

С. С. ЕЛИЗАРОВА

**β-АМИЛАЗА ПШЕНИЦ И ЯЧМЕНЯ**

(Представлено академиком А. Н. Бахом 25 XII 1939)

Известно что спелое зерно злаков содержит из ферментов, разлагающих крахмал, почти исключительно β-амилазу и лишь очень незначительное количество α-амилазы, которая присутствует в зерне в неактивном состоянии и развивается, как и каталаза, только при прорастании.

Последние исследования, особенно работы К. Мугбäck, показали, что и β-амилаза находится в зерне в двух формах: в растворимой, непосредственно обнаруживаемой форме, переходящей в раствор при простой экстракции, и в нерастворимой, латентной форме, переходящей в раствор лишь после обработки протеолитическими ферментами. К. Мугбäck приходит к выводу, что латентная β-амилаза связана с особым высокомолекулярным белком, и высвобождение ее является результатом протеолитического процесса.

Ford и Guthrie находили увеличение β-амилазы под влиянием папаина, трипсина, бромелина. Syniewski показал, что при водной экстракции в раствор переходит только 30% амилазы и около 70% адсорбировано на белковом веществе и высвобождается под влиянием пепсина. А. И. Опарину и А. Л. Курсанову удалось при воздействии пептона увеличить количество амилазы в растворе, проводя регенерацию ферментов в листьях, содержащих дубильные вещества.

Работая по исследованию чистых, константных линий шведских пивоваренных ячменей, выведенных Свалефской селекционной станцией путем скрещивания, К. Мугбäck нашел, что содержание β-амилазы является постоянной величиной, характерной для каждого отдельного сорта ячменя. Он изучал как свободную, растворимую, так и связанную β-амилазу. К. Мугбäck делит ячмени на 3 группы. Содержание β-амилазы колеблется в разные годы, но соотношение между сортами остается постоянным.

Поскольку в опытах на ячменях амилаза выступает в качестве такого стойкого генетического признака, нам представлялось интересным изучить этот признак у других видов злаков. Для этого мы взяли пшеницы, тем более, что М. Е. Пронин на проростках пшениц указывал, что активность амилазы яровых выше, чем озимых форм. В частности, нам представлялось также интересным проследить, не обнаруживается ли какой-либо закономерности между принадлежностью к разным генетическим группам и количественным показателем активности по амилазе. Нами было изучено 47 разновидностей рода *Triticum*, из них 38 яровых и 9 озимых, принадлежащих 14 видам урожая 1937 г.; 17 разновидностей относились

к репродукции Детского села Ленинградской области и 30—Московской области. Исследованные пшеницы охватили все 3 генетические группы: 21-, и 14- и 7-хромосомные. Для сравнения с пшеницами были изучены 3 озимых и 10 яровых разновидностей ячменя.

Определение  $\beta$ -амилазы велось в основном по методике, предложенной К. Мурбäck, с доработкой и уточнением отдельных деталей, так как в опубликованных работах ряд моментов опущен. Определялась растворимая и латентная  $\beta$ -амилаза. Для освобождения последней материал обрабатывался папаином (Merk или Fraenkel и Landau). Папаин предварительно проверялся на отсутствие амилазы, затем устанавливалась его активность по казеину. Так как представлялось желательным сократить время по выделению нерастворимой  $\beta$ -амилазы, то были поставлены опыты по обработке папаином муки пшениц и ячменя в течение 3, 5 и 17 час. У пшениц почти  $\frac{3}{4}$  латентной амилазы освобождается уже после 3-часовой обработки.

