

В. А. ЗЕНЧЕНКО

## ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТЫ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В ЗАРОДЫШАХ И ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ \*

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 11 V 1954)

Влияние географической широты на дыхание и на активность окислительных ферментов у растений исследовалось рядом авторов.

Изучая дыхание наземных растений и водорослей на острове Кильдин, Ф. Н. Крашенинников и Н. И. Соковнина <sup>(1)</sup> отметили высокую интенсивность дыхания у *Betula папа* на Крайнем Севере. Мюллер <sup>(2)</sup> подтвердил это, показав, что северным видам растений свойственна более высокая интенсивность дыхания, чем южным. А. Л. Курсанов и Н. Н. Крюкова <sup>(3)</sup> установили возрастание активности пероксидазы у древесных пород с продвижением их на север. Н. Н. Иванов и М. И. Лишкевич <sup>(4)</sup> обнаружили более высокую активность каталазы в семенах ячменей из северных географических пунктов, чем из южных. Согласно С. Елизаровой <sup>(5)</sup>, активность каталазы у проростков северных форм ячменей выше, чем у проростков южных форм, и осенью и зимой выше, чем летом. По наблюдениям С. А. Каспаровой с сотр. <sup>(6-8)</sup>, в листьях растений за Полярным кругом при наступлении низких температур активность окислительных процессов также повышается; в зимующих органах растений у сортов, приспособленных к условиям Крайнего Севера, активность окислительных процессов выше, чем у неприспособленных; интенсивность дыхания и активность пероксидазы в клубнях картофеля на севере выше, чем на юге. Сахарная свекла, как сообщает И. Ф. Бузанов <sup>(9)</sup>, в северных географических условиях обладает более интенсивным дыханием и более высокой активностью пероксидазы и каталазы, чем в южных. И. Я. Веселов и Л. Г. Чернышова <sup>(10)</sup> установили, что во время прорастания интенсивность дыхания ячменя, созревшего при более низкой температуре, выше интенсивности дыхания ячменя, созревшего при более высокой температуре.

В зерне наиболее существенной частью является зародыш. Из него впоследствии развивается растение, и его дыхание в основном определяет дыхание зерна. Поэтому нам представлялось важным исследовать активность пероксидазы именно в зародышах и в проростках ячменей, созревших в различных географических условиях.

В качестве материала для работы нами были использованы сорта ячменей: 1) Прекоциус 143 репродукции Харьковской и Красноводопадской госселекстанций, урожая 1949 г., Таджикской госселекстанции и лаборатории при исследовательском сортоучастке колхоза «Роте Фане» Павлодарской обл. Казахской ССР, урожая 1948 г., и Ленинанканской госселекстанции, урожая 1943 г.; 2) Винер репродукции Харьковской госселекстанции, урожая 1949 г., Фаленской (Кировская обл.), Таджикской и Тулунской (Иркутская обл.) госселекстанции, урожая

\* В работе приняла участие Л. Г. Вербицкая.

1948 г.; 3) Нутанс 187 репродукции Красноводопадской и Харьковской госселекстанций, урожая 1949 г.; 4) Европеум 353/133 репродукции Харьковской госселекстанции, урожая 1949 г., Таджикской госселекстанции и колхоза «Роте Фане» Павлодарской обл., урожая 1948 г.; 5) Хорджау 18 репродукции Таджикской и Красноводопадской госселекстанций, урожая 1948 г.

Для лучшего отделения зародыша от эндосперма зерна ячменя слегка намачивались в течение 10 час. при температуре не выше 5°, причем набухали лишь оболочки, а эндосперм оставался сухим. Проращивание семян после двухсуточного замачивания (10—12°) производилось в темноте во влажной камере на смоченной водой фильтровальной бумаге или во вращающихся барабанчиках при непрерывной вентиляции в течение 5 суток при температуре 12—14°. Все образцы ячменя проращивались в одинаковых условиях. В отделенных от эндоспермов зародышах и проростках определялась активность пероксидазы окислением пирогаллола в пурогаллин с последующим колориметрированием <sup>(11)</sup>.

Результаты определения активности пероксидазы в зародышах ячменя представлены в табл. 1, А, в которой станции расположены в порядке возрастания их географической широты. Если в пределах каждого сорта разбить образцы ячменя на 2 группы: 1) ячмени, выращенные на более южных станциях, и 2) ячмени, выращенные на более северных станциях, вычислить для каждой из этих групп ячменей среднее арифметическое из величин активности пероксидазы, как это сделано в табл. 1, можно убедиться, что почти у всех сортов в зародышах ячменей, выращенных и созревших в более северных условиях, средняя активность пероксидазы выше, чем в зародышах ячменей, выращенных и созревших в более южных условиях. В среднем по всем сортам выявляется та же зависимость.

