

УДК 581.19:582.542.1 (477.75+470.56)

В. И. Авдеев
А. Ж. Саудабаева
Л. Э. Рыфф
М. Г. Мамадюсфова

Белки-проламины ряда древних дикорастущих злаков

В статье приводятся новые данные по проламиновым спектрам запасных белков семян ранее неизученных дикорастущих видов и популяций злаков (*Poaceae Barnh.*) следующих триб: *Triticeae*, *Bromeae*.
Ключевые слова: Приуралье, Крым, юг Средней Азии, проламины древних злаков.

Проламины, запасные белки семян, дикорастущих злаков изучены крайне слабо. В последние годы их изучение продолжено в Оренбургском государственном аграрном университете на видах, растущих в Оренбуржье (Приуралье), Крыму, на юге Средней Азии (Таджикистан). Данные по Оренбуржью, отчасти по Крыму обобщены в монографии [1].

Электрофоретическое исследование проламинов вели по международной методике, разработанной во ВНИИР им. Н. И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). В качестве молекулярного метчика использовали проламины культивируемой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) сорта Мироновская 808. Данные по проламинам видов эгилопса (*Aegilops L.*), изученным в Таджикистане [2], преобразованы по указанной методике. Названия таксонов злаков приводили по Н. Н. Цвелеву [3]. В таблицах 1 и 2 содержатся новые данные, виды же, которые изучали ранее, учитывая изменчивость проламиновых спектров по годам [4—6], повторены в 2014 г. Рассмотрим проламиновые формулы по отдельным видам злаков.

У видов эгилопса эти формулы, несмотря на разнообразие по его видам, типичны для пшеницевых. Больше различий есть у эгилопсов в α -зоне, меньше — в слабоинтенсивной γ -зоне, а в ω -зоне компоненты слабой интенсивности находятся в верхней ее части, отчего их иногда не учитывают. Однако ведь там находятся компоненты $\omega 89$, кодируемые сцепленными генами короткого плеча первой хромосомы 1D [7]. У видов эгилопса из Крыма, Таджикистана в α -зоне содержится компонент 4 разной интенсивности (табл. 1), которого часто нет у эгилопсов в ряде изученных районов Ближнего Востока [7].

Таблица 1

Формулы проламинов у дикорастущих видов злаков трибы пшеницевых — *Triticeae Dum.*
 (курсив — компоненты слабой, обычным шрифтом — средней, жирным шрифтом — сильной интенсивности [6])

Названия и позиции полипептидов в электрофоретическом проламиновом спектре				
БП	α -полипептиды	β -полипептиды	γ -полипептиды	ω -полипептиды
1	2	3	4	5
Подтриба пшеницевые — <i>Triticinae Trin. ex Griseb.</i>				
Эгилопс цилиндрический — <i>Aegilops cylindrica Host.</i> , Крым, близ г. Ялта, 2013 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 3 ₄ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 3 ₄ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Эгилопс двухдвоймовый — <i>Aegilops biuncialis Vis.</i> , близ г. Ялта, 2013 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 3 ₄ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂

© Авдеев В. И., Саудабаева А. Ж., Рыфф Л. Э., Мамадюсфова М. Г., 2015

Продолжение таблицы 1

Названия и позиции полипептидов в электрофоретическом проламиновом спектре				
БП	α-полипептиды	β-полипептиды	γ-полипептиды	ω-полипептиды
1	2	3	4	5
Эгилопс — гибрид между названными выше видами, близ г. Ялта, 2013 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Эгилопс цилиндрический, Таджикистан, 2012 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Эгилопс толстый — <i>Aegilops crassa</i> Boiss., Таджикистан, 2012 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Эгилопс Тауша — <i>Aegilops tauschii</i> ssp. <i>tauschii</i> , Таджикистан, 2012 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Эгилопс трехдюймовый — <i>Aegilops triuncialis</i> ssp. <i>triuncialis</i> , Таджикистан, 2012 г.				
	456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Пырей удлиненный — <i>Elytrigia elongata</i> (Host.) Nevski, близ г. Ялта, 2013 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Пырей узловатый — <i>Elytrigia caespitosa</i> ssp. <i>nodosa</i> (Nevski) Tzvel., Крым, близ пос. Партенит (первый спектр), близ пос. Гурзуф (второй спектр), 2013 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Пырей ползучий — <i>Agropyron repens</i> ssp. <i>repens</i> , г. Оренбург, 2014 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Пырей скифский — <i>Elytrigia geniculata</i> ssp. <i>scythica</i> (Nevski) Tzvel., близ г. Ялта, 2013 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	4 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Житняк восточный — <i>Agropyron orientale</i> (L.) Roem. et Schult., близ г. Ялта, 2013 г.				
	246 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Житняк пустынный — <i>Agropyron desertorum</i> (Fisch. ex Link) Schult., Оренбург, 2014 г.				
	23456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Житняк гребенчатый — <i>Agropyron cristatum</i> ssp. <i>cristatum</i> , Оренбург, 2014 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Житняк гребневидный — <i>Agropyron cristatum</i> ssp. <i>pectinatum</i> (Bieb.) Tzvel., Оренбург, 2014 г.				
	23456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Подтриба ячменевоы — <i>Hordeinae</i> Dum.				
Ячмень мышиный — <i>Hordeum murinum</i> L. s.l., близ г. Ялта (пос. Гурзуф, пос. Никита), 2013 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Ячмень луковичный — <i>Hordeum bulbosum</i> L., близ г. Ялта, 2013 г.				
	2456 ₁ 7 ₁	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂

Используя данные таблицы 1, можно оценить изменчивость по годам (нестабильность) проламиновых спектров у пшеницевых злаков. В типичный 2013 г. спектры пырея ползучего имели только слабые компоненты и у них не отмечено слабого компонента α2

и среднего компонента β_2 [4] в отличие от прохладного 2014 г., где часть компонентов оказалась средней и сильной интенсивности. У житняка пустынного за оба года выявлены 23 компонента, но в 2013 г. не проявились компоненты слабый ω_{10_2} , яркий γ_{2_3} , зато в 2014 г. исчезли β_{4_1} и α_1 . У житняка гребенчатого в 2013 г. не найдено компонентов γ_5 и β_{5_2} , однако обнаружен компонент β_{4_1} . У житняка гребневидного в 2014 г. все компоненты были слабой интенсивности и появились компоненты ω_{10_2} , γ_{2_2} , исчезли также известные компоненты β_{4_1} и α_1 . Из полученных данных видно, что изменения интенсивности одних и тех же компонентов наблюдаются даже в соседних популяциях злаков, например у пырея узловатого, ячменя мышиного в Крыму. В итоге у названных видов величина нестабильности проламиновых спектров оценивается в среднем в 10%.

Для сравнения отметим, что у мортука пшеничного [*Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski] из г. Оренбурга величина нестабильности спектров выше в 4,5 раза; у него в 2014 г. появились новые компоненты ω_2 , $\gamma_{4_2,5}$, $\beta_{3_1,4,5_2}$ и α_5 [5]. Из этих же данных следует, что виды эгилопса, житняка, пырея, ячменя имеют наиболее близкий состав спектров проламинов (см. табл. 1).

Различия между соседними популяциями характерны и для изученных видов трибы костровых (табл. 2). Так, у костра растопыренного в 2013 г. близ пос. Гурзуф [5] отмечены 24 компонента, среди них являются уникальными компоненты ω_{10_1} , β_{4_1} , но рядом, в окрестностях г. Ялта (пос. Никита), в том же году выявлены 23 компонента, в их составе редкий компонент α_3 . В 2014 г. у того же вида в г. Оренбурге имелись те же 24 компонента, различия состояли в их интенсивности [5]. Нестабильность спектров у этого вида можно оценить в среднем в 6%. У костра полевого из г. Оренбурга в 2014 г. спектр был немного иным, выявлен, в частности, компонент β_{4_1} , встречающийся по годам у костра растопыренного, произрастающего в Приуралье и Крыму. У неравноцветника кровельного в 2013 г. соотношения по названным популяциям были теми же, но близ пос. Гурзуф отмечены уникальные компоненты γ_{14_3} , а в пос. Никита — все тот же компонент α_3 (см. табл. 2).

Таблица 2

Формулы проламинов у дикорастущих видов злаков трибы костровых — *Bromeae Dum.*

Названия и позиции полипептидов в электрофоретическом проламиновом спектре				
БП	α -полипептиды	β -полипептиды	γ -полипептиды	ω -полипептиды
Костер растопыренный — <i>Bromus squarrosus L.</i> , Крым, близ г. Ялта, 2013 г.				
	23456 _{1,7}	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Костер полевой — <i>Bromus arvensis L.</i> , г. Оренбург, 2014 г.				
	2456 _{1,7}	23 ₂ 4 ₁ 4 ₂	2 ₂ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂
Неравноцветник кровельный — <i>Anisantha tectorum (L.) Nevski</i> , близ г. Ялта, 2013 г.				
	23456 _{1,7}	23 ₂ 4 ₂ 5 ₂	2 ₂ 2 ₃ 34 ₂ 5	24 ₂ 6 ₂ 6 ₃ 8 ₁ 9 ₁ 9 ₃ 10 ₂

