

# そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係

杉本雅俊\*

## Changes in the Sugar Content on the Process of Making Buckwheat Noodles and Relationship to the Saccharification Enzymes

Masatoshi SUGIMOTO\*

そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係について検討した。手打ちで二八そば（小麦粉2割を含む）を製麺することにより、糖含量の増加がみられた。二八そば粉に含まれる糖の組成はシュクロースが多く、生麺、ゆで麺においてはマルトース、グルコースが増加した。茹で過程では茹で時間が長くなるほど糖含量は低下した。ファリノグラフを用いて、そば生地混捏後の糖含量を調べた結果、二八そば粉生地の糖含量は100%そば粉生地より多くなった。二八そば粉生地ではマルトースおよびグルコースの増加量が多く、特に35℃混捏ではグルコースが増加した。二八そばで糖含量が多くなる要因として、そば粉は $\alpha$ -グルコシダーゼ活性が高く、小麦粉は $\beta$ -アミラーゼ活性が高い傾向がみられ、このような糖化関連酵素活性の違いによることが示唆された。糖化関連酵素は生麺の状態でも高い活性を有しており、生麺の保存期間において糖含量の増加が認められた。

Key Words : そば, 糖, 糖化関連酵素, 食味

### I. 緒言

一般に麺類の食味はこし、歯切れというようなテクスチャーが大部分を占めており、化学的な味の寄与は小さい<sup>1)</sup>といわれている。そばについても更科そばのように玄そばの中心部分の粉を用いた白いそばでは、ツルツルとした喉ごしのよい食感が重要となる。しかし、本県における越前そばのように甘皮や子葉部を多く含む全粒粉を用いたそば麺の食味においては、こしのある食感に加えて、香りやほのかな甘み、旨みといった風味もおいしさの重要な要素である。

米飯の食味においては硬さや粘りといった物理的な要因とともに味も重要な要因であり、炊飯過程で還元糖の増加がみられ、増加率の多い米ほどおいしいといわれている<sup>2)</sup>。糖の増加には糖化関連酵素の関与が示唆され、炊飯過程における温度上昇中に還元糖を生成する酵素としては $\alpha$ -グルコシダーゼの存在が報告されている<sup>3)</sup>。また、そばのつなぎとして用いられる小麦については $\alpha$ -アミラーゼ、 $\beta$ -アミラーゼ等によりパンの製造過程においてマルトースが増加することが知られている<sup>4)</sup>。

そばについては加水後、水回し、捏ね、のし、切り、茹で工程があり、甘み成分である糖含量が変動することが予想され、糖類の挙動を明らかにすることはそばの食味を評価する上で重要である。そこで、そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係について検討したのでその結果を報告する。

### II. 実験方法

#### 1. 実験材料

そば粉は平成13年度県内産ソバを石臼製粉した全粒粉を用い、つなぎ粉は小麦粉（たんぱく質含量12.5%）を用いた。

#### 2. 二八そばの製麺方法

平成13年産の県内の各産地（大野市、勝山市、丸岡町、金津町、池田町）の在来種を用いた。製麺は手打ちによる方法で行った。手打ちでそば麺を作る場合、つなぎとして小麦粉を用いるのが一般的である。そこで、そば粉80%に対し小麦粉を20%加えて混ぜた後、水を45%添加して、水回し、捏ね、のしを行い、厚さ約1.5mm×幅1.5mmで切り、約1分間茹で、冷水でさらし、十分に水切りを行った。

#### 3. 糖類の分析

\* 福井県農業試験場 食品加工研究所 技術開発研究グループ

そば粉、生麺、ゆで麺をそれぞれ 5g 採取し、10 倍容の 80 %エタノール濃度になるように 99.5%エタノールとイオン交換水を加え、80 °C、1 時間抽出した後、100ml にメスアップした。3,000rpm で遠心した上澄液 50ml を減圧乾固させた後、イオン交換水に再溶解させ、ろ紙でろ過したものを測定用試料とした。全糖はグルコースを標準にしてフェノール硫酸法により求めた。甘味に寄与する糖としてマルトース、シュクロース、グルコース、フラクトースを酵素法 (F-キット, ロシュ・ダイアグノスティックス (株)) により求めた。

