

В. Л. КРЕТОВИЧ и И. С. ПЕТРОВА

## ПРЕВРАЩЕНИЯ СЛИЗЕЙ ПРИ ПРОРАСТАНИИ И СОЗРЕВАНИИ ЗЕРНА РЖИ

(Представлено академиком А. И. Опариным 7 V 1947)

Характерной особенностью зерна ржи является то, что оно содержит значительное количество растворимых в воде высокомолекулярных углеводов, состоящих на 80% из пентозанов<sup>(1)</sup>. Физиологическая роль пентозанов в растении недостаточно ясна. Обычно принято считать, что пентозаны являются главным образом скелетными образованиями и не играют роли запасных веществ. Так, Czapek<sup>(2)</sup> указывает, что галактаны, маннаны и арабаны являются резервными веществами, а пентозаны, содержащие ксилозу и метилпентозаны, участвуют главным образом в построении клеточных стенок растения. В плодах и семенах они содержатся в плодовых и семенных оболочках. Chalmot<sup>(3)</sup> подчеркивал, что накопление пентозанов в растении идет в общем параллельно с образованием скелетных веществ, и только в одном случае он наблюдал уменьшение количества пентозанов при прорастании семян. Далее, Miyake<sup>(4)</sup> отмечает, что при прорастании семян *Phaseolus vulgaris* и *Glycine hispida* содержание пентозанов начинает снижаться только после полного использования всех других углеводов — сахаров и крахмала.

Однако подобная точка зрения, рассматривающая пентозаны лишь как скелетные вещества, в настоящее время должна быть оставлена. Особенно убедительные доказательства роли пентозанов в качестве физиологически подвижных резервных веществ были даны А. М. Палевым<sup>(5)</sup>, наблюдавшим процесс „раздревеснения“ соломы ржи, совпадающий с моментом молочной спелости зерна. Он показал, что не только ксилан, но даже такие малоподвижные вещества, как лигнин и целлюлоза, используются растением в качестве пластических веществ, идущих после соответствующих превращений на построение тканей колоса. Поскольку ржаное зерно, в отличие от зерна других злаков, содержит значительное количество слизей, представляющих растворимые пентозаны, и поскольку их превращения при созревании и прорастании зерна совершенно не изучены, в настоящей работе мы поставили перед собой задачу проследить за количественным и качественным изменением слизей на важнейших стадиях жизни зерна.

Превращения слизей при созревании зерна изучались в течение двух вегетационных периодов — в 1946 и 1947 гг. В 1946 г. образцы зерна отбирались с полей совхоза „Воронцово“ (Московская обл.); в 1947 г. — с опытных полей Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева.

Для изучения превращения слизей при прорастании было взято зерно технической спелости урожая 1946 г. (совхоз „Воронцово“), которое проращивалось между листьями влажной фильтровальной бума-

ги при температуре 18—20° С, после предварительного 4-часового замачивания.

Стремясь уловить не только количественные, но и качественные изменения, которым подвергаются воднорастворимые пентозаны ржаного зерна при созревании и прорастании, мы произвели отдельное определение высоко- и низкомолекулярных пентозанов. Для такого разделения мы воспользовались способностью высокомолекулярных пентозанов осаждаться этиловым спиртом высоких концентраций, начиная с 70% и выше. Методика подобного раздельного определения сводится к следующему. Навеска тщательно растертого в ступке или (если позволяла влажность зерна) размолотого зерна переносилась водой в мерную колбу соответствующего объема (отношение навеска/объем = 1/20). Объем жидкости в колбе доводился до метки, все тщательно перемешивалось и оставлялось на 30 мин. при комнатной температуре. Затем болтушка центрифугировалась, осадок отбрасывался, а из полученного раствора отбирались две пробы по 50 мл.

Первые 50 мл употреблялись для непосредственного определения суммы воднорастворимых пентозанов по методу Толленс—Кребера. Ко вторым 50 мл прибавлялось 6-кратное количество 90% этилового спирта и раствор оставлялся на ночь. Выпавший осадок пентозанов количественно переносился на фильтр, и затем в нем (вместе с фильтром) определялись пентозаны по методу Толленс—Кребера. Это определение (после внесения поправки на возможное содержание пентозанов в фильтре) давало количество высокомолекулярных пентозанов. Разность между первым и вторым определением давала содержание низкомолекулярных пентозанов, не осаждаемых спиртом.

