

УДК 633.1*324* :631.551:632.116.1

**ПРОРАСТАНИЕ НА КОРНЮ СЕМЯН
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СПЕЛОСТИ И УРОВНЯ УВЛАЖНЕНИЯ
У ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Б. А. КАРПОВ, В. И. ЗАГОСКИНА

(Кафедра хранения и технологии с.-х. продуктов)

Проращение на корню является одной из важнейших причин снижения качества семян, особенно в увлажненных районах страны [9]. Оно наблюдается у большинства зерновых культур, но чаще у семян ржи [4]. Четко прослеживаются сортовые особенности в склонности семян к проращению на корню [1, 10].

Проращение вызывает резкое снижение технологических и семенных достоинств зерна. Из такого зерна трудно получить хлеб удовлетворительного качества. По нормативам ГОСТ, количество проросших семян в заготовляемом зерне не должно превышать 5% и их относят к фракции зерновой примеси. Согласно ГОСТ на посевной материал, все семена с явными признаками проращения (корешком или ростком размером не менее половины длины семени) выделяют в фракцию отхода.

Экспериментально показано, что семенные партии с наличием проросших семян хранятся крайне плохо [2]. Отрицательное влияние проращения проявляется не только при явной, но и скрытой его формах

и поэтому распространяется на большую часть партии даже при небольшом количестве проросших и наклюнувшихся семян. У таких партий, особенно озимой ржи, в первый же год после уборки значительно снижается всхожесть и поэтому семена с признаками прорастания нецелесообразно использовать в качестве переходящих или страховых фондов.

Таким образом, в литературе имеется достаточно обширный материал, раскрывающий отрицательные последствия прорастания семян на корню. Значительно слабее исследованы условия, при которых семена прорастают на корню. Практически нет данных о фазе развития материнских растений, когда становится возможным прорастание семян на корню, а также данных о необходимом уровне дополнительного увлажнения, способного вызвать прорастание семян. Отмечено лишь, что семена до восковой спелости лучше противостоят неблагоприятным погодным факторам [8] и что возможность прорастания увеличивается с приближением полной спелости [7] по мере уменьшения содержания в созревающих семенах ингибиторов прорастания, в том числе абсцизовой кислоты [11].

Возможность прорастания семян на корню зависит от многих биотических и абиотических факторов. Непременным условием является достаточная спелость семян и их готовность к прорастанию. По данным [12], прорастание семян озимой ржи на корню возможно за 20 дней до полной спелости. Из абиотических факторов решающими являются необходимое дополнительное увлажнение семян и сохранение высокого уровня влажности в течение минимум 1—3 сут. Поэтому прорастание зависит не только от интенсивности осадков, но и от того, как долго семена будут сохранять высокую влажность. Во многих районах страны периоды дождливой погоды во время уборки весьма часты и по продолжительности вполне обеспечивают прорастание семян в явной или скрытой форме [6].

Цель данной работы заключалась в исследовании условий прорастания на корню семян озимых культур разных фаз спелости. При этом определяли фазу развития материнского растения, когда становится возможным прорастание семян на корню, влияние фаз спелости на интенсивность прорастания семян под влиянием осадков, а также уровень дополнительного увлажнения, при котором вызывается прорастание семян.

Методика

Опыты проводили в 1982—1983 гг. в посевах озимой пшеницы сорта Мироновская 808 и озимой ржи сортов Восход 1 и Немчиновская 50 на полях севооборота Селекционно-генетической станции им. П. И. Лисицына.