4. 糖化関連酵素の活性測定

$\alpha$ -アミラーゼ活性および  $\beta$ -アミラーゼ活性はメガザイム社製の測定キットを用いて求めた。 $\alpha$ -アミラーゼは BPNPG7 から 40 °C で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。 $\beta$ -アミラーゼ活性は PNPBG5 から 40 °C で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。

$\alpha$ -グルコシダーゼ活性はパラニトロフェニール- $\alpha$ -D-グルコピラノシド (PNPG) を用いる岩田ら<sup>2)</sup>の方法で求めた。試料 100mg を 0.5 % NaCl と 5mM DTT を含む 5mM 酢酸緩衝液 (pH5.0) 1ml で 5 °C 1 晩抽出し、10,000rpm で 10 分間遠心分離した上澄液を粗酵素液抽出液とした。活性は 100mM 酢酸緩衝液 (pH4.5) に溶かした 6mM PNPG を 1ml 採取して、37 °C で 5 分間予備加温し、粗酵素抽出液 0.1ml を加えて、37 °C 10 分間反応後、0.2M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.5ml を加えて反応を停止し、400nm における吸光値を測定して求めた。37 °C で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。

5. 茹で過程における糖含量

2. の配合による生麺を 60, 90, 120, 160 秒間それぞれ茹で、冷水で水洗、水切りしたゆで麺の糖含量を求めた。

6. そばの生地混捏過程における糖含量

ブラベンダー・ファリノグラフ (ブラベンダー社, 8 101型) を用い、試料 300g に対してイオン交換水を 55% 加え、ミキサー温度を 10°C, 35°C に設定し、回転数 6

3rpm で 20 分間混練した生地の糖含量を測定した。

7. そばの糊化過程における糖含量

ラピッドビスコアライザー (ニューポート・サイエンフィック社, RVA-3D+) を用い糊化特性測定後の試料を用いて糖分析を行った。試料 4 g に対しイオン交換水 25ml 添加した。温度条件は 50 °C で 1 分間保持後、93 °C まで 4 分間で昇温し、93 °C で 7 分間保持し、50 °C まで 5 分間で降温した後、5 分間 50 °C に保った。

III. 実験結果および考察

1. 二八そばの生麺およびゆで麺の糖含量

手打ちにより製麺したそばについて、二八そば粉、生麺およびゆで麺の糖含量を調べ、その結果を表 1 に示した。全糖量は二八そば粉では乾物 100g 当たり平均で 1.03g であり、生麺になると 3.93 g に増加し、ゆで麺では 2.37g に減少した。糖の組成は、二八そば粉にはシュクロースが多く、グルコース、フラクトースは少なかった。これは進藤ら<sup>3)</sup>の報告と一致した。生麺においてはシュクロースが若干低下し、二八そば粉ではほとんど存在しなかったマルトースおよびグルコースの増加が認められた。ゆで麺では生麺で増加したグルコースの減少量が多かった。生麺で糖含量が増加しているのは、加水後、手打ちによりそばを捏ね、伸ばすことにより糖含量が増加すると考えられる。また、茹で過程では湯の中へ糖が流れでていることが示唆された。

杉山ら<sup>4)</sup>は米飯のおいしさについて、味に着目し、味に関与すると思われる成分の定量および偏在状態の検討を行っており、その中で米の全糖量を測定している。その結果として 3 品種の米の全糖量は全粒部で 229 ~ 311mg%, 外層部には 1034 ~ 1212mg% と多く含まれている。さらに香西ら<sup>5)</sup>は米の炊飯過程における遊離糖、還元糖の変化について検討し、浸水、加熱中において糖含量が増加し、その米に含まれる主要な糖はシュクロース、グルコースであり、加熱中にグルコースの増加が著しいことを明らかにしている。このような米における糖の含有量および消長と本試験の結果から推察して、そばの製麺過程で生成した糖が茹でることにより一部流亡するものの、マルトース、グルコースなどの糖が増加して

表 1 二八そば粉、生麺、ゆで麺の糖含量 (g/100g 乾物)

		全糖	マルトース	シュクロース	グルコース	フラクトース
二八そば粉	平均	1.03	0	0.61	0.01	0.03
	標準偏差	0.07	0	0.03	0.002	0.002
生麺	平均	3.93	0.74	0.56	1.12	0.06
	標準偏差	0.16	0.14	0.05	0.04	0.002
ゆで麺	平均	2.37	0.67	0.38	0.48	0.02
	標準偏差	0.13	0.09	0.02	0.03	0.003