Если принять суммарное количество связанной амилазы, получаемой после 17-

Яровые пшеницы Таблица 1

Название	$\beta$ -амилаза			Происхождение
	своб.	связ.	общая	
<i>Monococcum flavescens</i> 20631 . . . . .	427	213	640	Испания
Твердые пшеницы				
<i>Tr. durum leucurum</i> 17190 . . . . .	404	378	782	Сирия
<i>Tr. durum melanopus</i> 17121 . . . . .	480	284	764	Сирия
<i>Tr. durum arraseita</i> 19565 . . . . .	340	454	794	Абиссиния
<i>Tr. dicoccum ferrum</i> 19258 . . . . .	587	393	980	Абиссиния
<i>Tr. turgidum</i> Sol. 19258 . . . . .	375	431	806	Алжир
<i>Tr. timopheevi viticulosum</i> 8360 . . . . .	540	248	788	Грузия
Мягкие пшеницы				
<i>Tr. vulgare graecum</i> 0283, 13001 . . . . .	345	402	747	Казахстан
<i>Tr. sphaerococcum nudum</i> 23824 . . . . .	275	371	646	Индия
<i>Tr. spelta coeruleascens</i> 20538 . . . . .	421	414	835	Испания
<i>Tr. vulgare erythrosperrum</i> 0341 . . . . .	304	295	599	Саратов
<i>Tr. vulgare erythrosperrum</i> Новинка 21971 . . . . .	480	391	871	Ленинград
Маркиз . . . . .	229	352	581	} Канада
Тетчер . . . . .	304	301	605	
Риворд . . . . .	321	377	698	
Тулуз 3 А/32 . . . . .	310	217	527	Тулузская станция
<i>Coesium</i> 0111 . . . . .	206	197	404	Омская обл.

Таблица 2

Озимые пшеницы

Название	$\beta$ -амилаза			Происхождение
	своб.	связ.	общая	
<i>Tr. vulg. erythrosperrum</i> Дюрабль . . . . .	160	132	292	Ивановская обл.
<i>Tr. vulg. erythrosperrum</i> Московская 02411 . . . . .	114	109	223	Москва
<i>Tr. vulg. erythrosperrum</i> Кооператорка . . . . .	160	144	304	} Одесская селекционная станция
<i>Tr. vulg. erythrosperrum</i> Украинка . . . . .	148	150	298	
<i>Tr. vulg. erythrosperrum</i> Степячка . . . . .	154	156	310	
<i>Tr. vulg. albidum</i> Сандомирка альбидум . . . . .	148	156	304	Ивановская обл.
<i>Tr. vulg.</i> Вармэ . . . . .	165	142	307	Франция

часовой обработки папайном за 100, то у пшениц за 3 часа освобождается 75%, причем у всех 47 разновидностей выявилась одна и та же закономерность; у ячменей за этот срок освободилось всего только 30% от 17-часовой пробы.

На основании этого можно предположить, что разница между количеством высвобождаемой амилазы у пшениц и ячменей при прочих равных условиях обуславливается различным отношением их белков к папайну. Для пшениц при сравнительном изучении разных видов и экотипов можно было бы принять время обработки папайном 3 часа, но, имея в виду полу-

Таблица 3

Ячмени				Происхождение
Название	β-амилаза			
	свободная	связанная	общая	
Я р о в ы е				
<i>Nutans</i> Sch. Урай-сте 118614 . . . . .	80	1 022	1 102	Финляндия
<i>Nutans colchicum</i> 10/30 . . . . .	102	526	628	Западная область
<i>Nutans</i> Sch. «Золотой» 8350 . . . . .	66	712	778	Швеция
<i>Nigrinudum</i> 9225 . . . . .	142	831	973	Абиссиния
<i>Djmmaicum</i> 9225 . . . . .	154	879	1 033	»
<i>Sublatiglumatum</i> 6088 . . . . .	137	902	1 039	Афганистан
<i>Brachy atherum</i> 625/0392 . . . . .	83	563	646	Китай
<i>Pallidum</i> Архангельский . . . . .	97	839	936	Архангельск
<i>Maskin bygg</i> 26789a . . . . .	91	1 309	1 410	Норвегия
<i>Trifurcatum</i> 3270 . . . . .	94	586	660	Индия
О з и м ы е				
<i>Pallidum</i> Германский 13132 . . . . .	246	618	864	Германия
<i>Pallidum</i> Моздокский . . . . .	94	445	539	Кавказ
<i>Brevisetum</i> 10168 . . . . .	220	417	637	Япония

чить сравнимый материал для разных зерновых, мы остановились на 17-часовой обработке. Экстракция нами велась не при комнатной температуре, как обычно, а при 30°. Syniewski утверждает, что температура не влияет на количество растворимой амилазы, переходящей в раствор при экстракции. Однако наши опыты показали, что с повышением температуры при экстракции заметно увеличивается количество переходящего в раствор фермента.