В природных условиях не представляется возможным провести плановое изучение влияния осадков на прорастание семян разных фаз спелости. Поэтому нами использован метод дождевания опытных площадок посевов озимой ржи и озимой пшеницы площадью по 4 м². Норма полива 15 мм за 20—25 мин. В последующем растения на площадке на 4 сут укрывали пологом из полиэтиленовой пленки на каркасе из деревянных реек, что имитировало условия, складывающиеся в периоды дождливой погоды, т. е. достаточно высокий уровень относительной влажности воздуха (90±5%). Дождевание проводили в фазы молочной и тестообразной спелости семян, восковой и полной спелости (всего 8 раз). Сроки дождевания устанавливали исходя из средней влажности семян в посевах. Помимо этого,

проводили наблюдения за посевами во время и после выпадения естественных осадков.

На опытных площадках контролировали температуру и относительную влажность воздуха ежедневно в 7 и 16 ч с помощью аспирационного психрометра. Влажность семян, эндосперма и зародыша определяли до полива, через 1 ч после полива и затем через 1, 2 и 4 сут нахождения растений под пленкой. Для этого отбирали среднюю сноповую пробу, сразу обмолачивали вручную и немедленно проводили анализ влажности. Часть снопа высушивали под навесом до влажности 13—13,5% и после осторожного обмола вручную в пробе учитывали долю наклюнувшихся и проросших семян, а их посевные качества определяли по стандартной методике (ГОСТ 12038—66). В качестве контроля использовали растения по соседству с опытной площадкой. Определение влажности эндосперма и зародышей проводили в трех повторностях по усовершенствованной нами методике [3].

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные, характеризующие степень прорастания семян озимой пшеницы и озимой ржи разной спелости при одинаковой интенсивности дождевания (15 мм за 20—25 мин). При данных условиях в фазы молочной и начала тестообразной спелости семена оказались не способными к прорастанию. Прорастание единичных семян на корню становится возможным у ржи в конце тестообразной спелости при средней влажности зерна 45—41% и у пшеницы в начале

Таблица 1

Прорастание на корню семян озимых культур разной спелости (%) при интенсивности дождевания 15 мм за 20—25 мин

Культура, сорт	Год	Фаза спелости и средняя влажность семян							
		молочная, 55—50%	тестообразная		восковая			полная, > 20%	перестой на корню
			49—45%	44—40%	начало, 39—35%	середина, 34—25%	конец, 24—20%		
Оз. рожь:									
Немчиновская 50	1982	0	0	3	10	14	19	21	23
Восход 1	1983	0	0	3	5	9	11	15	19
Оз. пшеница									
Мироновская 808	1982	0	0	0	4	6	8	9	13
То же	1983	0	0	0	2	5	7	7	10

восковой спелости при средней влажности зерна 38—36%. Таким образом, прорастание единичных семян ржи наблюдалось в конце налива, когда еще идет активный приток метаболитов и воды к семенам. У пшеницы это происходит лишь в начале восковой спелости.

По мере созревания и снижения средней влажности семян доля проросших на корню семян при одинаковом количестве осадков возрастает в несколько раз и достигает 10—23% в фазу полной спелости. По каждой из анализируемых фаз спелости проросших семян ржи ока-

Таблица 2

Изменение влажности семян озимых культур (%) по фазам спелости (в числителе — эндосперм, в знаменателе — зародыш). Среднее за 1982—1983 гг.

Показатель, %	Молочная	Тестообразная		Восковая			Полная спелость	Перестой на корню
		I	II	начало	середина	конец		
Оз. пшеница Мироновская 808								
Исходная влажность	52,2 / 68,3	46,2 / 62,0	41,3 / 55,1	36,6 / 46,8	29,8 / 37,6	24,4 / 28,7	19,2 / 19,4	18,3 / 17,9
Увеличение влажности при дождевании*	0,7 / 1,0	1,8 / 2,2	2,4 / 3,2	2,6 / 5,0	3,0 / 6,8	3,0 / 9,9	5,1 / 20,2	5,4 / 21,1
Оз. рожь Восход 1 и Немчиновская 50								
Исходная влажность	52,8 / 71,0	46,3 / 62,8	42,8 / 57,0	36,5 / 48,0	30,6 / 38,0	23,7 / 27,0	21,9 / 22,8	13,3 / 11,9
Увеличение влажности при дождевании*	0,7 / 0,9	1,3 / 1,8	1,9 / 3,9	2,2 / 5,9	3,1 / 10,1	4,3 / 14,7	4,3 / 21,6	5,0 / 27,0

* В процессе выпадения осадков и за последующие 4 сут при относительной влажности воздуха 90±5%.

