

# Разнообразие яровых гексаплоидных тритикале по времени наступления фаз развития в условиях Приобья Западной Сибири

М.В. Емцева , П.И. Стёпочкин

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирская область, пос. Краснообск, Россия

В условиях открытого грунта, в двух повторностях с интервалом посева в 18 дней, изучено время наступления фаз развития 78 коллекционных образцов яровых гексаплоидных тритикале из мировой коллекции ВИР. Число дней от всходов до колошения образцов тритикале в посеве первого срока составило 31–49 дней, в посеве второго срока – от 30 до 52. Образцы тритикале из Аргентины, Португалии, Восточной Европы, Польши, Беларуси, Украины выколашивались в интервале средних значений (34–40 дней). Тритикале M2A/Cin из Эфиопии была относительно раннеспелой. Позднеспелыми были тритикале из Замбии, Бразилии, Северной Америки. Среди образцов тритикале Мексики, Дагестана и России встречались как ранне-, так и позднеспелые. Большинство тритикале (82 %) в посеве второго срока выколашивалось на 1–9 дней скорее, чем в посеве первого срока, что происходило, вероятно, за счет сокращения у 87 % образцов на 1–7 дней периода «всходы – первый узел». При удлинении периода «всходы – первый узел» у тритикале, изученных в данной работе, так же, как и у пшеницы, увеличивалась продолжительность вегетационного периода. Продолжительность межфазного периода «колошение – созревание» у этих образцов при этом увеличивалась, в то время как у пшеницы наблюдалось ее сокращение. Изученные образцы гексаплоидных тритикале обладали различными временем наступления фаз развития и реакцией на два срока сева, что указывает на их возможное использование в регионах с разной длиной светового дня.

Ключевые слова: образцы гексаплоидной тритикале; фаза развития; межфазный период; срок сева.

## КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Емцева М.В., Стёпочкин П.И. Разнообразие яровых гексаплоидных тритикале по времени наступления фаз развития в условиях Приобья Западной Сибири. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016;20(3):295-302. DOI 10.18699/VJ16.129

## HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Emtseva M.V., Stepochkin P.I. The diversity of spring hexaploid triticales, differing on the time of the onset of developmental phases under conditions of near Ob region of Western Siberia. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii – Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016;20(3):295-302. DOI 10.18699/VJ16.129

УДК 633.113.9:631.527(571.1)  
Поступила в редакцию 11.03.2015 г.  
Принята к публикации 14.04.2015 г.  
© АВТОРЫ, 2016

 e-mail: emtseva@bionet.nsc.ru

## The diversity of spring hexaploid triticales, differing on the time of the onset of developmental phases under conditions of near Ob region of Western Siberia

M.V. Emtseva , P.I. Stepochkin

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The time of the onset of developmental phases of 78 spring hexaploid triticales samples from the world collection of N.I. Vavilov Institute of Plant Industry is studied under natural conditions, in two replicates with a 18-day interval between two dates of sowing. The number of days from the date of sowing up to the date of heading of triticales samples at the I term sowing was from 31 to 49, and at the II term sowing, from 30 to 52. Samples from Argentina, Portugal, Eastern Europe, Poland, Belarus, and Ukraine headed within the interval of mean values (34–40 days). Triticale M2A/Cin from Ethiopia was relatively early ripening. Late ripening were the samples from Zambia, Brazil, North America. Among triticales from Mexico, Dagestan and Russia both early and late ripening forms occurred. Most samples (82 %) at the II term sowing headed 1–9 days earlier than at the I term sowing, which was probably due to a shortening of the period «shoots – the first node» by 1–7 days in 87 % of samples. After lengthening this period, in the triticales studied in the present work, as in wheat, the length of vegetation period increased. The length of the interphase period «heading – ripening» in these samples increased, while in wheat some authors noticed its shortening. Hexaploid triticales samples studied had different times of the onset of developmental phases and response to different terms of sowing, which means their possible use in regions with different daylength.

Key words: hexaploid triticales samples; developmental phase; interphase period; term of sowing.

Тритикале ( $\times$  *Triticosecale* Wittmack), или пшенично-рожаной амфилоид (ПРА), – культура, полученная путем скрещивания гексаплоидной или тетраплоидной пшеницы (*Triticum* spp.) с рожью (*Secale* spp.) и последующего удвоения числа хромосом. Тритикале – более позднеспелая, чем родительские формы, пшеница и рожь. Одной из причин этого является закономерное увеличение длины вегетационного периода полиплоидов с повышением уровня пloidности (Müntzing, 1936; Бреславец, 1963). Так, октоплоидные тритикале – самые позднеспелые гексаплоидные тритикале по длительности периода до колошения занимают промежуточное положение между пшеницей и октоплоидными тритикале (Rosenstiel, Mittelstenschaid, 1943; Каминская и др., 2005; Стёпочкин, 2009 и др.), а гибриды  $F_1$  между пшеницей и рожью характеризуются ускоренным, по сравнению с пшеницей, развитием (Oehler, 1931; Priadencu et al., 1970). Вегетационный период у гибридов  $F_1$  сокращается за счет межфазного периода «всходы – колошение», реже – за счет периода «колошение – созревание» (Сечняк, Сулима, 1984).

