

УДК 664.664

А. Б. Семенова, к. т. н.

О. П. Писарець, к. т. н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

В. І. Дробот, д.т.н., проф., член-кор. НААН України

Національний університет харчових технологій

ПОРІВНЯННЯ ВУГЛЕВОДНО-АМІЛАЗНОГО КОМПЛЕКСУ ПШЕНИЧНОГО ТА СПЕЛЬТОВОГО БОРОШНА

В статті представлено результати порівняльних досліджень стану вуглеводно-амілазного комплексу борошна спельти та м'якої хлібопекарної пшениці. Визначено, що суцільнозмелене спельтове борошно має нижчу газоутворювальну здатність, ніж пшеничне, внаслідок меншої кількості власних цукрів, активності амілолітичних ферментів та податливості крохмальних зерен амілолізу. Встановлено, що крохмаль спельти починає клейстеризуватись раніше, проте в'язкість водно-борошняної суспензії зі спельти значно нижча, ніж в м'якій пшениці.

Ключові слова: пшеничне борошно, спельтове борошно, вуглеводно-амілазний комплекс, амілограми.

A.B. Semenova, Ph. D. Technics

O.P. Pysarets, Ph. D. Technics

The Institute of Food Resources of NAAS

V.I. Drobot, D. Sc. Technics, Prof., Corresponding member of NAAS

National University of Food Technologies

THE COMPARISON OF CARBOHYDRATE-AMYLASE COMPLEXES OF WHEAT AND SPELT FLOUR

Annotation. The article presents a comparative study of carbohydrate-amylase complex of whole-spelt and whole-wheat flours. Investigation has shown that whole-spelt flour has lower gas-production capacity than whole-wheat flour, because of the smaller amount of its own sugar, activity of amylolytic enzymes and availability starch grains of enzyme action. Also, determination of dough properties by amylogram has shown that spelt starch granules gelatinize earlier but have considerably lower maximum viscosity than soft wheat.

Keywords: whole-wheat flour, whole-spelt flour, carbohydrate-amylase complex, amylogram.

А. Б. Семенова, к. т. н.

О. П. Писарець, к. т. н.

Інститут продовольствених ресурсів НААН

В. І. Дробот, д.т.н., проф., член-кор. НААН України

Національний університет пищевих технологій

СРАВНЕНИЕ УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНОГО КОМПЛЕКСА ПШЕНИЧНОЙ И СПЕЛЬТОВОЙ МУКИ

В статье представлены результаты сравнительных исследований состояния углеводно-амилазного комплекса муки спельты и мягкой хлебопекарной пшеницы. Определено, что мука из цельносмолотого зерна спельты имеет низкую газообразующую способность, сравнительно с пшеничной, вследствие меньшего количества собственных сахаров, активности амилазолитических ферментов и податливости крахмальных зерен

амилолізу. Установлено, що крахмал спельты починає клейстеризуватися раніше, однак вязкість водно-мучної суспензії из спельты значительно ниже, чем в мягкой пшенице.

Ключевые слова: пшеничная мука, спельтовая мука, углеводно-амилазный комплекс, амилограммы.

Спельта (*T. spelta* – спельта або дінкель) та інші плівчасті пшениці є одними з найдревніших видів зернових Старого Світу. Їх основною характерною ознакою є ламке колосся та важкий вимолот зерна. В процесі доместикації, шляхом несвідомого добору стародавніми хліборобами, плівчасті пшениці покращили свої агроботанічні характеристики. Ці зернові культури, протягом багатьох століть, були основними продуктами харчування людства. Проте, з часом, їх було витіснено більш урожайними та легкими у обмолоті голозерними сортами, а плівчасті пшениці збереглися здебільшого у якості насіннєвого матеріалу у генбанках зернових культур [1].

Відновлення інтересу до плівчастих пшениць, останні 20 років, пов'язане з їх високою харчовою цінністю, придатністю до низькозатратного органічного землеробства та в якості генетичного ресурсу для селекції. Значна увага саме до спельти в багатьох країнах Європи обумовлена рядом причин, серед яких більш висока врожайність серед плівчастих пшениць та її технологічні переваги [2].

Дослідженням хімічного складу зерна спельти присвячено багато робіт науковців всього світу. Поряд з цим, дослідження хлібопекарських властивостей зосереджено в основному на білково-протеїназному стані борошна. Як відомо, «сила» борошна залежить не лише від його білкового комплексу, а й від кількості та стану крохмальних зерен, активності амілолітичних ферментів, наявності власних цукрів, тобто визначається також його вуглеводно-амілазним комплексом.