β-амилаза пшениц. Как было уже указано выше, были изучены 47 пшениц рода *Triticum* (38 яровых и 9 озимых разновидностей) (табл. 1—2).

Как видно из табл. 1 и 2, пшеницы по показателю общего содержания β-ами-

лазы можно предварительно разделить на 2 группы: первая группа с высокой активностью (показатели от 527 до 980) и вторая—с низкой активностью (показатели от 223 до 339). Все изученные нами яровые формы, исключая *Coesium* 0111, занявшей по этому признаку промежуточное положение, относятся к группе с высоким показателем общей β-амилазы.

Озимые формы составляют группу с низким показателем фермента. На данном материале принадлежность к мягким или твердым пшеницам, равно и принадлежность к разным группам по числу хромосом, не отражается на показателе активности β-амилазы.

Обращают внимание очень близкие показатели общей β-амилазы

группы американских пшениц Тетчер, Маркиз, Риворд и Тулун 3 А/32. Эти пшеницы имеют общие компоненты скрещивания.

В числе исследованных нами пшениц Новинка и *Monococcum flavescens* были представлены двумя образцами—Московским и Детскосельским урожая 1937 г. Существенной разницы по показателю амилазы мы не получили. Изучение влияния географической широты будет нами поставлено в ближайшее время. Отдел географических посевов Института растениеводства является богатейшим источником необходимого материала.

$\beta$ -амилаза ячменя. Были изучены 10 яровых и 3 озимых разновидности ячменя и притом далекие друг от друга формы. Экстракция проведена при 30° (табл. 3).

Как видно из приведенных в табл. 3 данных, у этой культуры яровые и озимые разновидности не отличаются друг от друга по общей  $\beta$ -амилазе, как пшеницы. Так *Pallidum* Германский 13132 имеет общую  $\beta$ -амилазу выше *Nutans* Sch. 8350 «Золотого», свободная амилаза тоже выше, именно в 3,7 раза. Надо заметить, что *Nutans* «Золотой» у нас, как и у К. Myrbäck, занимает одно из самых низких мест по показателю свободной  $\beta$ -амилазы. Myrbäck нашел, что у шведских ячменей соотношение свободной и связанной  $\beta$ -амилазы примерно 1 : 1. Исследованные нами ячмени отличаются более высокими показателями латентной амилазы.

Соотношение свободной  $\beta$ -амилазы к связанной у исследованных нами ячменей колеблется от 1 : 1,9 до 1 : 12,7, что является чрезвычайно высоким. У пшениц, как мы видим из табл. 1 и 2, отношения совершенно другие.

Публикуемые данные являются предварительными, дальнейшие работы продолжаются в направлении изучения большего количества разновидностей родов *Triticum* и *Hordeum*, влияния географической широты и изучения гибридов от скрещивания резко отличающихся форм по признаку  $\beta$ -амилазы.

Институт биохимии  
Академия Наук СССР

Поступило  
4 I 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> К. Myrbäck и S. Myrbäck, *Bioch. ZS.*, **258**, Н. 1—4. <sup>2</sup> К. Myrbäck и B. Ortenblad, *Enzymologia*, VII, 5 (1938). <sup>3</sup> Ford и Guthrie, *J. Inst. of Brewing*, **14**, 61 (1908). <sup>4</sup> Syniewski, *Bioch. ZS.*, **158**, Н. 1—3 (1925). <sup>5</sup> Опарин и Kurssanow, *Bioch. ZS.*, 209 (1929). <sup>6</sup> К. Myrbäck, *Enzymologia*, VI, 5 (1936). <sup>7</sup> М. Е. Пронин, *Научно-агрон. журн.*, № 7—8 (1928).