається з різних біотипів. Загалом набір алелів локусів *Gld* (гліадинів) є характерним для типових сортів Півдня

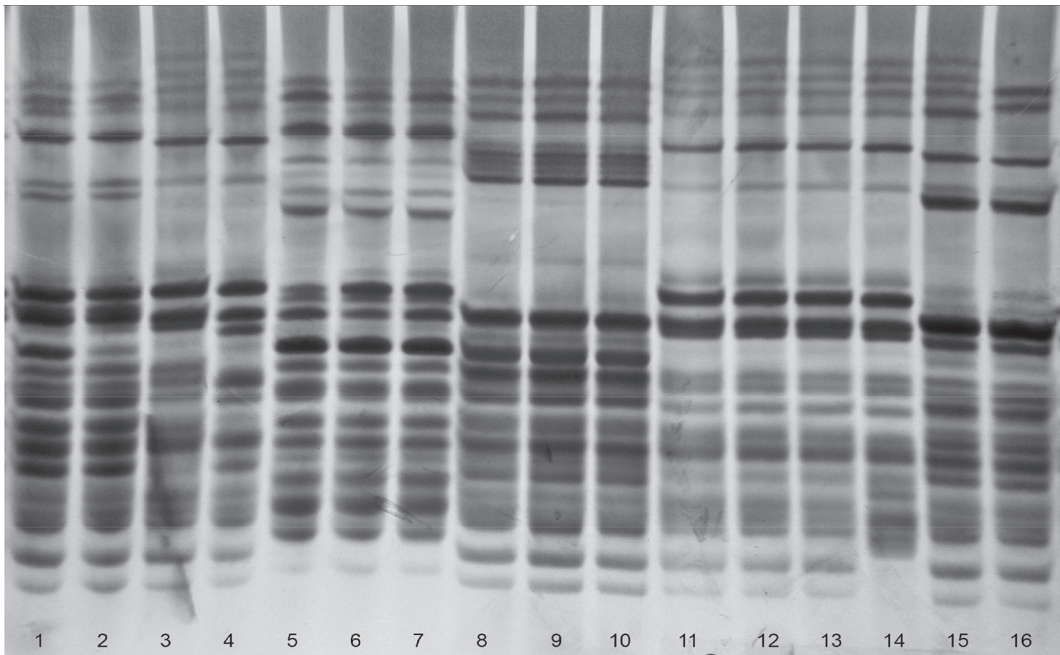
України. Лише алель *Gld1B2* (властивий одному з біотипів сорту Віген) трапляється зрідка, оскільки пов'язаний із низькою якістю, алель *Gld6B4* є рідкісним і маловивченим. Так, у сорт не передалися алель *Gld1A6* і новий для пшениці алель *Gld1DN* від амфіплоїда *Elytricum fertile* або алель *Gld1B3m* (маркує 1BL.1RS транслокацію) від лінії Salmon. Очевидно, це пов'язано з добром на високу хлібопекарську якість борошна.

За високомолекулярними глютенінами у сорту Віген ідентифіковано алелі *Glu-A1(1)*, *Glu-B1(7+8)*, *Glu-B1(7+9)*, *Glu-D1(5+10)*, характерні для більшості сортів вітчизняної селекції. При цьому індекс якості алеля *Glu-B1(7+8)* вищий, ніж *Glu-B1(7+9)*. На жаль, не передалися алелі *Glu-A1(2\*)* від НПЕА та *Glu-B1(77+8)* від Salmon, пов'язані з надвисокою якістю борошна, але й алель низької якості *Glu-D1(2+12)*, властивий батьківським формам, також не