По некоторым данным, тритикале обладает более быстрыми, чем пшеница, ростом и накоплением сухого вещества в первые 30 дней (Жилкина, 1968; Ригин, Орлова, 1977). Сообщается также, что рожь характеризуется самой высокой скоростью роста и формирования апекса, а тритикале по этому показателю ближе к ржи, чем к пшенице (Petr, Hradecká, 2005). Однако некоторые биологические процессы у растений ПРА более продолжительны, что объясняется влиянием генома ржи (Куркиев, 1975), а также их гибридной природой (Махалин, 1992). В частности, у тритикале, по сравнению с пшеницей, замедлены такие эмбриологические процессы, как прорастание пыльцы (Махалин, 1992), оплодотворение яйцеклетки, центральной клетки зародышевого мешка, клеткообразование в эндосперме, рост зародыша (Фёдорова, 1964; Батыгина, 1974). Характерным для тритикале является то, что фазы колошения, цветения и созревания у нее наступают позднее и длятся дольше, чем у пшеницы. Фазы колошения и цветения (VIII и IX этапы органогенеза) у тритикале наступают на 3–16 дней позднее, чем у пшеницы и ржи (Стёпочкин, 2008; Алфёрова, Нагирняк, 2012), и длятся 5–8 дней, в то время как у пшеницы – 2–3 дня (Шулындин, 1981). Созревание у тритикале наступает на 3–20 дней позже, чем у родительских видов (Махалин, 1992; Стёпочкин, 2008), и длится в среднем на 1–5 дней дольше, чем у пшеницы (Куркиев, 1975). По данным Т.Н. Фёдоровой (1983), фаза тестообразной спелости у тритикале может быть до 3 нед, в то время как у пшеницы эта фаза длится 4–8 дней (Растениеводство, 2001).

Позднеспелость тритикале является одним из недостатков: из-за позднего выколашивания в северных районах полноценный налив и созревание зерна у этой культуры не успевают завершиться до начала осенних холодов, а в южных районах проходят в условиях жаркой и сухой погоды, вследствие чего зерно тритикале, и без того щуплое, становится еще более щуплым (Сечняк, Сулима, 1994). Однако позднеспелость тритикале может иметь применение у кормовых сортов: благодаря более позднему, чем у ржи, выколашиванию, ПРА удобно использовать

в зеленом конвейере до поспевания многолетних трав (Ригин, Орлова, 1977).

Некоторые авторы считают, что тритикале с коротким периодом от всходов до колошения характеризуются высокой фертильностью колоса и большой массой 1000 зерен (Ukalska, Kosiuba, 2013), по мнению других, у раннеспелых тритикале увеличивается количество белка, но это происходит за счет сморщенности зерна (Kosiuba, Kramek, 2014). Различия по продолжительности периода от всходов до колошения у озимых сортов тритикале больше (до 40 дней), чем у яровых (до 30 дней) (Kosiuba, 1992). Признаки «число дней от всходов до колошения» и «число дней от всходов до цветения» у тритикале имеют очень высокую наследуемость ( $> 0,8$ ), как и «число дней от всходов до уборки» ( $> 0,5$ ) (Lamadji et al., 1995).

Решить проблему позднеспелости тритикале можно с использованием коллекционного материала, содержащего гены раннеспелости. Кроме того, известно, что раннеспелость тритикале зависит от наличия этого признака у пшеницы: тритикале, созданные с использованием раннеспелого сорта пшеницы, также обладают более коротким периодом вегетации (Ригин, Орлова, 1977).

Изучение и создание яровых тритикале может быть перспективным в тех районах Сибири, где суровые зимние условия не позволяют возделывать озимые культуры.

Цель работы – исследовать разнообразие образцов яровой гексаплоидной тритикале из разных стран мира по времени наступления фаз развития. Были поставлены следующие задачи:

1. Изучить распределение образцов тритикале различного происхождения по продолжительности периода «всходы – колошение» в зависимости от срока посева и эколого-географической принадлежности.
2. Изучить динамику изменений продолжительности периода «всходы – колошение» образцов тритикале в зависимости от срока посева.
3. Провести сравнительный анализ изменения продолжительности межфазных периодов образцов тритикале в зависимости от срока посева.
4. Проанализировать зависимость изменения продолжительности межфазных периодов и вегетационного периода образцов тритикале от продолжительности периода «всходы – первый узел».

## Материалы и методы

Материалом исследования служили 78 яровых гексаплоидных тритикале из коллекционных образцов ВИР (Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, г. Санкт-Петербург) (табл. 1).

Семена образцов тритикале высевали в два срока с интервалом в 18 дней: посев первого срока – 16.05.2014 г., посев второго – 2.06.2014 г., на участке в открытом грунте с искусственным поливом. Почва на местах высева была торфяная с примесью выщелоченного чернозема в соотношении 50 : 50 %. В рядах площадью 0,2 м<sup>2</sup> высевали по 80 семян каждого образца. Расположение делянок было рандомизировано. Растения, взшедшие из семян, выращивали с мая до начала октября 2014 г. Температура воздуха в течение вегетационного периода была равна средней для данной местности за 2014 г. или превышала ее на 1–2 °С.