Для того чтобы проконтролировать результаты, полученные при пользовании этим способом разделения воднорастворимых пентозанов на высоко- и низкомолекулярные, мы в зерне урожая 1947 г. исследовали также содержание пентоз.

Методика определения пентоз была следующая: навеска растертого или размолотого зерна трижды извлекалась при температуре 75° С 80% спиртом, обычно рекомендуемым для извлечения сахаров из растительного материала. Спиртовые вытяжки фильтровались, спирт от-

Таблица 1

	Зерно урожая 1946 г.								Зерно урожая 1947 г.		
	Созревание					Прорастание			Созревание		
	Молочн. спелость 27 VI	Ранняя воск. спелость 1 VII	Воск. спелость 8 VII	Воск. спелость 11 VII	Технич. спелость 24 VII 29 VIII	3-й день	6-й день	Ранняя воск. спелость 7 VII	Воск. спелость 11 VII	Технич. спелость 29 VII	
Влажность . . . . .	64,3	60,1	51,1	49,0	10,1 12,4	53,2	67,2	59,9	51,7	11,5	
Общее количество воднорастворимых пентозанов, в % на сухой вес . . . . .	2,47	2,19	1,95	1,96	1,34 1,38	3,13	4,07	1,88	1,48	1,07	
Высокомолекулярные пентозаны, в % на сухой вес . . . . .	1,80	1,85	1,95	1,90	1,31 1,37	2,76	2,98	1,51	1,43	1,00	
Низкомолекулярные пентозаны, в % на сухой вес . . . . .	0,67	0,34	0,00	0,06	0,03 0,01	0,37	1,09	0,37	0,05	0,07	
Свободные пентозы, в % на сухой вес . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,28	0,03	0,00	

гонялся в вакууме при температуре 45° С, остаток обрабатывался 50 мл теплой воды. К полученному профильтрованному водному раствору прибавлялось 10 мл 10% суспензии хлебопекарных прессованных дрожжей, и болтушка помещалась на 3 часа в термостат при 30° С для удаления гексоз путем сбраживания. После сбраживания этих последних раствор фильтровался, и в фильтрате определялись пентозы по методу Толленс—Кребера (производилось, конечно, контрольное определение пентоз в дрожжах после 3-часового брожения).

Результаты анализов представлены в табл. 1.

Из этих данных видно, что на первых стадиях созревания зерна происходит резкое снижение общего количества воднорастворимых пентозанов, главным образом за счет полного исчезновения к стадии восковой спелости низкомолекулярных пентозанов фракции, состоящей, повидимому, в основном из свободных пентоз. На более поздних стадиях созревания как падение содержания общего количества пентозанов, так и идущее параллельно падение содержания высокомолекулярных пентозанов замедляется, и в зерне технической зрелости их количество достигает минимальной величины. Очевидно, этот процесс объясняется переходом растворимых высокомолекулярных пентозанов в нерастворимые формы скелетных гемицеллюлоз клеточных стенок.

При прорастании мы имеем обратный процесс: резкое увеличение общего количества воднорастворимых пентозанов, идущее вначале за счет накопления высокомолекулярных, а затем главным образом низкомолекулярных пентозанов. Очевидно, накопление растворимых высокомолекулярных пентозанов и превращение высокомолекулярных пентозанов в низкомолекулярные представляют процессы, обусловленные действием соответствующих ферментов, принадлежащих к группе гемицеллюлаз. Исследование природы и условий действия этих ферментов как в живом зерне, так и в той автолитической смеси, которую представляет тесто, является задачей дальнейших исследований.

Институт хлебопекарной промышленности  
Москва

Поступило  
7 X 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. Л. Кретович и И. С. Петрова, Биохимия, 12, 97 (1947). <sup>2</sup> F. Czarek, Biochemie der Pflanzen, 1, 654 (1922). <sup>3</sup> G. Chalmot, Amer. Chem., J., 15, 276 (1894); 16, 539 (1895). <sup>4</sup> M. Miyake, J. Coll. Agric. Sapporo, 4, 8 (1912). <sup>5</sup> А. М. Палеев, Биохимия, 2, 3 (1937); 3, 258 (1938).