Таблица 1

Активность пероксидазы в зародышах и проростках ячменей  
(в граммах пурпурогаллина за 1 час на 1 г сух. веса)

| Сорта                    | Таджикская<br>ст. 38,6° с. ш. | Ленинград-<br>ская ст. 40,8°<br>с. ш. | Красно одо-<br>падская ст.<br>41,4° с. ш. | Харьковская<br>ст. 40,0° с. ш. | Колхоз "Роте<br>Фане" Павло-<br>дарской обл. | Тульская<br>ст. 54,5° с. ш. | Фаленская<br>ст. 58,4° с. ш. | Среднее          |                     |  |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|---------------------|--|
|                          |                               |                                       |                                           |                                |                                              |                             |                              | южные<br>станции | северные<br>станции |  |
| А. В зародышах           |                               |                                       |                                           |                                |                                              |                             |                              |                  |                     |  |
| Прекоциус 143 . . . . .  | 10,08                         | 11,25                                 | 11,04                                     | 15,83                          | 11,42                                        | 18,34                       | 16,68                        | 10,79            | 13,62               |  |
| Винер . . . . .          | 13,34                         |                                       |                                           | 14,03                          |                                              |                             |                              | 13,68            | 17,51               |  |
| Нутанс 187 . . . . .     |                               |                                       | 15,36                                     | 14,63                          |                                              |                             |                              | 15,36            | 14,63               |  |
| Европеум 353/133 . . . . | 15,37                         |                                       |                                           | 22,90                          | 11,75                                        |                             |                              | 15,37            | 17,32               |  |
| Хорджау 18 . . . . .     | 17,56                         |                                       | 21,50                                     |                                |                                              |                             |                              | 17,56            | 21,50               |  |
| Среднее . . . . .        |                               |                                       |                                           |                                |                                              |                             |                              | 14,60            | 16,92               |  |
| Б. В проростках          |                               |                                       |                                           |                                |                                              |                             |                              |                  |                     |  |
| Прекоциус 143 . . . . .  | 103,1                         | 74,5                                  | 87,9                                      | 113,4                          | 69,6                                         | 182,0                       | 83,9                         | 88,5             | 91,5                |  |
| Винер . . . . .          | 132,4                         |                                       |                                           | 123,2                          |                                              |                             |                              | 127,8            | 133,0               |  |
| Нутанс 187 . . . . .     |                               |                                       | 89,9                                      | 108,3                          |                                              |                             |                              | 89,9             | 108,3               |  |
| Европеум 353/133 . . . . | 84,2                          |                                       |                                           | 108,6                          | 115,5                                        |                             |                              | 84,2             | 112,0               |  |
| Хорджау 18 . . . . .     | 127,6                         |                                       | 154,9                                     |                                |                                              |                             |                              | 127,6            | 154,9               |  |
| Среднее . . . . .        |                               |                                       |                                           |                                |                                              |                             |                              | 103,6            | 119,9               |  |

Результаты определения активности пероксидазы в проростках ячменей представлены в табл. 1, Б, из которой видно, что при прорастании семян активность пероксидазы в зародышах значительно возрастает (в

среднем по всем нашим образцам более, чем в 7 раз). Степень этого увеличения у разных образцов ячменя была различна. Так, например, у ячменя сорта Европеум репродукции Харьковской станции активность пероксидазы в зародышах увеличилась при прорастании в 4,7 раза, а у ячменя сорта Прекоциус репродукции Таджикской станции — в 10,2 раза. Но, подсчитав среднюю активность пероксидазы в проростках из семян ячменей, выращенных на более южных станциях, и в проростках из семян ячменей, выращенных на более северных станциях (табл. 1), мы видим, что у проростков сохраняется та же закономерность, что и у зародышей. В пределах каждого сорта и в среднем по всем сортам проростки из семян ячменей северных станций обладают в среднем большей активностью пероксидазы, чем проростки из семян ячменей южных станций, хотя проращивание их производилось при одинаковой температуре и в одинаковых условиях.

Кроме пероксидазы, у растений существует еще ряд дыхательных ферментов и систем <sup>(12)</sup>. В дыхании зародышей и проростков ячменя на ранних этапах прорастания, как показали Д. М. Михлин и П. А. Колесников <sup>(13)</sup>, а также Н. Н. Крюкова <sup>(14)</sup>, преобладающее значение принадлежит цитохромной системе. Однако ввиду широкого распространения пероксидазы среди растений, участия ее в окислительных процессах в сочетании с другими дыхательными системами, в частности с цитохромной <sup>(12, 15)</sup>, и высокой ее активности у зародышей и проростков можно полагать, что и ее роль в дыхании зародышей и проростков ячменя также значительна. На связь дыхания с деятельностью пероксидазы у растений указывают Н. Н. Дьячков <sup>(16)</sup>, А. Л. Курсанов <sup>(17)</sup>, С. М. Прокошев <sup>(18)</sup> и др. Отсюда понятно соответствие наших данных по определению активности пероксидазы в проростках ячменей данным И. Я. Веселова и Л. Г. Чернышовой <sup>(10)</sup>, отметивших более высокую интенсивность дыхания у прорастающих семян ячменей, созревающих при более низкой температуре, по сравнению с прорастающими семенами ячменей, созревающих при более высокой температуре. Вместе с тем наши данные вызывают сомнения в правильности утверждения С. Елизаровой <sup>(5)</sup>, что географическая широта репродукции семян не сказывается на активности каталазы у проростков.