Динамика влажности зародыша и эндосперма (%) в процессе созревания.
Среднее за 1975—1976 гг.

Фаза спелости	Оз. пшеница Мироновская 808			Оз. рожь Восход 1		
	эндосперм	зародыш	НСР ₀₅	эндосперм	зародыш	НСР ₀₅
Восковая:						
начало	39,1	47,6	0,6	39,5	51,9	2,0
середина	28,8	34,2	1,8	26,6	36,1	1,5
конец	22,8	25,2	1,9	22,2	25,7	5,2
Полная	17,2	16,1	1,0	16,9	14,0	1,1

залось почти вдвое больше, чем проросших семян пшеницы, вследствие того, что у семян ржи способность к прорастанию проявляется значительно раньше.

В табл. 2 приведены средние данные о влажности семян, при которой вызывается их прорастание. Они позволяют объяснить отмеченные особенности динамики прорастания семян по культурам и фазам спелости. Для прорастания на корню семян при ранних фазах спелости необходим определенный минимум дополнительного увлажнения зерновки в целом, особенно зародыша, который увлажняется в несколько раз сильнее, чем эндосперм. Прорастание единичных семян в ранние фазы спелости происходит при повышении влажности зародыша не менее чем на 5 % и эндосперма — на 2,2—2,6 %. Это характерно для семян ржи и пшеницы. Однако у семян ржи такой дополнительный прирост влажности происходит в более ранние фазы развития, что, очевидно, и обеспечивает возможность более раннего прорастания их на корню.

При той же норме осадков зародыш семени в фазе молочной и начала тестообразной спелости увлажняется лишь на 1—2 % и этого оказывается недостаточно, чтобы вызвать прорастание даже единичных семян. Последнее обусловлено тем, что влажность зародыша в ранние фазы спелости значительно выше, чем влажность эндосперма, и равняется 55—70 % (табл. 2, 3).

По мере созревания и снижения средней влажности семян увеличивается интенсивность их увлажнения осадками (табл. 2). В конце восковой спелости по сравнению с началом созревания дополнительное увлажнение зародыша осадками удвоилось, а в период полной спелости возросло в 3—4 раза. Одновременно примерно так же увеличилось количество проросших семян.

Таблица 5

Изменение влажности растений озимой ржи Восход 1 под влиянием осадков 6, 7 мм

Время анализа	Эндосперм	Зародыш	Незерновая часть колоса	Солома
До дождя	15,8	13,4	11,8	23,5
После дождя:				
через 3 ч	20,3	29,5	25,4	43,4
» 6 ч	18,7	27,6	17,2	39,6
» 12 ч	18,5	20,7	12,2	36,7
» 30 ч	17,4	18,6	11,6	22,1
Через 3 ч (растения скошены в валки)	23,9	41,6	56,9	59,4

Таблица 4

Динамика влажности семян ржи (%) после дождевания интенсивностью 10 мм за 20—25 мин и последующего хранения колосьев при относительной влажности воздуха 90 %

Время анализа	Эндосперм	Зародыш	Незерновая часть колоса
До дождя	13,1	10,4	11,7
После дождя	16,4	29,4	52,2
Через 1 сут	25,2	49,9	43,9
Через 4 сут	25,7	51,3	33,1

Влажность семян озимой ржи (%) разных фаз спелости после дождевания интенсивностью 15 мм за 20—25 мин и выдерживания в камере с относительной влажностью $90 \pm 3\%$