Из приведенных сведений следует вывод, что экологические различия, возникающие вследствие метеоусловий года, почвенных разностей и т.п., действуют не менее, чем различия, возникающие из-за географической (а следовательно, экологической) изоляции популяций одноименного вида растения. Можно сказать, что на огромном отрезке ареала, по крайней мере от Крыма (юг Европы) и до Приуралья (центр Евразии), изученные виды, возникшие многие миллионы лет назад, имевшие сложную историю [1, 8], очень близки по белкам-проламинам. Эта близость, очевидно, обусловлена не только лишь тем, что эти растения имеют общее происхождение, но и тем, что именно такой состав проламинов обеспечивает в разных условиях среды выживание видов.

Список использованной литературы

1. Авдеев В. И. Основы современного анализа степного флорогенеза. Оренбург : Издат. центр ОГАУ, 2015. 185 с.
2. Мамадьюсупова М. Г. Особенности биохимических показателей у пшеницы и ее диких сородичей, произрастающих в разных зонах Таджикистана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Душанбе, 2014. 22 с.
3. Цвелев Н. Н. Злаки СССР. Л. : Наука, 1976. 788 с.
4. Авдеев В. И., Саудабаева А. Ж. Белковые маркеры дикорастущих злаков Оренбуржья и проблемы биосистематики [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2014. № 1. С. 7—11. URL: http://vestospu.ru/archive/2014/articles/2_9_2014.pdf.
5. Авдеев В. И., Саудабаева А. Ж. Новые данные по белковым маркерам ряда дикорастущих видов злаков Крыма и Приуралья [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2014. № 3. С. 9—14. URL: http://vestospu.ru/archive/2014/articles/2_11_2014.pdf.
6. Авдеев В. И., Саудабаева А. Ж., Красавин В. Д. Состав проламинов у ряда культивируемых злаков Оренбуржья и проблемы белкового маркирования // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 5. С. 25—29.
7. Конарев В. Г., Гаврилюк И. П., Губарева Н. К., Конарев А. В., Пенева Т. И., Хакимова А. Г. Геномный анализ пшеницы и родственных ей злаков // Теоретические основы селекции. М. : Колос, 1993. Т. 1. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. С. 95—136.
8. Авдеев В. И. Молекулярно-биологические аспекты ареаловедения видов злаков подтрибы пшеницевых [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 2. С. 1—8. URL: http://vestospu.ru/archive/2013/articles/avdeev_2013_2.pdf.

Поступила в редакцию 08.05.2015 г.

Авдеев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Оренбургский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: avdeev_vl_iv@mail.ru

Саудабаева Алия Жонисовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник
Оренбургский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: aleka_87@bk.ru

Рыфф Любовь Эдуардовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Никитский ботанический сад — Национальный научный центр
Российская Федерация, 298648, Республика Крым, г. Ялта, пос. Никита
E-mail: ryffjub@ukr.net; herbarium47@mail.ru

Мамадьюсупова Мону Гуломайдаровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан
Республика Таджикистан, 734017, Душанбе, ул. Каримова, 27
E-mail: mmeny@mail.ru; lab.gen@mail.ru

UDC 581.19:582.542.1 (477.75+470.56)

V. I. Avdeev

A. Z. Saudabaeva

L. E. Ryff

M. G. Mamadyusfova

Prolamines of ancient wild grass

The article displays new data on reserve proteins prolamine spectrum of seeds of the previously unstudied wild grass and gramineous plants' populations (*Poaceae Barnh.*) of the following tribes: *Triticeae*, *Bromeae*.

Key words: the CisUrals, the Crimea, southern Middle Asia, prolamines of ancient gramineous plants.

Avdeev Vladimir Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Orenburg State Agrarian University
Russian Federation, 460014, Orenburg, ul. Chelyuskintsev 18
E-mail: avdeev_vl_iv@mail.ru

Saudabayeva Aliya Zhonysovna, Candidate of Biological Sciences, Research Associate
Orenburg State Agrarian University
Russian Federation, 460014, Orenburg, ul. Chelyuskintsev 18
E-mail: aleka_87@bk.ru

Ryff Lyubov Eduardovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Nikita Botanical Garden — National Scientific Center
Russian Federation, 298648, Republic of Crimea, Yalta, pos. Nikita
E-mail: ryffjub@ukr.net; herbarium47@mail.ru

Mamadyusfova Menou Gulomaydarovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan
Republic of Tajikistan, 734017, Dushanbe, ul. Karamova 27
E-mail: mmeny@mail.ru; lab.gen@mail.ru