**Таблица 1.** Исследованные образцы тритикале, их происхождение и характеристика по продолжительности периода «всходы – колошение» в зависимости от сроков посева

№ по каталогу	Название образца	Происхождение	Число дней от всходов до колошения		Разница по числу дней до колошения между посевами первого и второго сроков
			Посев первого срока	Посев второго срока	
k-3745	Скорый	Ленинградская область	33	30	3
k-3745	Скорый	Ленинградская область	31	32	-1
k-3112	СПТГ1-2	Ленинградская область	42	43	-1
k-3907	ЗГ-186	Ленинградская область	37	34	3
	F <sub>6</sub> , Сирс 57×Сокол	Новосибирск	44	44	0
	F <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> <sup>1</sup> 8x Vrn-A1×S <sub>2</sub> <sup>2</sup> Сирс 57/2/4	Сибирь	43	44	-1
	S <sub>5</sub> , Сирс 57/3	Сибирь	49	42	7
	F <sub>5</sub> , Сирс 57×Укро	Сибирь	43	52	-9
k-3644	Укро	Россия, Украина	36	33	3
	ПРАГ 333	Дагестан	37	35	2
	ПРАГ 502	Дагестан	46	46	0
k-3827	ПРАГ 503	Дагестан	35	33	2
	ПРАГ 506	Дагестан	39	46	-7
k-3820	ПРАГ 511	Дагестан	43	34	9
k-3834	ПРАГ Д525	Дагестан	42	42	0
k-3871	Жайворонок Харьківский	Украина	37	36	1
k-3895	Ярило	Украина	38	36	2
k-3872	Хлібодар Харьківский	Украина	39	34	5
k-3873	Соловей Харьківский	Украина	37	35	2
k-3874	Арсенал	Украина	34	34	0
k-3890	Мыкола	Украина	36	34	2
	Харьків ABIAC	Украина	37	37	0
	ЯТХ 42	Украина	38	35	3
k-3887	Ульяна	Беларусь	39	35	4
k-3888	Узор	Беларусь	37	35	2
k-3889	Лотос	Беларусь	39	37	2
k-3722	Gabo	Польша	37	34	3
k-3723	Wanad	Польша	36	32	4
k-3724	Kargo	Польша	37	33	4
k-3725	Miesrka	Польша	39	35	4
	Jago	Восточная Европа	39	36	3
	Maja	Восточная Европа	39	37	2
	Ac Certa	Северная Америка	40	35	5
k-3634	Ac Frank	Северная Америка (Канада)	43	37	6
k-1072	M2A/Cin	Эфиопия	34	33	1
k-3276	M2A - Cnl	Замбия	41	40	1
k-3537	EMBRARA 18	Бразилия	43	36	7
k-3335	Arriado	Португалия	37	37	0
k-3744	279 A/01	Португалия	38	39	-1
k-3532	Sandro	Аргентина	40	37	3

**Окончание таблицы 1**

№ по каталогу	Название образца	Происхождение	Число дней от всходов до колошения		Разница по числу дней до колошения между посевами первого и второго сроков
			Посев первого срока	Посев второго срока	
k-3533	Sh1/Senst × Hurlan	Аргентина	37	34	3
k-3535	SuSi2	Аргентина	38	36	2
k-2321	Panda "S" Octo Bulk Bush	Мексика	39	38	1
k-3498	PCHa Trl 216	Мексика	39	33	6
k-3499	PCHa Trl 238	Мексика	34	33	1
k-3500	PCHa Trl 170	Мексика	37	37	0
k-3683	Faca	Мексика	37	34	3
k-3720	Fahad 5	Мексика	37	33	4
k-3721	Kissa	Мексика	38	36	2
k-3878	Fahad 8-2*2//PTR...	Мексика	34	32	2
k-3880	Eriso 12/2*Nimir 3//Rondo	Мексика	38	30	8
k-3881	Dahbi 6/3 Ardi 1/Topo 1419/...	Мексика	39	36	3
k-3882	POP-WG	Мексика	33	32	1
k-3883	Presto//2*Tesmo 1...	Мексика	31	30	1
k-3884	Anoas 5/Faras 1...	Мексика	36	33	3
k-3885	Fahad 4/ Faras 1...	Мексика	38	34	4
k-3886	Dahbi/3/Fahad8-2...	Мексика	38	35	3
k-3879	Ardi/Topo 1419	Мексика	37	34	3
k-3877	Pollmer_2.1.1.	Мексика (CIMMYT)	39	36	3
k-3877	Pollmer_2.1.1.	Мексика (CIMMYT)	37	33	4
	Rhino 1Rs.1DI 3384/2*Vicuna-4	Мексика (CIMMYT)	40	36	4
	Anoas_3Tatu_4//Susi_2	Мексика (CIMMYT)	39	38	1
	Buf_4//Jlo97/Civet/3/Lamb_1//Ren/Yogui_1/4/...	Мексика (CIMMYT)	40	39	1
	Chd 33385/Vicuna_4/3/Arde_1/Topo 1419//...	Мексика (CIMMYT)	39	36	3
	Erizo_11*2/Bau//2*Walrus_1_1	Мексика (CIMMYT)	39	35	4
	Pollmer_3/3/Rondo/Bant5//Anoas_2	Мексика (CIMMYT)	38	35	3
	Vicuna_4/3/Z9/Zebra 31//Asad	Мексика (CIMMYT)	42	41	1
	Chd 3385/Vicuna_4/3/Ardi 1/Topo 1419//...	Мексика (CIMMYT)	39	36	3
	Cmh 77A.1024/2*Yogui_1//Civet#2/3/Jlo97/...	Мексика (CIMMYT)	40	37	3
	Jle 83T 12/5/Тapir/Yogui_1//2*Musx/3/...	Мексика (CIMMYT)	38	35	3
	Passi_8/Eriso_8//Pollmer_4	Мексика (CIMMYT)	37	35	2
	Musk/Lynx//Stier_12_3/3/Peura_3/4/Asno/3/...	Мексика (CIMMYT)	39	39	0
	Bull_10/Manati_1/3/Elk 54/Buf_2//Nimir_3	Мексика (CIMMYT)	38	35	3
	Faras_2//Sika 26/Hare_337/3/Fahad_8_2*2//...	Мексика (CIMMYT)	39	35	4
	Fahad_1//Rhino_3/Bull_1_1/3/Erizo_6/Nimir_4	Мексика (CIMMYT)	37	34	3
	Аист	?	35	34	1
k-3502		?	37	33	4
k-688		?	32	30	2