注) 試料として県内各産地のそば粉 5 点を用いた。

おり、全糖量はゆで麺（水分 65.0%）において、100g 当たり平均で 0.82g に相当することから、米と同様、そば麺においても糖類が甘味として食味に寄与していると考えられた。

## 2. 茹で時間とゆで麺の糖含量

糖含量に及ぼす茹で時間の影響を調べた結果を図 1 に示した。糖含量は、茹で時間が長くなるほど低下する傾向がみられた。食感からみると、90 秒付近が適度な茹で時間であり、茹ですぎにあたる 180 秒になると糖が流亡しやすくなるとともに、麺の水分も高くなるため相対的に糖含量は急激に低下すると考えられた。

また、冷水で素早く麺の温度を下げ、水切りを十分することはそば麺の身を引き締め、おいしく食べるコツとされている。今回は茹で後の流水の温度、時間については検討していないが、このことは糖含量の流失を防ぐという意味からも有効な方法であると考えられる。

## 3. そばおよび小麦生地混捏過程における糖含量

そばの捏ね過程における糖含量の変化を明らかにするため、そば粉、小麦粉、二八そば粉をファリノグラフを用いて混捏した生地の糖含量を求め、図 2 に示した。また、糖含量の増加の要因として酵素の作用が示唆されるため、そば粉および小麦粉の糖化に関連すると思われる  $\alpha$ -アミラーゼ、 $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼの活性値を表 2 に示した。全糖量は二八そば粉生地が 100% そば粉生地、小麦粉生地より高く、いずれも 10℃より 35℃混捏で高くなった。糖組成の変化は小麦生地ではマルトースの増加が著しく、二八そば粉および 100% そば粉ではマルトースおよびグルコースの増加がみられ、特に 35℃混捏ではグルコースが増加した。

糖化関連酵素の活性は、そば粉は  $\alpha$ -グルコシダーゼ活性が高いのに対し小麦粉は  $\beta$ -アミラーゼ活性が高かった。 $\alpha$ -アミラーゼ活性は共に低い値であった。二八そば粉生地が 100% そば粉生地より糖含量が高くなる理由として、つなぎに用いた小麦粉の  $\beta$ -アミラーゼの作用により 2 糖類であるマルトースの生成量が増加し、さらに、そば粉に含まれる  $\alpha$ -グルコシダーゼが作用し単糖であるグルコースまで分解されることにより糖含量が増加したと推察された。小麦粉生地においては、 $\beta$ -アミラーゼ活性が高いためマルトースの生成量が多いが、 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性は低く、グルコースの生成は少ないと考えられた。いずれも 10℃より 35℃と混捏温度の高い方が、これらの酵素の作用が高まるため糖含量が増えると考えられた。 $\alpha$ -アミラーゼは澱粉の  $\alpha$ -1,4 グルコシド結合をランダムに分解するため、活性が高い場合、小麦粉やそば粉の物性を低下させることが報告されている<sup>7,10)</sup>。また、 $\alpha$ -アミラーゼは  $\alpha$ -グルコシダーゼ、 $\beta$ -アミラーゼと協調して還元糖生成に寄与していることが報告されている<sup>7,10)</sup>。しかし、今回用いたそば粉、小麦粉の  $\alpha$ -アミラーゼ活性は低く、澱粉に対する分解

