

УДК 633.11:581.3:581.143.6:631.544

## ЯРОВИЗАЦИЯ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO РАСТУЩЕГО КОЛОСА И ЗАРОДЫШЕЙ ЗЕРНОВОК

В.И.ДУБОВОЙ, П.В.ХАМУЛА

*Мироновский институт пшеницы им. В.Н.Ремесло  
256816 Киевская обл., п/о Центральное*

Установлено, что яровизация незрелых зерновок озимой пшеницы in vitro 40 дней при температуре воздуха 0...+2 °С, 16-часовом фотопериоде, интенсивности освещения 5-7 клк под лампами ДРЛФ-250 и ЛН-300, а также семян озимой пшеницы на ранних стадиях эмбриогенеза в возрасте 13-20 дней обеспечивает выколашивание растений от 75 до 100 %. Оптимальный период яровизации 12-13-дневных зародышей этой культуры in vitro — от 22 до 34 дней.

*Ключевые слова:* яровизация, искусственный климат, озимая пшеница, возраст семян, колошение.

Установлено, что процесс яровизации у озимой пшеницы и озимого ячменя успешно протекает как в семенах, так и зеленых растениях при низких положительных температурах [1, 3-5, 8], а также при более высоких температурах (16-18 °С) на 6-8-часовом дне [2, 6].

Возможна яровизация семян и в период развития колоса. Так, Хартман и др. предлагают использовать для яровизации колосья озимой ржи за 1-2 дня до цветения при поддержании различных температур: для питательного раствора +2, а для колосьев — от +20 до +4 °С [10].

Цель исследования заключалась в изучении возможности яровизации разновозрастных эмбрионально-молодых семян на ранних стадиях эмбриогенеза.

### Методика

В опытах использовали сорта озимой пшеницы Мироновская 808 и Безостая 1. Растения выращивали в вегетационно-климатическом шкафу ВКШ-73 по методике, разработанной в отделе физиологии растений и искусственного климата Мироновского института пшеницы [7]. На 13-15-й день после колошения стебли с колосьями срезали на высоте 2-3 см от почвенного субстрата, помещали на питательный раствор, предложенный Макрушиным и др. [9], и яровизировали в камерах "Grönland" (Германия) при температуре воздуха 0...+2 °С, фотопериоде 16 ч и интенсивности освещения 5-7 клк под зеркальной лампой накаливания мощностью 300 Вт. В другую камеру на 15-17-й день после колошения стебли с колосьями помещали на яровизацию под лампу ДРЛФ-250. В связи с тем, что сорт озимой пшеницы Безостая 1 является более скороспелым, чем сорт Мироновская 808, опыты с ним начинали на 2 дня раньше. Через каждые 7 дней питательный раствор меняли на новый и подрезали стебли на 1,5-2,0 см для улучшения поступления питательных веществ в колос.

После окончания 40-дневного периода яровизации колосья сушили при комнатной температуре и обмолачивали. Полученные семена 9 апреля высе-

вали в поле, а 11 апреля — в грунтовой оранжерее фитотрона. В качестве контроля высевали семена растений, выращенных в поле.

Для получения изолированных зародышей использовали 12-дневные зерновки растений сорта Безостая 1 и 13-дневные — сорта Мироновская 808, которые стерилизовали 0,25 %-м гипохлоритом натрия с последующей трехкратной отмывкой в дистиллированной воде. Зародыши культивировали на питательной среде Мурасиге - Скуга (1962) без гормонов при температуре 27 °С в темноте в течение 7 дней. После этого их помещали в камеру КТ К-1250 (Германия) с температурой воздуха +1...+3 °С при 16-часовом фотопериоде. Через 22-23 дня полученные из зародышей растения высаживали в вегетационные сосуды с интервалом 5-7 дней для дальнейшего прохождения яровизации в течение 52 и 53 дней. Первые 10 дней полученные таким образом растения выращивали на вегетационном столе СВ-1Л под лампами ДРЛФ-400 при температуре воздуха 10-14 °С, а затем в камере КВ-1Р под лампами ДРЛФ-400 + ЛН-500 (1:1) при фотопериоде 16 ч. Поддерживалась температура воздуха 10-14 °С на ранних этапах и до 16-22 °С в фазе налива и созревания семян. Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа. Семена, выращенные в этих условиях, высевали осенью с целью изучения их влияния на дальнейшую зимостойкость и продуктивность растений.

### Результаты и обсуждение

Результаты исследований свидетельствуют, что семена после яровизации на срезанном колосе разного возраста характеризовались средней выполненностью. Щуплыми были семена, яровизированные на ранних стадиях эмбриогенеза (13-18 дней после цветения). Семена на ранних и более поздних стадиях эмбриогенеза обладали высокой всхожестью.