<sup>1</sup> C<sub>1</sub> – первое поколение, полученное после коллицинирования; <sup>2</sup> S<sub>2</sub> – второе поколение ярового мутанта (от англ. «spring»).

У растений отмечали фазы развития: всходы, формирование первого узла, выход в трубку, колошение, цветение, созревание (Куперман, 1982). Число дней до каждой из фаз отсчитывали, начиная с момента появления всходов. Статистическая обработка проводилась по общепринятой методике (Доспехов, 1985).

## Результаты и обсуждение

### Распределение образцов тритикале по продолжительности периода «всходы – колошение» в зависимости от срока сева и их эколого-географической принадлежности

Период «всходы – колошение» растений тритикале первого срока посева варьировал в зависимости от образца в интервале 31–49 дней, при этом большая часть образцов выколосилась через 35–41 день после посева. У растений второго срока посева этот период был несколько короче – 30–52 дня, у большинства образцов он составил 31–38 дней (рис. 1). Самыми скороспелыми были образцы тритикале Скороый (Ленинградская область), Presto//2\*Tesmo 1..., POP-WG (Мексика), k-688 (?), выколосившиеся на 31- –33-й день. Самыми позднеспелыми были тритикале ПРАГ 502 (Дагестан) и Сирс 57/3 (Сибирь), выколосившиеся на 46- и 49-й день соответственно.

Колошение растений тритикале в посевах первого срока происходило со 2-го по 20-е июля, в посевах второго срока – с 7-го по 29-е июля, т. е. большинство образцов выколосилось примерно в одно время с яровой мягкой пшеницей.

Самая ранняя форма октоплоидной тритикале с доминантным геном *Vrn-A1* в таких же условиях выращивания выколосилась на 60-й день (Емцева, Стёпочкин, 2014), в то время как самые поздние формы гексаплоидных тритикале, изученные в данной работе, – на 52-й день (рис. 1). Это подтверждает то, что гексаплоидные тритикале – более раннеспелые, чем октоплоидные (Каминская и др., 2005; Стёпочкин, 2009).

Число дней до колошения у образцов тритикале из Мексики составляло от 31 до 42, из них большая часть форм выколосилась в интервале

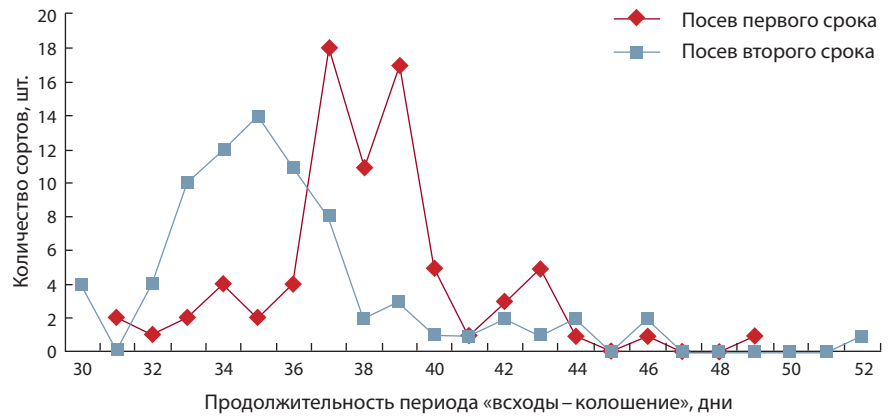


Рис. 1. Продолжительность периода «всходы – колошение» у исследованных образцов яровых гексаплоидных тритикале в посевах первого (черная линия) и второго (серая линия) сроков.