性は大きくないと考えられた。

本試験の結果から、小麦粉はそば麺のつなぎとしての役割とともに糖含量を増加させる働きがあることが示唆された。

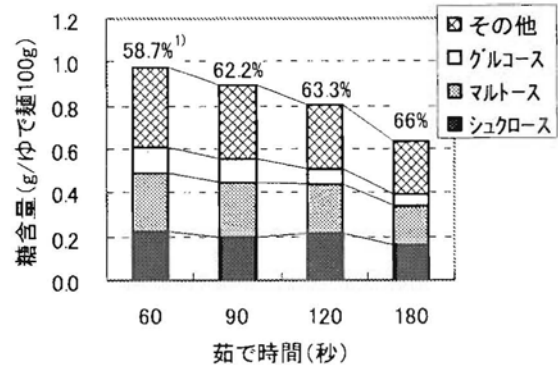


図1 そば麺の茹で時間と糖含量

- 1) 麺の水分  
2) 茹で時間 60秒 麺はかため 90秒 適度  
120秒 やや軟らかい 180秒 軟らかめ

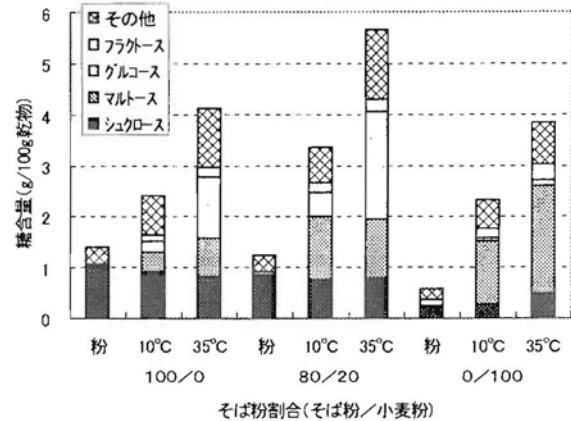


図2 そばおよび小麦生地混捏過程における糖含量の変化

表2 そば粉と小麦粉の主な糖化関連酵素の活性

	$\alpha$ -アミ ラーゼ (mU/g)	$\beta$ -アミ ラーゼ (U/g)	$\alpha$ -グルコ シダーゼ (mU/g)
そば粉	53	5	455
小麦粉	40	1063	21

## 4. 生麺の保存条件と糖含量

糖化関連酵素の活性が製麺過程でどの程度残存しているかについて調べた結果を図 3 に示した。二八そば粉における活性を 100% とし、生麺およびゆで麺時の活性残存率を求めた。その結果、 $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼについては生麺を 5℃で一晩保存した後でも 90% 程度の活性を有しており、いずれの酵素も茹でること

このことは、製麺後も保存状態によっては酵素が作用して糖化が進むと考えられる。そこで、図4に生麺の保存条件と糖含量について調べた結果を示した。その結果、糖含量は生麺を5℃で冷蔵保存した場合、保存時間の長い一晩貯蔵で全糖量は増加しており、特にグルコースの増加量が多かった。また、20℃と保存温度が高い場合、グルコースの増加量が多い傾向がみられた。

そばは香りなど風味が失われ易いため打ちたてがおいしいといわれるが、一方において、短時間ではあるが熟成したほうがそば特有の味がでるともいわれている。手打ちによるそば麺において、生麺の保存期間中に、酵素が作用し甘味が増すことは、ねかしにより微妙な味わいがでるひとつの要因ではないかと考えられた。

田島ら<sup>9)</sup>は、米粒の外層部分の水抽出には酵素によりオリゴ糖類が生成され、呈味成分としての可能性が示唆されると報告している。また、そばの $\alpha$ -グルコシダーゼはマルトースやシュクロースを基質としてグルコース

を生成するとともに、転移反応により少糖類を生成することが報告されている<sup>3,10)</sup>。このようなことから、そばについても製麺過程でオリゴ糖類が生成することは十分考えられ、呈味性への影響が考慮される。この点については今後検討していく必要がある。

5. そばの糊化過程における糖含量

そばの糊化過程における糖含量の変化を明らかにするため、そば粉と小麦粉の配合割合を変えて、ラビッドビスコアライザー (RVA)により糊化させた試料について糖含量を調べ、その結果を図5に示した。そば粉に対して小麦粉の配合割合が増すにしたがって糖含量は増える傾向であった。生成した糖の組成をみると、そば粉100%ではほとんどグルコースのみが増えるが、小麦粉の割合が増えるにしたがって、グルコース、マルトースの増加がみられ、マルトースの占める割合が多くなり、小麦粉のみの場合はマルトースがほとんどで、グルコースの生成量は少なかった。しかし、糊化過程における糖含量の変化は、生地混捏過程時に比べて小麦粉の割合が多いほど、マルトースの生成量は顕著に多い傾向を示した。これは、小麦粉の割合が増えるにしたがい $\beta$ -アミラーゼが多くなるとともに、糊化過程ではさらに $\beta$ -アミラーゼの作用が高くなることが示唆された。生地混捏過程では比較的溫度が低い状態で酵素が作用しているが、RVAにより糊化させる過程では、短時間ではあるが高い温度域で酵素が作用すると考えられる。

