

А. П. ПРОХОРОВА и В. Л. КРЕТОВИЧ

## ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН ЗЕРНОВОЙ МАССЫ В ЭЛЕВАТОРЕ И СКЛАДЕ

(Представлено академиком А. И. Опариным 6 IX 1948)

Исследование дыхательного газообмена зерна представляет существенный теоретический и практический интерес. Теоретически этот вопрос важен в связи с изучением обмена веществ и, в частности, дыхания организма, находящегося в состоянии покоя. Практическое значение этого вопроса заключается в том, что от интенсивности дыхания зерновой массы зависят размеры так называемой «естественной» убыли зерна при хранении.

До сего времени изучение характера и интенсивности дыхания зерна производилось почти исключительно в малых порциях зерна, в лабораторных условиях (1). Дыхательный газообмен зерновой массы, хранящейся в течение длительного времени в силосах элеватора и складах, почти не подвергался исследованию.

Между тем, изучение изменения состава воздуха межзернового пространства непосредственно в производственной обстановке представляет большой интерес с точки зрения выяснения газового режима больших зерновых масс и его влияния на характер и энергию дыхания зерна, а также на развитие и жизнедеятельность микрофлоры и амбарных вредителей.

Имеющиеся данные Лиллевика и Геддеса (2) касаются содержания кислорода и углекислого газа в толще хранящегося в элеваторе льняного семени, пшеницы и ячменя. Результаты анализов показали, что в некоторых случаях воздух межзернового пространства по своему составу резко отличался от нормального. Однако в литературе отсутствуют данные, показывающие картину изменений состава воздуха межзернового пространства при длительном хранении больших масс зерна.

С целью получения подобных сведений была проведена данная работа\*.

На хранение были заложены в августе 1947 г. партии зерна пшеницы и ржи урожая 1946 и 1944 гг., имевшего всхожесть 95—96% и влажность 12—13%. Зерновая примесь составляла около 2%, сорная примесь около 1%. Зерно не было заражено амбарными вредителями и не подвергалось газации и сушке. В отношении эпифитной микрофлоры зерно было вполне доброкачественным, так как *Bacterium herbicola* составляла 98—99% всей его микрофлоры. Хранение продолжалось в течение года в деревянных силосах высотой 18 м элеватора линейного типа.

\* Работа проведена Центральной научно-исследовательской лабораторией Министерства государственных резервов СССР под руководством В. Л. Кретовича.

Для изъятия проб воздуха из разных слоев межзернового пространства в силосах были установлены газовые трубы, оканчивающиеся на глубинах: 2; 5; 10 и 15 м. С помощью этих труб производилось отсасывание воздуха из указанных горизонтов насыпи в зимнее время — насосом, в теплое время — аспиратором.

Количество кислорода определялось аппаратом Орса, а углекислый газ — путем его поглощения титрованным раствором едкого бария.

Одновременно с отбором проб воздуха, при помощи вмонтированных у окончания труб электрических термометров сопротивления, производилось измерение температуры зерна, а также определялись его влажность, всхожесть и производился микробиологический анализ. Велись также наблюдения за относительной влажностью и температурой воздуха в надсилосном и подсилосном помещениях элеватора.

Для более полного изучения газового режима зерновой массы, хранящейся в разных условиях, производились также наблюдения над двумя партиями пшеницы, находящимися в складах. Одна из них хранилась с 1944 г. (3 года до начала экспериментальных работ) в деревянном складе с подпольем, без подработок и перемещений. Другая была заложена на хранение в 1947 г. в каменный, обшитый изнутри тесом склад без подполья.

Указанные партии пшеницы характеризовались показателями, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Качество зерна, хранящегося в складах

| Тип хранилища                             | Тип—<br>подтип | Год<br>урожая | Натура,<br>г | Влаж-<br>ность,<br>% | Сорная<br>примесь, % | Зерновая<br>примесь,<br>% | Всхо-<br>жесть,<br>% |
|---|----------------|---------------|--------------|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| Склад каменный без<br>подполья . . . . .  | IV—3           | 1946          | 765          | 12,6                 | 0,84                 | 3,40                      | 95,0                 |
| Склад деревянный с<br>подпольем . . . . . | IV—3           | 1944          | 782          | 13,6                 | 0,73                 | 3,42                      | 95,0                 |

В результате годичного хранения зерна как в элеваторе, так и в складах существенных изменений его качества не наблюдалось.

В течение года температура зерновой массы в силосах колебалась от  $+19^{\circ}$  до  $+7^{\circ}$  С, а в складах — от  $+20^{\circ}$  до  $+8^{\circ}$  С.

Систематическое изучение эпифитной микрофлоры и, в частности, наличия *Bacterium herbicola* показало, что в течение всего срока хранения подопытное зерно оставалось вполне доброкачественным во всех слоях насыпи.

При исследовании состава воздуха межзернового пространства в процессе хранения зерна в силосах в течение первых 3 месяцев (август, сентябрь, октябрь) наблюдалось увеличение содержания  $\text{CO}_2$  до 0,87% и понижение содержания кислорода до 14,8%. Наибольшие изменения происходили в средних горизонтах силоса, на глубине 10—15 м. С наступлением зимнего времени года зерновая масса подвергалась естественному охлаждению и вентиляции путем открывания силосных люков. Именно этим объясняется последующее падение содержания углекислоты и нарастание содержания кислорода в воздухе межзернового пространства.