Итак, из изложенного мы можем сделать следующие выводы.

1. Наши данные, так же как и данные А. Л. Курсанова и Н. Н. Крюковой <sup>(3)</sup>, полученные на древесных растениях, свидетельствуют об ограниченности представлений Мюллера <sup>(2)</sup>, что высокая интенсивность дыхания северных растений является препятствием их распространению на юг, и показывают, что диапазон приспособления ячменей по активности пероксидазы в их зародышах к различным географическим условиям весьма широк.

2. Полученные нами результаты говорят о том, что на зародыш созревающего семени можно смотреть как на молодое растение, находящееся на раннем этапе развития и обладающее присущими молодому растению качествами. Известно, что молодое растение особенно легко поддается изменяющим воздействиям среды и вызванные у него изменения закрепляются в последующей жизни растения. Это довольно хорошо показано многими авторами на проростках. В нашем случае более высокая активность пероксидазы в зародышах ячменей северных репродукций по сравнению с южными явилась результатом воздействия на формирующийся зародыш созревающего семени (т. е. на более ранней фазе развития растения, чем прорастание) более низких температур на севере по сравнению с температурами на юге. Указанное различие сохранилось и у проростков из семян, несмотря на то, что и те и другие семена проращивались при одинаковой температуре. На проростки можно смотреть как на дальнейший по сравнению с зародышами созревающих семян этап развития растения. Таким образом, уже у зародыша созревающего

семени проявляется способность молодого организма приобретать под влиянием внешнего воздействия (температура) определенные свойства (активность пероксидазы) и сохранять их на последующем этапе развития (при прорастании).

В заключение автор выражает глубокую благодарность проф. И. Я. Веселову за ценные советы и указания.

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт пивоваренной промышленности  
МППТ СССР

Поступило  
23 IV 1954

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ф. Н. Крашенинников, Н. И. Соковнина, Тр. Бот. инст. МГУ (1925),  
<sup>2</sup> D. Müller, *Planta*, **6**, 22 (1922). <sup>3</sup> А. Л. Курсанов, Н. Н. Крюкова,  
Биохимия, **10**, 97 (1945). <sup>4</sup> Н. Н. Иванов, М. И. Лишкевич, Тр. по прикл.  
бот., ген. и сел., **21**, в. 4, 3 (1928—1929). <sup>5</sup> С. Елизарова, Биохимия, **2**, 442  
(1937). <sup>6</sup> С. А. Каспарова, Биохимия, **13**, 441 (1948). <sup>7</sup> С. А. Каспарова,  
С. М. Вартапетян, Рефер. н.-иссл. работ за 1945 г., отд. биол. наук АН СССР,  
80, 81 (1947); ДАН, **60**, 1577 (1948); Биохимия, **13**, 482 (1948). <sup>8</sup> С. А. Каспарова,  
Т. А. Проскурникова, ДАН, **42**, 369 (1944). <sup>9</sup> И. Ф. Бузанов, Агробологи-  
ческие свойства и производственные показатели сахарной свеклы в связи с кли-  
матом, Авторефер. диссерт., М., 1953. <sup>10</sup> И. Я. Веселов, Л. Г. Чернышова,  
Тр. ВНИИ пивов. промысл., **18** (1950). <sup>11</sup> А. Н. Белозерский, Н. И. Про-  
скуряков, Практическое руководство по биохимии растений, 1951. <sup>12</sup> Д. М. Мих-  
лин, Усп. совр. биол., **33**, 1 (1952). <sup>13</sup> Д. М. Михлин, П. А. Колесников,  
Биохимия, **12**, 452 (1947). <sup>14</sup> Н. Н. Крюкова, Биохимия, **14**, 538 (1949).  
<sup>15</sup> Д. Н. Михлин, Пероксиды и пероксидазы, Изд. АН СССР, 1948. <sup>16</sup> Н. Н. Дьяч-  
ков, Биохимия, **6**, 440 (1941). <sup>17</sup> А. Курсанов, Биохимия, **8**, 108 (1943).  
<sup>8</sup> С. М. Прокошев, Биохимия, **8**, 124 (1943).