坂本ら<sup>9)</sup>は精白米に耐熱性の $\alpha$ -アミラーゼの存在を確認している。丸山ら<sup>10)</sup>は炊飯中に少なくとも2種の $\beta$ -アミラーゼが作用しており、米飯の蒸らし期での糖の生成には耐熱性の強い $\beta$ -アミラーゼが関与していると考えられている。また、パンの焼成中において小麦の $\beta$ -アミラーゼは57～72℃で失活するといわれている<sup>10)</sup>。そばについても $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼの至適

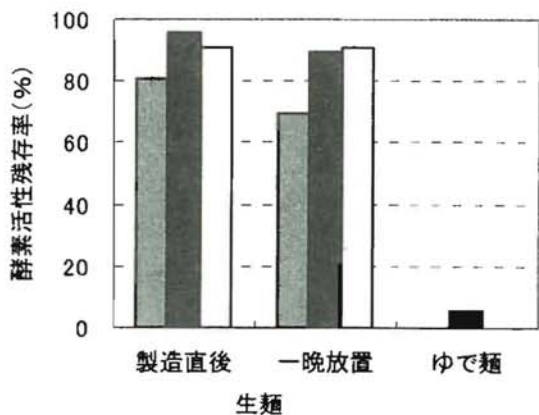


図3 生麺、ゆで麺の糖化関連酵素活性

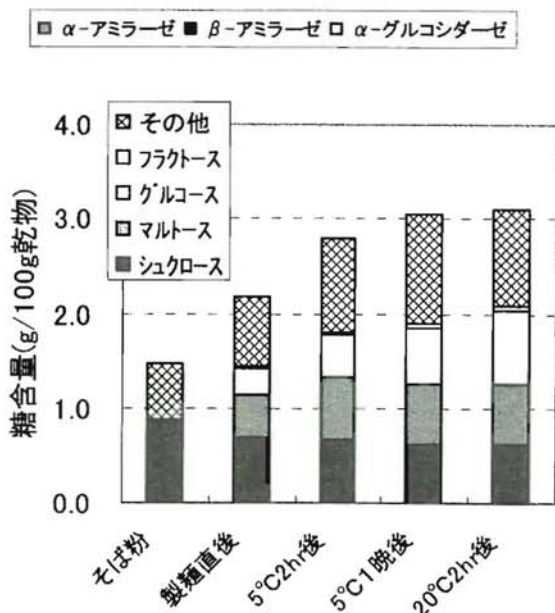


図4 生麺の保存条件と糖含量

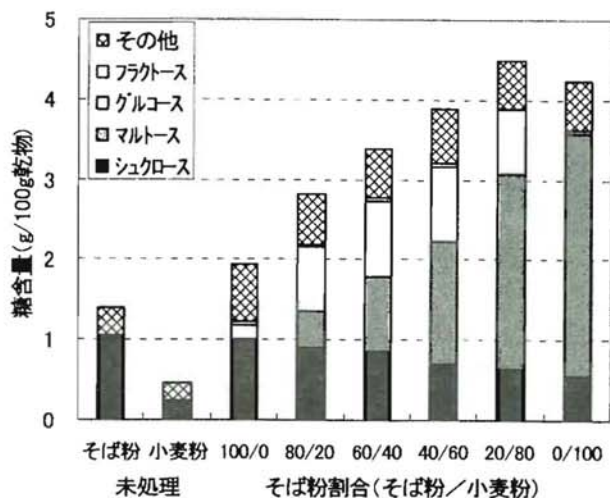


図5 そば粉の配合割合と加熱後(RVA)の糖含量



温度、耐熱性など酵素の特性の違いが、生地混捏過程と糊化過程の糖含量変化の違いの要因として挙げられるが、このことについては不明な点が多く、糖化関連酵素の特性解明は今後の検討課題である。

これらのことから、実際にそばを茹でるときにおいては、糖類が流れ出るため、糖の収支は明確ではないが、温度上昇過程で酵素が作用し糖が増加することが示唆された。

そば麺のおいしさの要素のひとつである甘味に着目し、製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関連を検討した。その結果、そばを製麺する過程で、そば粉および小麦粉に含まれる $\alpha$ -グルコシダーゼ、 $\beta$ -アミラーゼなど糖化関連酵素が作用して、主にマルトース、グルコースなどの糖類が増加することが明らかになった。実際、手打ちによる製麺において、手で水回し、捏ね、のしを充分に行うことで、生麺の糖含量はかなり増加する。そこで、甘味の多いそば麺を得るには茹で工程で糖の損失をできるだけ少なくすることが重要であると考えられる。また、つなぎとして用いる小麦粉は麺をつなぎ易くするとともに、糖含量を増加させる働きがあることが示唆された。

