

В. Л. КРЕТОВИЧ, А. И. СОКОЛОВА и Е. Н. УШАКОВА

**ОБ УСТОЙЧИВОЙ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЕЕ ВЛИЯНИИ  
НА РАБОТУ ЛИПАЗЫ**

*(Представлено академиком А. Н. Багом 8 III 1940)*

Как известно, устойчивой влажностью называют такую влажность, при которой прекращается обмен влагой между данным телом и воздухом.

Вопрос об устойчивой влажности зерна и его гигроскопичности представляет большой теоретический и практический интерес, так как действие ферментов, дыхание, а следовательно, и сохранность зерновых масс при хранении зависят в первую очередь от влажности зерна, которая, как известно, меняется при изменениях влажности воздуха. Несмотря на все значение этого вопроса, до сего времени имеется ограниченное число работ, посвященных гигроскопичности и устойчивой влажности зерна.

Немногочисленность литературных данных по разбираемому вопросу (1-5), полученных к тому же с западно-европейскими или американскими пшеницами, заставила нас подвергнуть исследованию наши пшеницы.

В первую очередь была количественно исследована связь между относительной влажностью воздуха и влажностью зерна. Вместе с тем нас интересовал вопрос об изменениях жира во время хранения зерна различной влажности. Нашей предыдущей работой (6) было установлено, что в хранящемся свежесобранном зерне жир чрезвычайно отзывчив на изменения влажности: в зависимости от влажности в зерне идет синтез глицеридов или их гидролиз, т. е. изменяется направление действия липазы. Представлялось необходимым проверить этот факт на зерне, прошедшем послеуборочное дозревание. Для этой цели мы в наших опытах параллельно с определениями влажности произвели определения кислотности эфирной вытяжки.

Методика сводилась к следующему: 5 г размолотого зерна экстрагировалось 1 час сухим серным эфиром в аппарате Сокслета на 50 мл, и полученный экстракт титровался 0,01 N щелочью с фенолфталеином; результаты титрования выражались в мл 0,01 N щелочи на 1 г абсолютно сухого зерна.

Для опытов мы воспользовались двумя образцами пшеницы, резко различающимися по содержанию белка, по консистенции и систематическому положению, а также образцами ржи и овса; были взяты: пшеница Гордейформе, содержавшая 12,1% сухой клейковины и 12,55% влаги, и Милттурум, содержавшая 9,2% сухой клейковины и 13,1% влаги, рожь сорта «Вятка» и овес сорта «Победа».

В эксикаторы, содержавшие серную кислоту определенного удельного веса, создававшую в них соответствующую относительную влажность

воздуха, в плоских весовых стаканчиках слоем 1 см помещалось зерно. Для того чтобы облегчить обмен воздуха, в эксикаторе вместо фарфорового вкладыша помещалась сетка с крупными ячейками, сделанная из тонких стеклянных палочек. Удельный вес серной кислоты определялся пикнометрически как среднее из четырех определений, и полученная величина служила для интерполяции соответствующей относительной влажности по таблицам Landolt-Börnstein'a. Через каждые пять дней стаканчики с зерном взвешивались, причем опыт был прекращен через 36 суток после достижения зерном постоянного веса. Эксикаторы находились в помещении с температурой около 16,5°.

После окончания опыта зерно размалывалось и высушивалось до постоянного веса при 105°; в случае зерна из эксикаторов, в которых относительная влажность воздуха составляла 90 и 80%, влажность зерна во избежание усыхания при размоле определялась с предварительной подсушкой при 105°; расчет влажности при этом производился по обычной формуле (?).

При сравнении устойчивой влажности у исследованного нами зерна видно, что наибольших величин она достигает у ржи, а наименьших у овса, пшеница занимает промежуточное положение (табл. 1).

Таблица 1

Связь между относительной влажностью воздуха, влажностью зерна и кислотностью эфирной вытяжки

Относительная влажность воздуха в %	Влажность зерна в %				Кислотность эфирной вытяжки мл 0,01 N на 1 га			
	стекловидная пшеница	мучнистая пшеница	рожь	овес	стекловидная пшеница	мучнистая пшеница	рожь	овес
90	19,05	19,31	20,14	18,22	0,61	0,63	1,07	2,16
80	—	—	17,52	16,00	0,42	0,50	0,91	1,39
70	13,70	12,14	14,50	13,26	0,37	0,42	0,81	1,16
50	12,05	12,45	12,46	11,11	0,29	0,39	0,68	1,07
30	9,54	9,86	10,54	9,15	0,26	0,35	0,62	0,89
15	6,80	7,17	7,30	6,36	—	—	0,52	0,94
Над концентрированной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	—	5,55	4,59	—	—	0,43	0,89
Контроль (зерно, хранившееся в лаборатории)	11,92	12,23	12,15	10,94	0,30	0,41	0,71	1,15

Данные о кислотности эфирной вытяжки говорят о том, что и в зерне, прошедшем послеуборочное дозревание, направление действия липазы зависит от влажности зерна: при повышенной влажности гидролиз глицеридов жира, сопровождающийся накоплением в нем свободных жирных кислот, преобладает над синтезом, в то время как при подсыхании зерна, наоборот, преобладает синтез над гидролизом, и поэтому содержание в жире свободных жирных кислот падает.

Таким образом действие липазы в дозревшем хранящемся зерне также указывает на применимость к нему гипотезы Вант-Гоффа, согласно которой направление действия гидролитических энзимов в организме регулируется содержанием в нем влаги.

