

УДК 575.22:631.523.13:633.11

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕНОВ ГИБРИДНОГО НЕКРОЗА В ГЕНОТИПАХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*Triticum aestivum* L.) АНГЛИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

© В. А. Пухальский¹,*, А. М. Кудрявцев¹

¹Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, 119991 Россия

*e-mail: pukhalsk@vigg.ru

Поступила в редакцию 19.12.2023 г.

После доработки 09.01.2024 г.

Принята к публикации 12.01.2024 г.

Исследовано генетическое разнообразие 15 сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) английской селекции. Установлено, что из изучавшихся сортов 11 (73,3%) несут ген *Ne2* (генотип *ne1ne1Ne2Ne2*), а 4 сорта (26,7%) были свободны от генов гибридного некроза (генотип *ne1ne1ne2ne2*). Ген *Ne1* обнаружен не был. Сорта с геном *Ne2* различались по силе его аллелей. У четырех сортов установлен аллель средней силы – *Ne2^m* (*moderate*), а в генотипах семи сортов аллель промежуточной силы – *Ne2^{ms}* (*moderately strong*).

Ключевые слова: гены гибридного некроза, комплементарное взаимодействие генов, сила аллелей, озимая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.).

DOI: 10.31857/S0016675824050089 **EDN:** CJAHSV

Явление летальности первого гибридного поколения пшеницы впервые было описано в 1929 г. [1]. Позже было показано, что гибридный некроз вызывается комплементарным взаимодействием двух доминантных генов *Ne1* и *Ne2* [2–4]. При этом для гена *Ne1* описано три аллеля, а для гена *Ne2* – пять. Установлена видовая специфичность генов гибридного некроза и специфика их распространения в различных регионах земного шара. При этом выявлено определенное влияние селекции на распространение и соотношение генов гибридного некроза в генотипах озимой и яровой мягкой пшеницы различных стран [5, 6]. В целом же не произошло полного исчезновения этих генов из селекционных популяций пшеницы. В связи с этим остается важным изучение некрозных генотипов селекционных сортов для обоснования программ селекции и подбора исходного селекционного материала [6].

Нами было проведено исследование генотипов 15 современных сортов озимой мягкой пшеницы английской селекции на предмет отягощенности их генотипов генами гибридного некроза. В качестве тестеров использовали сорта яровой мягкой пшеницы Marqillo (генотип *Ne1^sNe1sne2ne2*) и Балаганка (генотип *ne1ne1Ne2^sNe2s*). Семена сортов озимой пшеницы из коллекции академика А.А. Созинова перед посевом были подвергнуты

яровизации. Скрещивание с тестерами проводили твел-методом в полевых условиях. Некроз выявляли на разных стадиях онтогенеза растений F₁ и F₂ в полевых условиях, используя критерии, описанные в [7, 8]. Полученные результаты приведены в табл. 1. Установлено, что из изучавшихся сортов 11 (73,3%) несли ген *Ne2* (генотип *ne1ne1Ne2Ne2*), а 4 сорта (26,7%) были свободны от генов гибридного некроза (генотип *ne1ne1ne2ne2*). Сорт с геном *Ne1* (генотип *Ne1Ne1ne2ne2*) не выявлено. Изучавшиеся сорта генотипа *ne1ne1Ne2Ne2* различались по силе аллелей гена *Ne2*. Так, в генотипах сортов Avilon, Armada, Calahad и Norman установлен аллель средней силы *Ne2^m* (*moderate*), а в генотипах сортов Aqila, Brigand, Hustler, Longbow, Maris-Huntsman, Fenman и Stetson аллель промежуточной силы *Ne2^{ms}* (*moderately strong*).

Полученные в настоящем исследовании данные по соотношению некрозных генотипов озимых пшениц английской селекции хорошо согласуются с полученными ранее данными по генотипам озимых сортов России, Индии, и других стран [9–11]. При этом высокий процент аллеля *Ne2* гена гибридного некроза в генотипах современных сортов озимой мягкой пшеницы обусловлен сцеплением этого гена с генами устойчивости к фитопатогенам, а также с генами ряда хозяйственно-ценных признаков [12–15]. Эти данные в определенной

Таблица 1. Генотипы по генам гибридного некроза английских сортов озимой мягкой пшеницы

№	Сорт	Родословная	Год включения в производство	Некрозный генотип
1	AVILON	Maris–Ploughman/Bilbo	1980	<i>ne1Ne2ⁿ</i>
2	AQILA	Tadorna/Carstens-854	1972	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
3	ARMADA	TR–118//Perdix//Hybride-46/4/Capelle-desperetz/Champlein/3/Viking/Tetrix//Tetrix/Jubilegem	1978	<i>ne1Ne2ⁿ</i>
4	BRIGAND	Maris–Huntsman/Maris-Bilbo	1979	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
5	BOUNTY	?	?	<i>ne1ne2</i>
6	FLANDERS	Champlein/FD–2816–348	1949	<i>ne1ne2</i>
7	CALAHAD	?	?	<i>ne1Ne2ⁿ</i>
8	HUSTLER	Maris–Huntsman/Maris–Durin	1978	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
9	LONGBOW	TJB–268-175/Hobbit	1980	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
10	MARIS HUNTSMAN	Cappelle*4/Hybrid-46, GBR//2*Professor Marshal	1980	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
11	NORMAN	TJB–268-175/(SIB)Hobbit	1981	<i>ne1Ne2ⁿ</i>
12	RAPIER	Maris–Ranger/Mayo-64/Chile 8923/3/Maris-Beacon	1981	<i>ne1ne2</i>
13	FENMAN	TJB–268-175/(SIB)Hobbit	1978	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
14	STETSON	TR–226/Lincoln/Benno	1981	<i>ne1Ne2^{ms}</i>
15	VIRTNE	?	?	<i>ne1ne2</i>