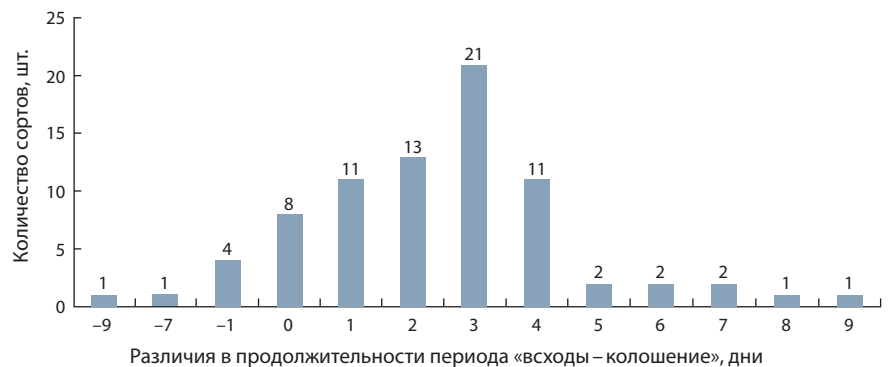
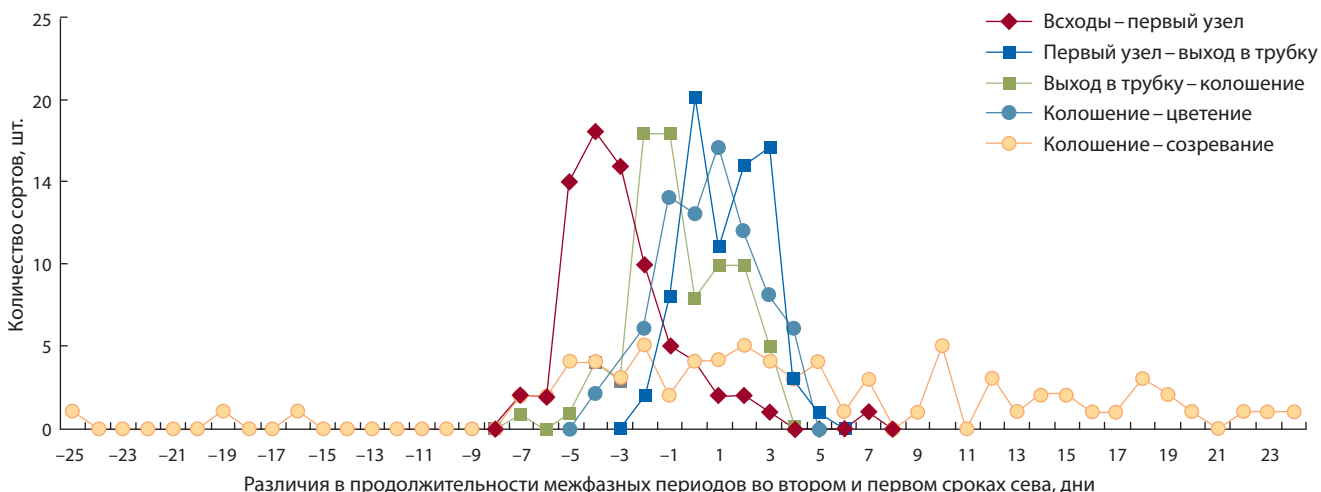


Рис. 2. Различия в продолжительности периода «всходы – колошение» между посевами первого и второго сроков у исследованных образцов яровых гексаплоидных тритикале. «-» – в посевах второго срока растения выколосились позже.

37–40 дней. Такая же продолжительность периода до колошения у образцов тритикале из Аргентины (37–40 дней), Португалии (37, 38 дней), Восточной Европы (39 дней), Польши (36–39 дней), Беларуси (37–39 дней). Относительно позднеспелыми были тритикале из Замбии и Бразилии (41 и 43 дня до колошения соответственно) и Северной Америки (40, 43 дня). Образец тритикале M2A/Cin из Эфиопии был относительно раннеспелым (34 дня). Среди форм ПРА из Дагестана были как ранние, так и поздние (35–46 дней). Среди образцов тритикале Украины не было позднеспелых, они выколосились в интервале 34–39 дней. Сорт Укро, создателями которого являются Россия и Украина, выколосился в этом же интервале – на 36-й день. Среди тритикале из Ленинградской области встречались как ранние, так и относительно поздние (31, 33, 37, 42 дня), в то время как образцы тритикале из Сибири были одними из самых позднеспелых (43, 44, 49 дней).

### Динамика изменений продолжительности периода «всходы – колошение» образцов тритикале в зависимости от срока посева

В посевах второго срока через 18 дней после посева первого срока у всех форм тритикале по-разному изменялась продолжительность периода «всходы – колошение». Большинство образцов тритикале (82 %) в посевах второго срока выколосилось на 1–9 дней раньше, чем в посевах первого срока (рис. 2). У восьми образцов (10 %) длительность периода «всходы – колошение» в посевах первого и второго сроков не различалась (тритикале из Сибири, Украи-



**Рис. 3.** Изменение продолжительности межфазных периодов у исследованных образцов яровых гексаплоидных тритикале в посеве второго срока по сравнению с посевом первого срока. («-» – длительность периода сокращалась).

ны, Дагестана, Португалии, Мексики). Шесть образцов (8 %) в посеве второго срока выколашивались на 1–9 дней позже, чем в посеве первого срока (тритикале из России, Дагестана, Португалии) (рис. 2).