Яровизированные и высушенные семена высевали в условиях грунтовой оранжереи 11 апреля (табл. 1), поля — 9 апреля (табл. 2). В качестве контроля

ТАБЛИЦА 1. Влияние возраста колосьев и условий освещения при их яровизации на выколашивание и продуктивность растений, выращенных в оранжерее фитотрона

Возраст семян в колосе, дни после ко-лошения	Продуктив-ная кусти-стость	Высота расте-ния, см	Масса зерен растения, г	Выколашива-ние, %	Период посе-в - колосе-ние, дни
Мироновская 808					
ЛН-300					
15	2,4 ± 1,0	62,3 ± 6,4	0,96 ± 0,48	100,0	55
20	2,8 ± 1,1	69,0 ± 5,5	0,65 ± 0,27	83,3	56
25	1,6 ± 0,4	60,5 ± 5,9	0,45 ± 0,22	52,2	56
30	—	—	—	2,1	81
ДРЛ-250					
17	1,8 ± 0,6	63,4 ± 5,1	0,75 ± 0,42	75,0	51
25	1,0 ± 0,0	57,6 ± 3,4	0,53 ± 0,34	66,7	56
30	—	—	—	3,5	53
Безостая 1					
ЛН-300					
13	1,8 ± 0,5	54,4 ± 1,9	0,88 ± 0,26	100,0	44
18	2,3 ± 0,3	73,2 ± 5,4	1,18 ± 0,30	86,7	46

ЯРОВИЗАЦИЯ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

Продолжение табл. 1

Возраст семян в колосе, дни после колосения	Продуктивная кустистость	Высота растения, см	Масса зерен растения, г	Выколашивание, %	Период посева - колосения, дни
23	2,4 ± 0,3	71,1 ± 4,3	1,49 ± 0,43	68,3	48
28	—	—	—	0,0	—
ДРЛ-250					
15	1,9 ± 0,7	73,7 ± 2,8	1,27 ± 0,49	100,0	49
23	1,6 ± 0,6	68,9 ± 2,6	0,48 ± 0,21	38,7	59
28	1,6 ± 1,0	59,0 ± 10,2	0,35 ± 0,26	20,0	59

ТАБЛИЦА 2. Влияние возраста колосьев и условий освещения при их яровизации на выколашивание и продуктивность растений, выращенных в поле

Возраст семян в колосе, дни после колосения	Продуктивная кустистость	Высота растения, см	Количество главного колоса, шт.	Масса зерен с растения, г	Выколашивание, %	Период посева - колосения, дни
Мироновская 808						
ЛН-300						
15	3,2	67,7	30,1	1,51	97,0	61
20	2,6	69,8	23,9	1,08	94,0	69
25	3,8	78,3	33,6	1,81	84,2	68
30	2,5	67,6	20,3	0,41	27,6	72
ДРЛ-250						
17	2,6	70,7	24,4	1,05	90,1	68
25	3,3	72,9	25,4	1,05	82,0	69
30	2,2	67,8	18,4	0,59	19,0	94
Безостая 1						
ЛН-300						
13	2,9	67,0	29,5	1,69	97,4	60
18	3,2	67,4	28,1	1,76	98,3	61
23	3,4	71,6	30,5	2,29	94,7	61
28	2,5	68,1	24,1	1,00	40,4	65
ДРЛ-250						
15	1,8	60,8	25,8	0,75	100,0	61
23	2,4	67,5	20,9	0,79	58,9	65
28	2,9	71,3	26,6	1,10	39,2	68
НСР <sub>05</sub>	1,1	6,2	7,2	0,64	12,79	

Примечания. 1. Контроль — растения из неяровизированных семян, выращенных в поле. 2. К моменту уборки выколосились только отдельные растения сорта Безостая 1, а сорта Мироновская 808 не выколосились вообще.

брали семена этих же сортов полевой репродукции. Из таблиц видно, что с увеличением возраста зерновок до начала яровизации семена обоих сортов теряют способность к ее прохождению за указанный период времени. Растения имели низкое выколашивание или не выколашивались вообще, если на яровизацию ставили колосья в возрасте 28-30 дней после цветения. Растения обоих сортов, полученные из яровизированных на усеченных колосьях семян, были низкорослыми независимо от условий выращивания. Возможной причиной таких различий может быть плохая выполненность семян (масса 1000 семян до 25 г).