степени обосновывают факт сохранения и распространения генотипов пшеницы *ne1ne1Ne2Ne2* в селекционных программах и в популяциях селекционных сортов пшеницы в качестве генетического груза на протяжении почти 100 лет. Однако остается непонятным сохранение в генотипах сортов пшеницы ряда регионов мира гена *Ne1*, это требует дальнейшего изучения.

Авторы выражают искреннюю благодарность М.П. Слезиной за помощь при оформлении данной рукописи в печать.

Работа выполнена при бюджетном финансировании.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием в качестве объектов животных.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием в качестве объектов людей.

Авторы заявляют, что у них нет конфликтов интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Декапрелевич Л.Л.* О нежизнеспособном потомстве при скрещивании пшениц // Список докладов и тезисы Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству, Ленинград, 10-16 янв. 1929 г. Л.: Изд. Орг. бюро Съезда, 1929. Л.: 1929.
2. *Костюченко И.А.* Явление преждевременной гибели гибридов при скрещивании пшениц // Социалистическое растениеводство. 1936. № 19. С. 127–136.

3. *Hermesen J.G.T.* The genetic basis of hybrid necrosis in wheat. *Genetica (The Netherlands)* // 1963a. V. 12. P. 245–287
4. Пухальский В.А. Материалы к изучению генов некроза в роде *Triticum* L. // *Генетика*. 1996. Т. 32. № 4. С. 541–543.
5. *Zeven A.C.* Geographical distribution of genes of hybrid necrosis in wheat // *Euphytica*. 1966. V. 15. № 3. P. 281–284.
6. Пухальский В.А., Мартынов С.П., Добротворская Т.В. Гены гибридного некроза пшениц (Теория вопроса и каталог носителей летальных генов). М.: Изд-во ТСХА. 2002. 315 с.
7. *Hermesen J.G.T.* Quantitative investigations on progressive necrosis in wheat hybrids // *Euphytica*. 1960. V. 9. № 1. P. 141 – 172.
8. *Hermesen J.G.T.* Hybrid necrosis as a problem for the wheat breeder // *Euphytica*. 1963b. V. 12. P. 1–16.
9. *Singh S., Channadhary H.K., Sethi G.S.* Distribution and allelic expressivity of genes for hybrid necrosis in some elite winter and spring wheat ecotypes // *Euphytica*. 2000. V. 112. P. 95–100.
10. Пухальский В.А., Билинская Е.Н., Кудрявцев А.М. Мониторинг отягощенности геномов сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) генами гибридного некроза // *Генетика*. 2018. Т. 54. № 12. С. 1466–1472.
<https://doi.org/10.1134/S0016675818120123>
11. *Bomblies K., Weigel D.* Hybrid necrosis: Autoimmunity as a potential gene – flow barrier in plant species // *Nat. Rev. Genet.* 2007. V. 1. P. 2–12.
12. *McIntosh R.A., Wellings C.R., Park R.F.* Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes. Melbourne: CSIRO Publications, 1995. 226 p.
13. Михайлова Л.А. Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине // Идентифицированный генофонд растений и селекция. 2005. СПб.: ВИР, С. 513–526.
14. Рункина Л.А. О возможной связи генов гибридного некроза с генами, контролирующими другие селекционно – ценные признаки // *Бюлл. ВИР*. 1991. Вып. 210. С. 24–26.
15. *Morris R.* Chromosomal location of genes for wheat characters by *chromosomes* // *Ann. Wheat Newsletter (Kansas)*. 1959. V. 6. P. 45–49.

Distribution of Hybrid Necrosis Genes in Genotypes of Winter Soft wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars of English Selection

V. A. Pukhalskij^{1, *}, A. M. Kudryavtsev¹

¹*Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991 Russia*

**e-mail: pukhalsk@vigg.ru*

The genetic diversity of 15 cultivars of winter soft wheat of English selection has been studied. It was found that 11 (73.3%) of the cultivars studied carried the *Ne2* gene (genotype *ne1ne1Ne2Ne2*), and four cultivars (26.7%) were free of hybrid necrosis genes (genotype *ne1ne1ne2ne2*). The *Ne1* gene was not detected. Cultivars with the *Ne2* gene differed in allele strength. *Moderate* (*m*) allele was identified in four cultivars, and *moderately strong* (*ms*) allele was identified in the genotypes of seven cultivars.

Keywords: hybrid necrosis genes, complementary gene interaction, allele strength, winter soft wheat (*Triticum aestivum* L.).