Результаты наблюдений за силосом, заполненным пшеницей, представлены на рис. 1.

Колебания состава воздуха в силосе, заполненном рожью, приведены в табл. 2.

Полученные данные указывают на то, что состав воздуха в силосах по всей глубине зернового массива незначительно отличается от нормального.

Таблица 2

| Глубина, м | СО <sub>2</sub> , % | О <sub>2</sub> , % |
|------------|---------------------|--------------------|
| 2          | 0,11—0,18           | 19,0—19,5          |
| 5          | 0,14—0,16           | 18,7—19,8          |
| 10         | 0,17—0,27           | 18,1—19,1          |
| 15         | 0,13—0,17           | 18,3—18,9          |

Что касается складов, то в межзерновом пространстве пшеницы, хранящейся без перемещений в течение 3 лет в складе с подпольем, содержание углекислого газа за весь годичный период наблюдений составляло не более 0,28%, а кислорода от 17,2 до 19,8%.

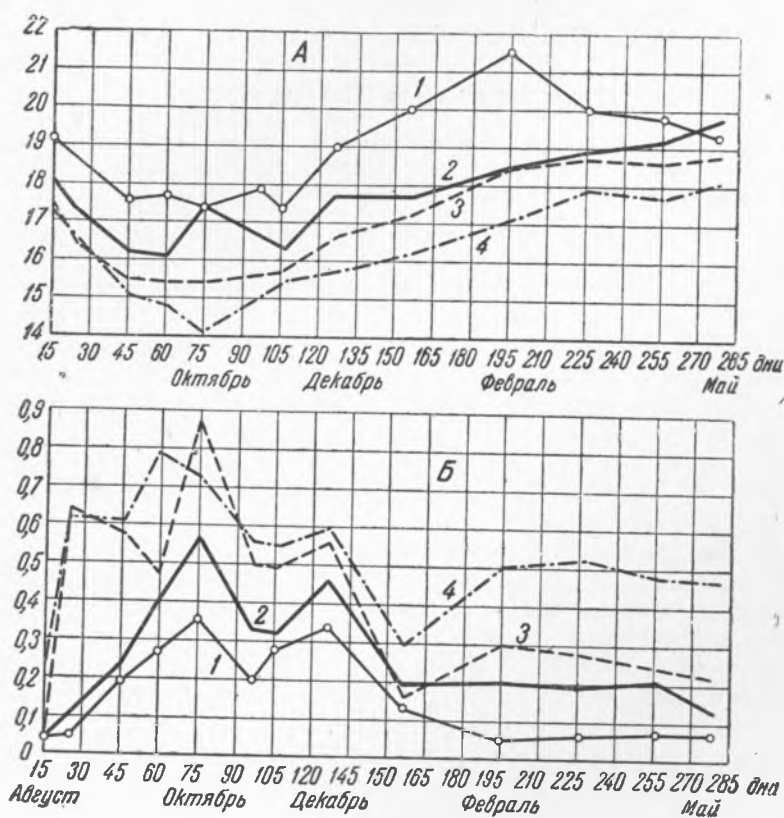


Рис. 1. Содержание кислорода (А) и углекислого газа (Б) в воздухе межзернового пространства пшеницы, хранящейся в силосе элеватора. Содержание газа: 1 — на глубине 2,0 м; 2 — на глубине 5,0 м; 3 — на глубине 10,0 м; 4 — на глубине 15,0 м

В межзерновом пространстве каменного склада без подполья, заполненного сухой пшеницей в августе 1947 г., на протяжении 272 дней хранения в воздухе содержалось СО<sub>2</sub> от 0,14 до 0,33% и О<sub>2</sub> от 17,0 до 19,9%.

Полученные нами данные позволяют прийти к заключению о том, что в условиях средней полосы СССР при длительном хранении в

элеваторе и складе зерна пшеницы и ржи с влажностью 12—13% концентрация углекислого газа в межзерновом пространстве не превышает 1%. Содержание кислорода в толще насыпи колеблется при этом, в среднем, в пределах от 17 до 19%. При хранении зерна как в силосах элеватора, так и складах наибольшие изменения состава воздуха межзернового пространства наблюдаются в средних горизонтах насыпи.

Полученные нами данные вместе с тем ясно указывают на сравнительно легкое проникновение холодного зимнего воздуха в межзерновое пространство заполненного зерном силоса при его проветривании через силосные люки.

Если учесть данные Денни<sup>(3)</sup>, то результаты нашей работы указывают также на то, что при хранении в силосах и складах сухого зерна, систематически проветриваемого при подходящей погоде, не наблюдается такого значительного повышения концентрации углекислого газа и резкого снижения концентрации кислорода, которое могло бы привести к изменению характера дыхания зерновой массы и появлению в ней процесса интрамолекулярного дыхания.

Институт биохимии им. А. Н. Баха  
Академии наук СССР

Поступило  
6 IX 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. Кретович, Физиолого-биохимические основы хранения зерна, 1945.  
<sup>2</sup> H. Lillevik and W. Geddes, *Cer. Chem.*, **20**, 318 (1943). <sup>3</sup> F. Denby  
*Contributions from the Boyce-Thompson Institute*, **14**, 383 (1947).