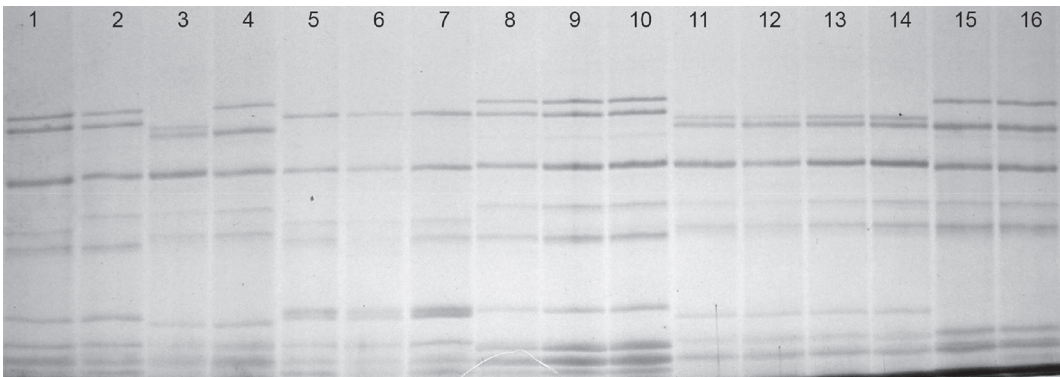
**4. Генетичні формули алельного стану локусів клейковинних білків у сорту Віген, батьківських форм і сортів-стандартів**

Матеріал	Гліадини							Високомолекулярні глютеніни		
	1A	1B	1D	6A	6B	6D	2-1A	1A	1B	1D
SES96	5	N	N	4	1	2	3	1	77+8+7+9	2+12
Куяльник	10	1	4	4	2	2	3	2*	77+8	5+10
Альбатрос	4	1	4	4	2	3	3	1	7+8	5+10
<i>Elytricum fertile</i>	6	N	N	4	1	2	1	0	7+9	2+12
Salmon	6	3m	N/1	4	2	2	1?	1	7+8+77+8	2+12
Селянка	10	1	4	4	2	2	3	2*	77+8	5+10
Віген	4+5	2+1	4+1	3	4	2	3	1	7+8+7+9	5+10

Примітка. N — новий або нехарактерний для пшениці алель; 3m — нетиповий алель *Gld1B3*; N/1 — гетерозигота; 4+1 — гетерогенна лінія.



а



б

**Електрофорез гліадинів (а) і глютенінів (б) досліджуваних ліній, батьківських форм і сортів стандартів: 1, 2 – SES96; 3 – Куяльник; 4 – Альбатрос; 5– 7 – *Elytricum fertile*; 8– 10 – Salmon; 11, 12 – Селянка; 13, 14 – Ужинок; 15, 16 – один із біотипів сорту Віген**

успадкувався (табл. 4).

Отже, сорт Віген має алелі клейковинних білків, характерні для переважної більшості сортів Степу України із задовільною якістю і малопоширені (лише гліadini), і не має жодного алеля (*Gld1A10*, *Gld1B15*, *Gld1D5*, *Glu-A1(2\*)*, *Glu-B1(77+8)*), характерного для генотипів надсильної пшениці (Панна, Селянка, Куяльник, Зміна та ін.).

Попри це за технологічними якостями зерна сорт Віген перевершує показники відомих кращих сортів (Куяльник, Вікторія), «сила» борошна сягає 420 о.а. При цьому в окремі роки з надлишком опадів під час жнив сорт знижує показники якості менше, ніж представники надсильної пшениці.

Численні випробування сорту Віген після занесення його до Держреєстру

підтверджують його сталу високу врожайність (табл. 3), а за показниками якості хліба він залишається в групі сильних сортів. Скажімо, у найбільш повному сортовипробуванні 2016 р. він мав урожайність 70,6 ц/га. Сорти-стандарти Куяльник і Вікторія — 66,9 і 66,3 ц/га відповідно. «Сила» борошна сорту Віген становила 420 о.а. (сортів-стандартів — 530 та 340 о.а. відповідно).

Лінія 4517-06 від схрещування Одеська 267/ЧЕ1342-98//Одеська 267<sup>3</sup> не показала впродовж років дослідження істотних переваг над стандартами за комплексом агрономічних ознак. Залежно від погодних умов року вона була на 10–20 см нижча за батьківську форму Одеська 267 і залучена в подальші схрещування з рекурентним сортом Одеська 267 для створення ізогенної короткостеблової лінії.