Дальнейшие наши опыты имели целью сравнение разного по качеству пшеничного зерна в отношении его способности сорбировать или десорбировать паробразную влагу.

Имеются указания, что стекловидное зерно обычно содержит меньше воды, чем мучнистое зерно. Необходимо было проверить эти наблюдения в строгих условиях опыта. Если бы для этой цели мы подобрали образцы зерна различной стекловидности, не учитывая при этом разного содержания в них протеина, являющегося наиболее гидрофильным телом из всех веществ, слагающих зерно, то трудно было бы выяснить влияние фактора стекловидности. Поэтому мы подобрали образцы зерна разных сортов таким образом, что зерно одного сорта при одинаковом содержании протеина различалось по стекловидности, и, наоборот, имея одинаковую стекловидность, различалось по содержанию протеина\*.

Опыты проводились тем же методом, что и ранее, но при двух относительных влажностях—68% и 30%. Опыт с сорбцией проводился при температуре 18° и продолжался 27 суток, опыт с десорбцией (30% относительной влажности) проводился при температуре 25° и продолжался 43 суток.

Результаты опытов с зерном разной стекловидности, но с одинаковым содержанием протеина, сведены в табл. 2.

Таблица 2

Устойчивая влажность пшениц с одинаковым содержанием протеина, но с разной стекловидностью

Сорт	Стекло-видность в %	Протеин	Конечная влажность зерна в %	
			при относительной влажности 68%	при относительной влажности 30%
Ново-Крымка	87	13,74	13,15	7,78
	35	13,10	13,19	8,02
Крымка . .	87	15,92	13,18	7,65
	4	15,96	13,25	8,02
Кооператорка	73	13,45	13,09	7,56
	15	13,11	13,18	8,00
Размах колебаний . . .			0,16	0,46

Таблица 3

Сорт	Стекло-видность в %	Протеин в %	Конечная влажность зерна в %	
			при относительной влажности 68%	при относительной влажности 31%
Цезиум .	92	12,9	13,60	8,97
	90	19,9	12,97	8,71
Лютеценс	58	12,0	13,09	9,08
	50	16,7	13,07	9,00
»	50	14,2	13,01	8,60
	52	17,2	12,90	8,76
»	54	12,7	13,53	9,02
	54	18,6	12,91	8,92
»	51	11,9	13,24	8,41
	52	18,9	12,83	8,83
Размах колебаний . . .			0,70	0,67

Таким образом очевидно, что стекловидное зерно менее гигроскопично, чем мучнистое; правда, наблюдаемые различия во влажности весьма невелики.

Можно было думать, что скорость сорбции и десорбции влаги стекловидным и мучнистым зерном различны. Наши расчеты, основанные на данных опытов, показали, что скорость процесса практически одинакова для стекловидного и мучнистого зерна.

Результаты опытов с зерном одной стекловидности, различающимся по содержанию протеина, приведены в табл. 3;  $t^{\circ}=24^{\circ}$ , продолжительность опыта при 68% 28 суток, при 31% 20 суток.

Данные табл. 2 и 3 указывают на то, что разное содержание протеина в зерне больше сказывается на его гигроскопичности, чем различие в стекловидности. Интересно, что зерно, содержащее больше белка, против ожидания, является менее гигроскопичным.

\* За подбор образцов приносим благодарность проф. Н. С. Суворову.

Вместе с тем выясняется существенное обстоятельство: даже очень большие различия в химическом составе зерна очень мало сказываются на его гигроскопичности, максимальные колебания влажности находятся в пределах 0,7%.

Далее нам представлялось интересным проследить влияние прогревания зерна при различных температурах на его гигроскопичность, поскольку од-

Таблица 4

Зерно прогрето при $t^{\circ}$	Влажность зерна после прогревания в %	Конечная влажность зерна в %
Контроль	11,01	13,48
40°	9,63	13,48
50°	8,51	13,28
60°	8,10	13,24
70°	7,20	12,58

изменения физических свойств белков клейковины, конечная влажность зерна уменьшается, причем это уменьшение особенно заметно для зерна, прогретого при 70°, когда клейковина отмывалась уже с трудом. Подобные же результаты были получены Гоголевым в опытах с семенами масличных культур (9).

Институт биохимии  
Академии Наук СССР

Поступило  
15 III 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> D. A. Coleman и H. Fellows, *Cereal Chemistry* 2, 275 (1925).  
<sup>2</sup> T. H. Fairbrother, *Cereal Chemistry*, 6, 379 (1929). <sup>3</sup> L. Rap, *Cereal Chemistry*, 8, 250 (1931). <sup>4</sup> А. Кизель и К. Гордиенко, *Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биологии*, 46 (6), 339 (1937). <sup>5</sup> L. P. Marion, *Annales de physiologie et de physicochimie biologique*, 14, 244 (1938). <sup>6</sup> В. Кретович, А. Соколова и Е. Ушакова, *ДАН*, XXVI, № 5 (1940). <sup>7</sup> Н. Козьмина и В. Кретович, *Химия зерна и продуктов его переработки*, 2 изд. (1938). <sup>8</sup> В. Кретович и Е. Рязанцева, *ДАН*, 3, № 9 (1935).  
<sup>9</sup> Ф. Т. Гоголев, *Теория и практика сушки масличных семян* (1934).