Больше всего в посеве второго срока период от всходов до колошения сокращался у тритикале Ac Frank (Северная Америка) и РСН $\alpha$  Tr1 216 (Мексика) (на шесть дней), EMBRARA 18 (Бразилия) и Сирс 57/3 (Сибирь) (на семь дней), Eriso 12/2\*Nimir 3//Rondo (Мексика) (на восемь дней) и ПРАГ 511 (Дагестан) (на девять дней). Число дней до колошения этих образцов в посеве первого срока составляло 38–49.

Наибольшее удлинение этого периода в посеве второго срока было у тритикале ПРАГ 506 (Дагестан) (на семь дней) и Сирс 57 $\times$  Укро (Сибирь) (на девять дней). Эти формы в посеве первого срока выколашивались на 39- и 43-й день соответственно.

### Сравнительный анализ изменения продолжительности межфазных периодов образцов тритикале в зависимости от срока посева

У образцов тритикале продолжительность межфазных периодов в посеве второго срока, по сравнению с первым, изменялась по-разному. Период «всходы – первый узел» во втором сроке сева у большинства форм тритикале (87 %) сокращался на 1–7 дней (рис. 3). Как указано выше, 82 % образцов тритикале в посеве второго срока выколашивались на 1–9 дней раньше, чем в посеве первого срока (см. рис. 2). Возможно, это происходило за счет сокращения межфазного периода «всходы – первый узел». У всех октоплоидных тритикале с доминантными генами *Vrn* во втором сроке сева также происходило сокращение на несколько дней периода «всходы – первый узел» (Емцева, Стёпочкин, 2014).

Период «первый узел – выход в трубку» у 61 % форм ПРА в посеве второго срока удлинился на 1–5 дней, у 26 % форм его длительность не изменилась. Следующие межфазные периоды, «выход в трубку – колошение» и «колошение – цветение», как удлинялись, так и сокращались

на несколько дней практически у равного количества образцов (рис. 3). У большинства октоплоидных тритикале с разными доминантными генами *Vrn* в посеве второго срока период «выход в трубку – колошение» удлинялся, и это было выражено сильнее, чем у гексаплоидных тритикале, изученных в данной работе (Емцева, Стёпочкин, 2014). Период «колошение – созревание» у 63 % образцов в посеве второго срока удлинился на 1–24 дня, у 32 % образцов сократился на 1–25 дней, у 5 % образцов его длительность не изменилась (рис. 3).

### Зависимость продолжительности межфазных периодов и вегетационного периода образцов тритикале от продолжительности периода «всходы – первый узел»

В некоторых работах показано, что продолжительность вегетативного периода развития, а также фазы «кущение» пшеницы коррелируют с продолжительностью вегетационного периода (Куперман, 1982; Воронин, Стельмах, 1985; Košner, Pánková, 2004). Кроме этого, некоторыми авторами установлено, что чем продолжительнее вегетативный период развития, тем короче длительность периода «колошение – созревание» и наоборот (Halloran, Pennell, 1982; Košner, Pánková, 2004; Тищенко и др., [http://agromage.com/stat\\_id.php?id=409](http://agromage.com/stat_id.php?id=409)). При группировке коллекционных образцов тритикале по продолжительности периода «всходы – первый узел» (вегетативный период развития) и подсчете в каждой группе средней продолжительности остальных межфазных периодов можно заметить, что при увеличении продолжительности периода «всходы – первый узел» продолжительность периодов «первый узел – выход в трубку», «выход в трубку – колошение» и «колошение – цветение» почти не изменялась (табл. 2). Так, длительность периода «первый узел – выход в трубку» в посеве первого срока колебалась от 3 до 5 дней, в посеве второго срока – от 3 до 6 дней; длительность периода «выход в трубку – колошение» в посеве первого срока колебалась от 8 до 12 дней, в посеве второго срока – от 7 до 17 дней; длительность периода «колоше-

**Таблица 2.** Продолжительность межфазных периодов изученных 78 яровых форм гексаплоидных тритикале в посевах первого и второго сроков

Продолжительность межфазных периодов					«Всходы – созревание»	Количество образцов
«всходы – первый узел»	«первый узел – выход в трубку»	«выход в трубку – колошение»	«колошение – цветение»	«колошение – созревание»		
Посев первого срока						
19	4	8	8	61	92	1
20	4±0,58	11±2,16	6±1,29	49±3,3	83,75±3,5	4
21	3±0,74	10±1,64	6±1,06	59±10,33	93,38±8,98	8
22	3±0,49	12±1,9	5±1,63	57±9,43	93,43±9,09	7
23	3±0,33	11±0,71	5±1,05	61±9,24	97,44±8,88	9
24	3±0,46	11±1,39	5±1	65±10,21	103,27±10,57	15
25	3±0,54	11±1,62	6±0,94	68±7,96	107,5±7,72	18
26	3±1,09	12±2,29	7±1,8	70±5,7	111,11±5,84	9
27	5±1,21	11±4,07	5±1,94	75±4,8	117,17±3,13	6
29	4	9	7	79	121	1
Посев второго срока						
17	3±0,58	11±1,73	6±0,58	61±9,24	92,67±11,55	3
18	3±0,41	12±1,21	5±1,36	64±11,6	97,36±11,55	11
19	3±0,81	11±1,94	6±1,24	63±9,99	96±10,7	16
20	5±1,16	10±1,69	7±1,35	73±7,57	107,73±7,66	15
21	6±0,3	9±1,3	7±0,91	72±9,14	108,09±8,87	11
22	5±0,89	9±1,23	7±1,3	73±3	109,4±2,61	5
23	5±0,96	10±1,5	7±1,16	72±2,94	109,5±2,89	4
24	6±0	12±3,54	6±2,12	72±5,66	113,5±2,12	2
25	6±0,58	10±2,38	7±1,29	73±2,5	112,75±1,71	4
26	3	17	3	69	115	1
27	5	7	8	76	115	1
28	5±1,41	10±2,63	5±2,08	72±2,22	115	4
34	6	12	7	63	115	1