## 引用文献

- 1) M. Awazuhara, H. Fujiwara, H. Hayashi, M. Chino, A. Nakagawa, J. Yamaguchi, K. Hatae and A. Shimada (2000). Distribution and Characterization of Enzymes Causing Starch Degradation in Rice. *J Agric Food Chem* 48 : 245-252
- 2) 岩田 博・岩瀬新吾・高浜圭誠・松浦宏行・猪谷富雄・荒巻 功(2001). 米 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性と理化学特性値との関係. *食科工* 48 : 482-490.
- 3) 金谷憲一・佐々木基喜・川嶋浩二・千葉誠哉・下村得治(1979). ソバ $\alpha$ -グルコシダーゼの固定化とその性質. *農化* 53 : 385-390.
- 4) 香西みどり・石黒恭子・京田比奈子・浜藺貴子・畑江敬子・島田淳子(2000). 米の炊飯過程における還元糖および遊離アミノ酸量の変化. *家政誌* 51 : 579-585.
- 5) 坂本 薫・丸山悦子(1990). 精白米 $\alpha$ -アミラーゼの精製とその性質. *澱粉科学* 37 : 29-34
- 6) 進藤久美子・安井明美・大澤 良・堀田 博・鈴木東子・金子勝芳・鈴木建夫(2001). 寒ざらし処理によるソバの成分変化. *食科工* 48 : 449-452.
- 7) 杉本雅俊・栗波 哲(2001). 第48回日本食品科学工学会講演要旨集. pp. 111.
- 8) 杉山智美・小西雅子・寺崎二郎・畑山敬子・島田淳子(1995). 米粒中の微量成分とその偏在. *食科工* 42 : 401-409.
- 9) 田島 眞・堀野俊郎・前田万里・孫 鐘録(1992). 米粒外層から抽出されるオリゴ糖類. *日食工誌* 39 : 857-861.
- 10) 田中康夫・松本 博(1997). 製パン材料の科学(I). 光琳, 東京. pp. 112-123.
- 11) 千葉誠哉(1989). 糖転移反応による少糖類の合成. *醸協* 84 : 136-143.
- 12) 長尾精一(1984). 小麦とその加工. 建帛社, 東京. pp. 98-100.
- 13) 松本文子(1979). 調理と米第1版. 学建書院, 東京. pp. 82.
- 14) 丸山悦子・梶田武俊・西 千代子・宮田康子(1981). 炊飯に関する研究IV炊飯中におけるアミラーゼ活性の挙動. *家政学雑誌*. 32 : 253-258
- 15) 山野善正(2003). おいしさの科学事典. 朝倉書店, 東京. pp. 258.

# Changes in the Sugar Content on the Process of Making Buckwheat Noodles and Relationship to the Saccharification Enzymes

Masatoshi SUGIMOTO

## Summary

The effect of different processes of making buckwheat noodles on the sugar content and its relationship to the saccharification enzymes were investigated.

The sugar content of handmade *Nihachi Soba* (buckwheat noodles with 80% buckwheat flour and 20% wheat flour) increased during the noodle making processes. Among the sugar components, there was a considerable amount of sucrose in the *Nihachi Soba* flour. During the process of noodle making, maltose and glucose contents increased in the uncooked and the boiled noodles, respectively. The sugar content decreased as the boiling time for the noodles became longer.

A farinograph was used to examine the sugar content of the dough. The results indicated that the sugar content of the *Nihachi Soba* dough increased more than that of the 100% buckwheat flour dough. The content of maltose and glucose increased in the *Nihachi Soba* dough and the amount of glucose was the highest when the dough was kneaded at 35 °C. The main saccharification enzyme activity in the buckwheat flour was different from that in the wheat flour.

In the buckwheat flour, the  $\alpha$ -glucosidase activity was higher. On the other hand,  $\beta$ -amylase activity was higher in the wheat flour.

These results suggested the reason why the the sugar content was high in the *Nihachi Soba* noodles. The saccharification enzymes activity was kept high in the uncooked noodles and the sugar content also increased during preservation.