Следует отметить, что в условиях оранжереи фаза полной спелости растений наступает раньше, чем в поле, на 4-41 день. Это объясняется тем, что в полевых условиях температура воздуха весной понижалась ночью до +8 °С, а днем повышалась до 22 °С, тогда как в оранжерее она изменялась от +14 до +25 °С. Такой температурный режим способствовал повышению выколашивания растений в полевых условиях, особенно на тех вариантах, где растения помещали на яровизацию в возрасте от 23 до 30 дней после цветения (табл. 2). В условиях оранжереи процент выколашивания растений из этих семян был незначительным — от 0 до 20 % (табл. 1).

В качестве контроля брали семена изучаемых сортов полевой репродукции, которые высевали осенью в поле (табл. 3, 4). Прежде всего следует отметить, что растения из семян, яровизация которых осуществлялась в более раннем возрасте (13-18 дней), независимо от сорта и изучаемых нами параметров, не уступали практически по всем характеристикам тем, семена которых были получены в оптимальных условиях. Исключение составляет лишь высота растений сорта Мироновская 808 как в варианте, где семена были выращены в условиях оранжереи, так и в условиях поля. По всей видимости, необычные условия яровизации семян этого сорта отразились на росте растений. По другим показателям никаких отличительных особенностей не отмечалось.

Растения, выросшие из семян, яровизация которых осуществлялась в более зрелом возрасте (23-30 дней), характеризовались сравнительно меньшей зимостойкостью (табл. 3). Мы предполагаем, что яровизационные процессы в семенах такого возраста проходили в необычных условиях, что и определило в дальнейшем пониженную зимостойкость растений.

ТАБЛИЦА 3. Последствие режимов яровизации семян на ранних стадиях эмбриогенеза и условий выращивания из них растений на их продуктивность и зимостойкость

Условия яровизации семян в колосе		Количество зерен из главного колоса, шт.		Масса зерен с растения, г		Зимостойкость, %	
Тип лампы	Возраст яровизированных семян, дни	I	II	I	II	I	II
Мироновская 808							
Контроль	—	38,0	39,5	5,3	6,3	84,9	90,2
ЛН-300	13	39,1	39,5	5,6	4,5	87,2	86,1
ДРЛФ-250	15	41,2	33,2	4,3	5,0	70,9	92,3
Безостая 1							
Контроль	—	35,3	36,7	3,9	4,8	98,5	97,5
ЛН-300	15	38,3	38,5	4,4	5,3	82,1	71,8
ДРЛФ-250	27	33,5	36,6	3,8	3,0	89,9	87,0

Примечания. 1. Контроль — семена полевой репродукции. 2. I — потомство растений, выращенных в грунтовой оранжерее, II — в поле.

ТАБЛИЦА 4. Продуктивность и скорость развития растений-регенерантов в зависимости от сроков яровизации зародышей зерновок в условиях искусственного климата

Сроки яровизации, дни	Продуктивная кусти-ность	Высо-та рас-тений, см	Количест-во зерен из главного колоса, шт.	Масса зе-рен глав-ного колоса, г	Масса зерен с расте-ния, г	Период от взятия зародышей до колошения, дни	Период от посадки зародышей до колошения, дни
Мироновская 808							
22	1,5	89,8	19,8	0,41	0,84	—	—
28	2,8	88,3	31,3	1,17	3,52	117	89
33	1,8	82,8	33,0	1,33	2,03	114	81
40	1,4	79,1	27,5	1,03	1,41	118	78
46	1,0	60,1	18,1	0,48	0,49	122	76
52	1,1	53,9	14,5	0,47	0,48	120	68
Безостая 1							
23	1,9	74,1	31,6	1,25	1,88	121	98
29	2,0	72,5	29,3	1,21	2,29	116	87
34	1,7	69,0	25,9	1,11	1,73	112	78
41	1,4	64,0	24,2	0,99	1,24	112	71
47	1,0	54,9	15,7	0,49	0,49	119	72
53	1,3	52,8	16,7	0,52	0,61	121	68
НСР <sub>05</sub>	0,75	6,53	4,16	0,29	1,04		

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что яровизация колосьев ранних возрастов способствует сравнительно большему выколашиванию растений. В связи с этим мы провели исследования и по изучению различных сроков яровизации растений, выросших из 12-13-дневных зародышей *in vitro*, на их продуктивность и скороспелость. Из данных табл. 4 видно, что с увеличением периода яровизации достоверно уменьшается высота растений изучаемых сортов.

С увеличением срока яровизации период с момента высадки зародышей до колошения растений сокращался у сорта Мироновская 808 с 89 до 68 дней, а у сорта Безостая 1 — с 98 до 68 дней. Однако относительно периода взятия зародыша при посадке на питательную среду до колошения достоверных различий не отмечено.