ние – цветение» в посевах первого срока колебалась от 5 до 8 дней (это подтверждает данные А.Ф. Шулындина (1981) о том, что фазы «колошение» и «цветение» у тритикале длятся 5–8 дней), в посевах второго срока – от 3 до 8 дней (табл. 2).

С увеличением длительности периода «всходы – первый узел» длительность периода «колошение – созревание» у изученных нами форм тритикале увеличивалась: в посевах первого срока – с 49 до 79 дней, за исключением образца Скорый (табл. 2), во втором сроке сева – с 61 до 72 дней, за исключением образца Сирс 57 × Укро (табл. 2). Таким образом, в то время как у пшеницы при удлинении вегетативного периода развития некоторыми авторами наблюдалось сокращение периода «колошение – созревание» (Halloran, Pennell, 1982; Košner, Pánková, 2004; Тищенко и др., [http://agromage.com/stat\\_id.php?id=409](http://agromage.com/stat_id.php?id=409)), у тритикале, изученных в нашей работе, при удлинении периода «всходы – первый узел» период «колошение – созревание», в отличие от пшеницы, удлинялся.

Продолжительность вегетационного периода («всходы – созревание») при увеличении периода «всходы – первый

узел» у гексаплоидных тритикале, изученных нами, как и у пшеницы (Куперман, 1982), увеличивалась: в посевах первого срока – с 84 до 121 дня, за исключением образца Скорый (табл. 2), в посевах второго срока – с 93 до 115 дней (табл. 2).

Самые ранние формы гексаплоидных тритикале, изученные в нашей работе, начинали созревать в 20-х числах августа – начале сентября, самые поздние созревали в конце сентября – начале октября.

У разных семей самой ранней октоплоидной тритикале с доминантным геном *Vrn-A1* период «всходы – первый узел» длился 42–53 дня, период «первый узел – выход в трубку» – 4–5 дней, период «выход в трубку – колошение» – 14–19 дней (Емцева, Стёпочкин, 2014). Таким образом, у гексаплоидных тритикале, изученных в нашей работе, периоды «всходы – первый узел» и «выход в трубку – колошение» в целом короче (табл. 2), чем у октоплоидных тритикале с доминантными генами *Vrn*, что, возможно, обеспечивает более раннее выколашивание гексаплоидных тритикале по сравнению с октоплоидными.

Исходя из полученных результатов, можно сформулировать следующие выводы.

1. В посеве первого срока коллекционные образцы яровых гексаплоидных тритикале выколашивались в интервале 31–49 дней, в посеве второго срока – 30–52 дней – и были в целом более раннеспелыми, чем октоплоидные тритикале.

Тритикале из Аргентины, Португалии, Восточной Европы, Польши, Беларуси, Украины выколашивались в интервале средних значений: 34–40 дней до колошения. Образец тритикале из Эфиопии был относительно раннеспелым, тритикале из Замбии, Бразилии, Северной Америки – позднеспелыми. Среди тритикале Мексики, Дагестана и России встречались как раннеспелые, так и позднеспелые формы.

2. В посеве второго срока большинство образцов тритикале (82 %) выколашивалось на 1–9 дней раньше, чем в посеве первого срока.

3. У большинства форм тритикале (87 %) в посеве второго срока на 1–7 дней сокращался межфазный период «всходы – первый узел».

4. При удлинении периода «всходы – первый узел» у образцов тритикале увеличивалась продолжительность вегетационного периода («всходы – созревание») и, в отличие от пшеницы, увеличивалась продолжительность периода «колошение – созревание».

Среди образцов яровых гексаплоидных тритикале из мировой коллекции ВИР, изученных в настоящей работе, были как ранне-, так и позднеспелые формы, имеющие разные продолжительность межфазных периодов и реакцию на два срока сева, что говорит о том, что данный материал может иметь разные гены, определяющие продолжительность вегетационного периода. Это позволяет проводить отбор форм, подходящих для выращивания в регионах с той или иной длиной светового дня.

## Благодарности

Работа поддержана бюджетным финансированием по государственному заданию (проект № 0324-2015-0005).

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Список литературы

Алфёрова П.А., Нагирняк И.Н. Семенная продуктивность яровой тритикале в Восточном Забайкалье. Сиб. вестн. с.-х. науки. 2012;6:17-19.

Батыгина Т.Б. Эмбриология пшеницы. Л.: Колос, 1974.