Вуглеводно-амілазний комплекс борошна характеризує спроможність борошняних систем забезпечити цукрами процеси бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок і забарвлення скоринки хліба. Цей комплекс залежить від вмісту в системах власних цукрів та їх цукроутворювальної здатності.

З метою визначення вуглеводно-амілазного комплексу суцільнозмеленого пшеничного та спельтового борошна було досліджено їх газоутворювальну та цукроутворювальну здатності, наявну кількість власних цукрів в борошні, активність його ферментів за автолітичною пробою і за допомогою амилографа.

Матеріали та методи досліджень. В дослідженні було використано промислове спельтове борошно з суцільнозмеленого зерна ТМ «Зелений млин» пшеничне борошно з суцільнозмеленого зерна ТМ «Мак-Вар». Амілолітичну активність визначали на амилографі за ДСТУ 4235-2003. Газоутворювальну здатність борошна визначали волюмометричним методом – за об'ємом виділеного діоксиду вуглецю за умови постійних температур та тиску (100 г борошна або суміші, вологістю 14%, 60 см³ води та 10 г пресованих дріжджів) при температурі бродіння 30°C, протягом 5 годин. Автолітичну активність - відповідно до ДСТУ ISO 3093:2009, цукроутворювальну здатність – йодометричним методом [3], активність амілолітичних ферментів – за методикою [4].

Результати досліджень та їх обговорення. Для врахування технологічних факторів, що впливають на властивості вуглеводно-амілазного комплексу борошна було досліджено та порівняно крупність обох видів борошна. Так, залишок на ситі № 067 для суцільнозмеленого борошна спельти становив 0,68 %, пшениці – 1,23 %, а прохід крізь сито № 38 – 34,7 та 33,9 %, відповідно, що відповідає вимогам на борошно пшеничне обойне за ГСТУ 46.004-99. Таким чином можна стверджувати, що крупність досліджуваних видів борошна відрізняється не суттєво.

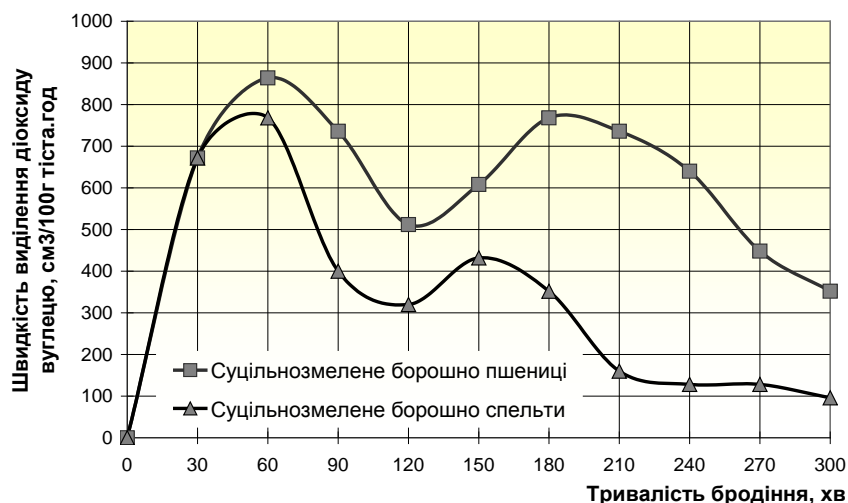


Рис. 1 – Динаміка газоутворення в тісті з пшеничного та спельтового борошна

Здатність борошна забезпечити цукрами процеси бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок та реакцію меланоїдиноутворення під час випікання судили за показником газоутворювальної здатності досліджуваних зразків борошна.

Сумарне газоутворення за 5 годин бродіння для суцільнозмеленого пшеничного борошна становило 1620 см³ CO₂, спельтового борошна – 1284 см³ CO₂ на 100 г борошна вологістю 14 %.

Графік динаміки виділення діоксиду вуглецю (рис. 1.) вказує на меншу інтенсивність виділення вуглекислого газу при бродінні тіста зі спельтового борошна. Падіння другого піку газоутворення спостерігається на 30 хв. раніше, внаслідок недостатньої кількості цукрів.

З метою з'ясування причин низької інтенсивності бродіння спельтового борошна, було досліджено основні фактори, що впливають на його газоутворювальну здатність – вміст власних цукрів, цукроутворювальну здатність та активність амілолітичних ферментів.

Встановлено, що спельтове борошно містить на 6,5 % менше моно- та дицукрів, має знижену цукроутворювальну здатність і активність ферментативного комплексу, ніж пшеничне борошно.