Семена растений, полученные из зародышей этих сроков яровизации, высевали в поле. Контролем служили семена полевой репродукции. Следует отметить, что по высоте, продуктивности и зимостойкости растения не различались между собой как в сравнении с контролем, так и по вариантам. Следовательно, условия яровизации 12-13-дневных зародышей озимой пшеницы *in vitro* и полученные из таких растений семена не влияют отрицательно на продуктивность и зимостойкость растений.

Таким образом, яровизация озимой пшеницы на ранних стадиях эмбриогенеза на отсеченном колосе и *in vitro* расширяет возможности использования этого направления исследований в практической селекции и будет способствовать существенному уменьшению энергетических затрат при выращивании селекционного материала озимой пшеницы в условиях искусственного климата.

2. Долгушин Д.А. Стадия яровизации и некоторые биологические особенности современных сортов озимой пшеницы на юге СССР // Вестн. с.-х. науки. — 1980. — 9. — С. 46—56.
3. Дубовой В.И. Продуктивность и скороспелость растений озимой пшеницы в зависимости от фаз развития на стадии яровизации // Пути повышения урожайности полевых культур: Сб. науч. тр. Белорус. НИИ земледелия. — Минск: Ураджай, 1986. — С. 129—132.
4. Коновалов И.Н. Об изменении азотистых веществ при яровизации семян и зеленых растений // Тр. Ин-та физиологии растений АН СССР. — 1938. — 2, № 2. — С. 5—20.
5. Мусич В.Н., Ляшок А.К., Чернозубов А.Н. Яровизация озимых в низкотемпературных камерах // Селекция и семеноводство. — 1979. — 3. — С. 11—12.
6. Никифоров О.А., Сичкарь В.И. Реакция сортов на длину дня // Там же. — 1982. — 9. — С. 23—24.
7. Шалин Ю.П., Дубовой В.И., Шалин А.Ю. и др. Ускоренное размножение пшеницы в условиях искусственного климата: Методические рекомендации. — М.: ВАСХНИЛ, 1985. — 42 с.
8. Шульдин А.Ф., Полтарев Е.М. О различии прохождения стадии яровизации в семенах и зеленых растениях межвидовых гибридов пшеницы // Докл. ВАСХНИЛ. — 1958. — 4. — С. 14—17.
9. А. с. 11725212 СССР МКИ. Питательная среда для дорастивания срезанных зерновых культур / Н.М. Макрушин, Ю.А. Косов, В.И. Химич. — Оpubл. 16.01.85, Бюл. № 30.
10. Hartmann F., Kuchler M., Wischer W. Versuche zur Kornerjarrowisation bei Triticale // Arch. Zuchtungsforsch. — 1985. — 15, N 1. — S. 35—40.

Получено 27.02.97

## ЯРОВИЗАЦІЯ НАСІННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В КУЛЬТУРІ IN VITRO КОЛОСА, ЩО РОСТЕ, І ЗАРОДКІВ ЗЕРНІВОК

*В.І.Дубовий, П.В.Хамула*

Миронівський інститут пшениці ім.В.М.Ремесла, Київська обл., п/в Центральне

Установлено, що яровизація нестиглих зернівок озимой пшениці in vitro 40 днів при температурі повітря 0...+2 °С, 16-годинному фотоперіоді, інтенсивності освітлення 5-7 клк під лампами ДРЛФ-250 і ЛН-300, а також насінин озимой пшениці на ранніх стадіях ембріогенезу у віці 13-20 днів забезпечує виколошування рослин від 75 до 100 %. Оптимальним періодом яровизації 12-13-денних зародків цієї культури in vitro є 22-34 дні.

## VERNALIZATION OF WINTER WHEAT SEEDS IN THE IN VITRO CULTURE OF GROWING HEAD AND CARIOPSES' EMBRYOS

*V.I.Dubovy, P.V.Khamula*

V.M.Remeslo Mironivka Institute of Wheat  
256816 P.O.Tsentrал'ne, Kyiv region, Ukraine

It was ascertained that vernalization of immature cariopses of winter wheat in the in vitro head culture within 40 days at a temperature of 0...+2 °С, 16-hours photoperiod and illumination intensity of 5-7 klx under DRLF-250 and LN-300 lamps, and that of the winter wheat seeds at the early stage of embryogenesis aged 13-20 day as well, ensures the 75-100 % heading of plants. Optimum vernalization period of 12-13 days embryos of this in vitro culture is 22-34 days.

**Key words:** vernalization, artificial climate, winter wheat, seeds' age, heading.