## Висновки

Залучення у віддалену гібридизацію пшенично-елімусного амфіплоїда *Elytricum fertile* може бути результативним для селекції пшениці м'якої озимої. Від інтрогресивного схрещування за його участю отримано 2 високопродуктивні перспективні лінії, адаптовані до умов степу Півдня України. Одна з них успішно пройшла державне сортовипробування під назвою Віген. За комплексом господарсько-корисних ознак: урожайність, нечутливість до фотоперіоду,

морозо- і зимостійкість, стійкість до хвороб, технологічні якості зерна та інше сорт Віген має істотні переваги перед кращими сортами-стандартами. У 2014 р. його занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (заявка № 11007011). Другу лінію залучено в насичувальні схрещування з рекурентним сортом Одеська 267 з метою створення ізогенної короткостеблової лінії для генетичних досліджень.

## Бібліографія

1. Литвиненко М.А. Відділ селекції та насінництва пшениці в 100-річній історії інституту/М.А. Литвиненко//Зб. наук. праць СГІ — НЦНС, присвячений 100-літньому ювілею інституту. — Одеса, 2012. — С. 11–27.
2. Вержушкін С.М. Гібридизація пшениці с пшээрем/С.М. Вержушкін. — Саратов: Госиздат, 1935. — 38 с.
3. Peto P.H. Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. II. Cytology of the male parents and F<sub>1</sub> generation//P.H. Peto//Canad. J. Res. C. — 1936. — V. 14, № 5. — P. 203–214.
4. Синак Е.В. Источники устойчивости пшеницы и эгилопса к стеблевой ржавчине (возбудитель *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn)/Е.В. Синак, Г.В. Волкова, О.П. Митрофанова//Науч. журн. КубГАУ, 2011. — № 67 (03). — Режим доступу: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/23.pdf>.
5. Motsnyy I.I. Development of bread wheat-*Elymus sibiricus* substitution stocks as a result of crosses between tetraploid wheats and octoploid PWEA *Elytricum fertile*/I.I. Motsnyy, E.L. Procopovich//Genetic collections, isogenic and alloplasmic lines: Th. rep. Int. Conf. 30 July-3 August, 2001. — Novosibirsk, 2001. — P. 198–200.
6. Бабаянц О.В. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней/О.В. Бабаянц, Л.Т. Бабаянц. — Одесса: ВМВ, 2014. — 401 с.
7. Гаврилов С.В. Морозостійкість проростків

- генотипів озимої пшениці в паперових рулонах при різних дозах мінерального підживлення/С.В. Гаврилов//Зб. наук. пр. СГІ — НАЦ НАІС. — Одеса, 2002. — Вип. 2 (42). — С. 76–81.
8. Лифенко С.П. Інтрогресії в геномі пшениці м'якої від різних донорів — проблемний, але перспективний напрям селекції/С.П. Лифенко, Т.П. Нарган, М.Ю. Наконечний//Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. Ін-ту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. — Х., 2014. — Вип. 105. — С. 39–50.
9. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці/Ф.О. Попереля//Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: зб. наук. пр. СГІ. — Одеса, 1996. — С. 117–132.
10. Wheat storage proteins: their genetics and their potential for manipulation by plant breeding/P.I. Payne, L.M. Holt, E.A. Jackson, C.N. Law//Phil. Trans. R. Soc. Lond. — 1984. — V. 304. — P. 359–371.
11. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці/О.І. Рибалка, М.В. Червоніс, І.Г. Топораш та ін.//Хранение и переработка зерна. — 2006. — № 1 (79). — С. 43–48.
12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік. — К., 2016. — Режим доступу: [http://www.vet.gov.ua/sites/default/files/Reestr\\_22.02.16.pdf](http://www.vet.gov.ua/sites/default/files/Reestr_22.02.16.pdf)

Надійшла 23.03.2017.