Спелость	Эндосперм				Зародыш			
	исходная	увеличение влажности			исходная	увеличение влажности		
		всего	через 1 ч	через 4 сут		всего	через 1 ч	через 4 сут
Молочная	52,8	1,2	0,5	0,7	71,0	1,6	0,7	0,9
Тестообразная:								
I	46,3	1,9	0,6	1,3	62,8	2,7	0,9	1,8
II	42,8	2,6	0,7	1,9	57,0	5,0	1,1	3,9
Восковая:								
начало	36,5	3,1	0,9	2,2	48,0	7,2	1,3	5,9
середина	30,6	4,1	1,0	3,1	38,0	11,5	1,4	10,1
конец	23,7	5,5	1,2	4,3	27,0	16,2	1,5	14,7
Полная	21,9	5,2	0,9	4,3	22,8	23,3	1,7	21,6
Перестой на корню	13,3	5,9	0,9	5,0	11,9	28,4	1,4	27,0

Интересно отметить, что увеличение количества проросших семян по мере созревания сопровождалось снижением общего уровня их влажности, несмотря на возрастающую интенсивность поглощения воды из осадков. В большей мере это относится к эндосперму, средняя влажность которого после выпадения осадков в начале восковой спелости составила 40 %, в конце восковой спелости — 27—28 и при перестое на корню — лишь 18—24 %. Уровень средней влажности зародыша также значительно понизился, но не опускался ниже 39 %. Следовательно, можно предположить, что определяющим в прорастании семян на корню является уровень дополнительного увлажнения зародыша. Так, прорастание на корню семян озимых культур полной спелости может происходить при сравнительно невысокой их средней влажности — 20—26 %, но влажность зародыша при этом должна быть не менее 40 %.

Таким образом, прорастание на корню семян зерновых культур в ранние фазы спелости происходит при средней влажности зародыша 50—60 % и дополнительном его увлажнении не менее чем на 5 %. В фазу полной спелости это возможно при повышении влажности зародыша на 20—27 % и среднем его уровне не ниже 40 %. Для развития начальных фаз прорастания (наклеивания) влажность эндосперма и семени в целом имеет меньшее значение и изменяется в значительных пределах — от 46 до 20 %.

Конечно, средние данные о влажности семени и зародыша в посеве не раскрывают истинной картины динамики влажности прораставших семян. Тем не менее они с достаточной полнотой дают представление об общих закономерностях этих процессов.

Из данных табл. 4—6 следует, что увлажнение семени и зародыша непосредственно во время дождя и первые часы после дождя сравнительно невелико и, как правило, не достигает уровня, достаточного для прорастания. Необходимое для этого количество воды поступает уже после дождя из незерновой части колоса, которая увлажняется очень быстро и значительно сильнее, чем семена. Незерновая часть колоса является активным накопителем влаги, и если после дождя сохраняется высокая влажность воздуха и быстрого подсушивания колоса не происходит, накопленный запас влаги идет на увлажнение зерновки. Для семени, и особенно зародыша, дождь в таких условиях как бы продолжается еще многие часы и даже дни. Вместе с тем незерновая часть колоса не только быстро увлажняется во время дождя, она достаточно быстро высыхает при благоприятной погоде. Это можно видеть на примере данных табл. 5, полученных в посевах озимой ржи в фазу полной спелости после выпадения осадков 6,7 мм. Следует обратить вни-

мание на резкое повышение влажности растений, скошенных в валки, а также сильно полеглих посевов. В этом случае одного дождя может быть достаточно, чтобы вызвать прорастание семян даже при последующей хорошей погоде.

Влажность эндосперма во время дождя и в первый час после дождя повышалась по фазам созревания на 0,5—1,2%, у зародыша — на 0,7—1,7% (табл. 6), что, конечно, не может привести к прорастанию семян. За последующие 4 сут нахождения растений в камере при относительной влажности воздуха $90 \pm 3\%$ влажность эндосперма в фазу полной спелости увеличилась на 4,3—5%, а зародыша — на 21,6—27,0%. В результате влажность зерна достигла предела, при котором проросло 10—23% семян.