Низьку цукроутворювальну здатність спельтового борошна, порівняно з пшеничним, можна пояснити меншою кількістю (на 20 %) в його складі крохмалю [5]. Іншою причиною низького цукроутворення крохмалю спельти може бути менша частка зруйнованих крохмальних зерен у його складі, які швидше за цілі піддаються амілолізу. Так, м'яка пшениця має кількість зруйнованих зерен в борошні – до 5,4 % від загальної кількості крохмалю в ньому, спельта – до 3,7 % [5,6]. Поряд з цим низька цукроутворювальна здатність спельти також пояснюється нижчою активністю β-амілази.

Активність β-амілази досліджували методом визначення кількості цукру, утвореного під дією амілолітичних ферментів на водорозчинний крохмаль за 40 хв. експозиції ферментної витяжки з борошна. Встановлено, що ферменти пшеничного борошна розщеплюють крохмаль у 1,5 рази більше, ніж ферменти борошна спельти.

**Характеристика вуглеводно-амілазного комплексу
пшеничного борошна та борошна спельти**

Назва показників	Борошно суцільнозмелене	
	пшеничне	спельтове
Вміст моно- і дицукрів, % на 100 г борошна	2,64	2,47
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози / 10,0 г борошна	311	224
Автолітична активність за числом падіння, с	210	270
Автолітична активність, % водорозчинних речовин на СР борошна	30	27
Активність β -амілази, % мальтози до маси крохмалю	18,92	11,76

Результати визначення автолітичної активності за числом падіння та автолітичною пробою також підтверджують низьку активність амілолітичних ферментів.

Під час випікання за температури вище 50 – 60 °С крохмаль борошна починає набухати, а далі клейстеризуватись. Поряд з цим знижується розтяжність клейковини, яка при температурі вище 80°С коагулює. Відбувається закріплення пористої структури м'якушки в результаті денатурації клейковинних білків.

Зміна властивостей крохмалю в процесі випікання має вирішальне значення в утворенні якісної м'якушки хліба. Властивості крохмалю при прогріванні водно-борошняної суспензії визначали за амілографом. Результати досліджень представлено в таблиці 2.

Показники амілограм пшеничного борошна та борошна спельти

Назва показників	Борошно суцільнозмелене	
	пшеничне	спельтове
Максимальна в'язкість суспензії, од. пр	320	245
Температура початку клейстеризації, °С	52	46
Час до початку клейстеризації, хв.	5,0	4,5

Встановлено, що крохмаль спельтового борошна починає клейстеризуватись раніше і має нижчу температуру клейстеризації, ніж крохмаль суцільнозмеленого пшеничного борошна. Клейстеризована суспензія з спельтового борошна має меншу в'язкість. За показником максимальної в'язкості суспензії можна спрогнозувати, що під час випікання крохмаль спельтового борошна, порівняно з пшеничним, під час набухання та клейстеризації буде зв'язувати меншу кількість вільної води в тісті та вивільненої при коагуляції білкових речовин. Як результат, спельтовий хліб матиме вологішу м'якушку, ніж хліб з суцільнозмеленого пшеничного борошна.

Висновки

Відмінна структура крохмальних зерен спельти, наявність меншої частки пошкодженого крохмалю в її борошні, може бути причиною низької цукроутворювальної здатності, внаслідок ускладненого доступу крохмальних зерен дії β -амілази, яка розщеплює полімер до мальтози. Зменшений вміст власних цукрів в борошні цих культур та недостатня цукроутворювальна здатність, в тому числі внаслідок низької активності β -амілази, не забезпечують в достатній кількості життєдіяльність дріжджових клітин, що і є основною причиною зниженої газоутворювальної здатності цього борошна.

Література

1. Гончаров Н. П. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц / Н. П. Гончаров, Е. Я. Кондратенко // Вестник ВОГиС. – 2008. – том 12. - № ½. – с. 159-179
2. Твердохліб О.В. Спельта і полба в органічному землеробстві / О. В. Твердохліб, О. В. Голік, А. К. Нінієва, Р. Л. Богуславський // Посібник українського хлібороба. Наук.-практ. Збірник. – 2013. - №1. – с. 154 – 155.
3. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Дробот. - К. : Руслана, 1998. -415 с.
4. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / 2-е изд., доп. перераб. - М.: Колос, 1976. - 256 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
5. Wilson, J. D. Bread Quality of Spelt Wheat and Its Starch. / J. D Wilson, D. B. Bechtel, G. W. T. Wilson, and P. A. Seib // Cereal Chem. – 2008. – № 85(5). – p. 629–638
6. Marconi, E. Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions / E. Marconi, M. Carcea, M. Schiavone, and R. Cubadda // Cereal Chem. – 2002. – № 79(5) – p. 634–639