Бреславец Л.П. Полиплоидия в природе и опыте. М., 1963.

Воронин А.Н., Стельмах А.Ф. Этапы органогенеза у почти изогенных по локусам *Vrn1-3* линий мягкой пшеницы. Науч.-техн. бюлл. ВСГИ. 1985;1(55):19-23.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985.

Емцева М.В., Стёпочкин П.И. Изучение времени наступления фаз развития у октоплоидных тритикале с доминантными генами *Vrn-A1-Vrn-D4* и у спонтанных яровых мутантов гексаплоидных тритикале. Матер. МНПК молодых ученых, аспирантов и студентов «Энерго- и ресурсоэффективные технологии производства и хранения сельскохозяйственной продукции». Харьков, 30–31 октября. 2014.

Жилкина М.Д. Изучение метода повышения продуктивности пшенично-ржаных амфидиплоидов путем скрещивания 56-хромосомных с 42-хромосомными амфидиплоидами. Науч. тр. НИИ-ИСХ центральных районов Нечерноземной зоны. Немчиновка. 1968;22:30-37.

Каминская Л.Н., Корень Л.В., Леонова И.Н., Адонина И.Г., Хотылева Л.В., Салина Е.А. Создание линий тритикале, маркированных *Vrn*-генами, и их молекулярно-генетический анализ. Информ. вестник ВОГиС. 2005;9(4):481-489.

Куперман Ф.М., Ржанова Е.И., Мурашев В.В., Львова И.Н., Седова Е.А., Ахундова В.А., Щербина И.П. Биология развития культурных растений. М.: Высш. шк., 1982.

Куркиев У.К. Тритикале и проблемы его селекции. Методические указания. Л., 1975.

Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992.

Растениеводство: Учебное пособие. Под ред. В.А. Алабушева. Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2001.

Ригин Б.В., Орлова Н.И. Пшенично-ржаные амфидиплоиды. Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1977.

Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. М.: Колос, 1984.

Стёпочкин П.И. Формообразовательные процессы в популяциях тритикале. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС, 2008.

Стёпочкин П.И. Создание и изучение серии по генам *VRN* форм тритикале. Сиб. вестник с.-х. науки. 2009;11:26-32.

Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Панченко И.А., Усова З.В. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов и их корреляции с урожайностью в зависимости от условий года и генотипа озимой мягкой пшеницы. Available at: [http://agromage.com/stat\\_id.php?id=409](http://agromage.com/stat_id.php?id=409).

Фёдорова Т.Н. Эмбриогенез у пшенично-ржаных амфидиплоидов. Сборник трудов аспирантов и молодых научных сотрудников ВИР. 1964;4(8):137-142.

Фёдорова Т.Н. Проблемы селекции и цитогенетики тритикале. С.-х. биология. 1983;10:95-101.

Шульдин А.Ф. Тритикале – новая зерновая и кормовая культура. Киев: Урожай, 1981.

Halloran G.M., Pennell A.L. Duration and rate of developmental phases in wheat in two environments. Ann. Bot. 1982;49(1):115-121.

Kociuba W. Assessment of agriculturally important features of winter and spring triticale collections (*× Triticosecale* Wittmack). Hereditas. 1992;116:323-328. DOI 10.1111/j.1601-5223.1992.tb00163.x

Kociuba W., Kramek A. Variability of yield traits and disease resistance in winter triticale genetic resources accessions. Acta Agrobotanica. 2014;67(2):67-76. DOI 10.5586/aa.2014.027

Košner J., Pánková K. Chromosome substitutions with dominant loci *Vrn-1* and their effect on developmental stages of wheat. Czech J. Genet. Plant Breed. 2004;40(2):37-44.

Lamadji S., Fautrie A.G., McNeil D.L., Sedcole J.R. Proposed breeding strategy for yield improvement of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) 1. Genetic variability and phenotypic stability. New Zealand J. Crop Hortic. Sci. 1995; 23:1-11. DOI 10.1080/01140671.1995.9513862

Müntzing A. Über die Entstehungsweise 56-chromosoniger Weizen-Roggen-Bastarde. Der Züchter. 1936;8:188-191.

Oehler E. Untersuchungen über ansatzverhältnisse, morphologie und fertilität bei weizen-roggengasterden. Z. f. Pflanzenzüchtung. 1931; 16:357-393.

Petr J., Hradecká D.H. Peculiarities of the growth and development of triticale in comparison with wheat and rye. Czech. J. Genet. Plant Breed. Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Triticeae Symp., Prague, June 6–10, 2005:41. (Special issue.)

Priadcencu A.L., Miclea C.L., Catelly-Moisescu L. Hibridul grâu-secară. 1. Hibridarea simplă. Probl. Genet. Teor. Aplic. 1970;2(6):423-467.

Rosenstiel K., Mittelstenschied L. Über die Erzeugung amphidiploider Roggen-Weizen-Bastarde (*Secalotricum*). Der Züchter. 1943;15 (10-12):173-183.

Ukalska J., Kociuba W. Phenotypical diversity of winter triticale genotypes collected in the Polish gene bank between 1982 and 2008 with regard to major quantitative traits. Field Crops Res. 2013;49: 203-212. DOI 10.1016/j.fcr.2013.05.010