Итак, способность семян прорасти на корню зависит не столько от увлажнения их во время дождя, сколько от их увлажнения в последующий период. Большая степень прорастания семян полной спелости обусловлена в значительной мере тем, что в последующий период их зародыши увлажняются в 4 раза сильнее, чем у семян восковой спелости.

Выводы

1. Прорастание единичных семян в посевах озимой ржи возможно в конце тестообразной спелости зерна, у озимой пшеницы — в начале восковой спелости. У обеих культур это происходит при среднем дополнительном увлажнении зародыша не менее чем 5% и эндосперма — на 2,5—3,0%. При одинаковой норме осадков количество проросших семян в фазу полной спелости в несколько раз больше, чем в фазу начала восковой спелости. Примерно в такой же пропорции повышается влажность семян.

2. Основное значение для начала прорастания имеет уровень дополнительного увлажнения зародыша, второстепенное — степень увлажнения эндосперма. Количество проросших семян озимых культур в фазу полной спелости достигает 10—23% при повышении средней влажности зерна до 23—27% и влажности зародыша до 40% и выше.

3. Во время дождя увлажнение зерна обычно невелико. Основное количество воды в семена поступает после дождя из незерновой части колоса, которая увлажняется быстрее и значительно сильнее, чем семена. Это происходит, если после дождя 1—4 сут сохраняется высокая относительная влажность воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова З. Д., Гуринович О. И. Послеуборочное дозревание семян пшеницы в связи с особенностями анатомического строения и биохимических свойств зерновки. — В сб.: Физиол.-биохим. проблемы семеноводства и семеноведения. Иркутск, 1973, с. 9—14. — 2. Карпов Б. А., Загоскина В. И. Качество и долговечность семян озимых, подвергавшихся прорастанию. — Селекция и семеноводство, 1983, № 6, с. 46—48. — 3. Карпов Б. А. Влажность зародыша и эндосперма зерна пшеницы и ржи при уборке и хранении. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 4, с. 63—69. — 4. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1976. — 5. Коренев Г. В. Биологическое обоснование сроков и способов уборки зерновых культур. — М.: Колос, 1971. — 6. Лубнин М. Г. Оценка погодных условий при уборке урожая зерновых культур. — В кн.: Агрометеорол. условия и продуктив-
- ность сельск. хоз-ва Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеоиздат, 1978, с. 109—117. — 7. Случевская Л. Ф. Послеуборочный рост и развитие зародышей незрелых семян пшеницы. — Докл. ТСХА, 1965, вып. 113, с. 147—155. — 8. Строна И. Г., Макарушин Н. М. Экология семян, ее семеноводческое значение. — В сб.: Селекция и семеноводство, Киев, 1978, вып. 39, с. 79—85. — 9. Федосеев П. Н. Уборка зерновых культур в районах повышенной влажности. — М.: Колос, 1969. — 10. Шибанев П. Н., Беркутова Н. С. Оценка устойчивости сортов озимой ржи к прорастанию на корню. — Сб. тр. НИИСХ ЦРНЗ, 1977, т. 41, с. 137—144. — 11. Goldbach H., Michael G. — Crop. Sci., 1976, vol. 16, N 6, p. 797—799. — 12. Foral A., Bosak Q. — Genetica a Slechteni, 1971, vol. 7, N 2, p. 103—110.

Статья поступила 26 августа 1985 г.

SUMMARY

Dynamics of winter grain crop seeds sprouting in the stands have been studied as to maturity and moistening level. Conditions have been determined which permit sprouting starting from wax ripeness stage and the following stages. Minimal level of additional moistening required has been found. Possibility to forecast the level of green sprouting, seeding and technological qualities of the yield has been stated.