

# 北海道産豆類を利用した低糖質麺の開発

佐藤理奈, 山木一史

## Development of low-carbohydrate noodles using soybean and red kidney bean in Hokkaido

Rina Sato, Kazufumi Yamaki

This study aimed to develop low-carbohydrate noodles using bean flour from Hokkaido, Japan. We investigated the processing conditions and properties, food texture, and carbohydrate content of noodles containing soybean and red kidney bean flours. Noodles with an optimal composition comprised 50% wheat, 40% soybean, and 10% red kidney flour. The carbohydrate content of noodles produced using the optimal composition was approximately 30% lower than that of wheat noodles.

**KEY-WORDS** : low-carbohydrate, noodle, soybean, red kidney bean

**キーワード** : 低糖質, 麺, 大豆, 金時豆

近年、肥満解消や糖尿病予防などを目的として、糖質量が低い食品の需要が拡大しており、麺においても低糖質の製品が開発されている。

北海道は、国内産小麦の約6割を生産している地域であり<sup>i)</sup>、これまで試験研究機関、製粉会社、関連団体などが協力しながら、きたほなみなど小麦品種の開発や、これらの小麦を利用した麺やパンなどの食品開発を支援してきた<sup>1, 2)</sup>。このような中、北海道産の原料を用いた低糖質麺の開発は、小麦粉製品の競争力強化につながると考えられる。

しかしながら、麺類の主原料である小麦粉には、糖質約70%が含まれる<sup>ii)</sup>。炭水化物は、食物繊維と糖質で構成されるが、小麦粉は炭水化物を約70～75%含み、食物繊維が約2%と少なく、大部分が澱粉などの糖質である<sup>ii)</sup>。そのため、麺の糖質量を減らす方法として、主原料である小麦粉の一部を、糖質が少なく、たんぱく質や食物繊維などの成分を多く含む他の素材に置換する方法

がある。一方、この方法では、麺の食感を形成し、製麺性の維持に必要な澱粉や、たんぱく質である小麦グルテン<sup>3)</sup>の含有量が減少するため、食感や製麺性への影響が懸念される。我々は、小麦粉を置換する食材として、本道が国内生産の大部分を占め、食物繊維が多く含まれる豆類に着目した<sup>i, ii)</sup>。豆類はペクチンなどの多糖類も含まれ<sup>4)</sup>、小麦粉の配合割合の削減に伴う製麺性の低下を抑制することが期待できる。また、ヒトの消化酵素で消化されにくく、食物繊維と同様の生理機能が報告されている難消化性デンプンを多く含むことも知られている<sup>5, 6)</sup>。

そこで、本研究では、北海道産の大豆粉および金時豆粉を原料とし、これらの成分特性を活用した低糖質麺の開発を検討した。

事業名：経常研究

課題名：道産豆類を活用した低糖質麺の開発

## 実験方法

### 1. 供試試料

#### (1) 原料

麺の原料は、北海道産の小麦粉、大豆粉、金時豆を用いた。小麦粉は、グルテン含有量の多いゆめちから<sup>7)</sup> (2019年産、超強力粉、木田製粉) とした。大豆粉は、ゆきぴりか (2019年産、ブランチング大豆粉、イソップアグリシステム) とした。金時豆は (2019年産、大正金時、丸勝) とし、ピンミル (SAMF, 奈良機械製作所) で粉砕後、105℃で1時間加熱<sup>8)</sup> したものを金時豆粉として用いた。なお、小麦粉、大豆粉、金時豆粉の平均粒径は、それぞれ41, 32, 37 μmであった。また、食塩 (塩事業センター)、小麦グルテン (スーパーグル85H, 日本コロイド) および乾燥卵白 (MタイプNo.200, キューピータマゴ) も使用した。

#### (2) 低糖質麺の調製

##### i) 原料配合

低糖質麺は、小麦の配合割合を調整しやすいよう、小麦粉、食塩、水を主原料とするうどんを対象とした。低糖質麺の配合は、小麦の品質評価法<sup>9)</sup> のうどんの配合 (表1のA) をもとに、小麦粉の一部を大豆粉および金時豆粉で置換し、必要に応じ小麦グルテンと乾燥卵白を加えたものとした (表1のB～E)。

表1 原料粉 (小麦粉, 大豆粉, 金時豆粉) および添加物 (小麦グルテン, 乾燥卵白) の配合割合

配合	A	B	C	D	E
原料粉					
小麦粉 (%)	100	50	40	50	50
大豆粉 (%)	0	50	60	50	40
金時豆粉 (%)	0	0	0	0	10
添加物					
小麦グルテン (%)*	0	0	0	5	5
乾燥卵白 (%)*	0	0	0	2	2

\*原料粉 (小麦粉, 大豆粉, 金時豆粉) に対する割合

##### ii) 製麺方法

麺の試作は、小麦の品質評価法のうどんの適性評価法<sup>9)</sup> に記載の製麺方法を一部変更して行った。

表1の配合に従い混合した粉 (小麦粉, 大豆粉および金時豆粉) 300gを縦型ミキサー (ケンミックス KPL9000S, 愛工舎製作所) で低速 (160rpm) で30秒攪拌しながら、原料粉に対し水34%加えた。なお、この配合は小麦粉の水分13.5%を基準とするため、原料粉も同じ水分量に調整した。また、食塩は原料粉に含まれる小麦粉量に対し、4%を添加した。続けて、30秒混合後、

中速 (240rpm) で6分間混合して生地を調製した。生地は、製麺機 (7号ロール調量装置付き製麺機, 三和商会) を用い、生地を半分に折り圧延する操作を3回繰り返した後、室温で30分熟成させた。熟成後、厚さ2.5mmとなるまで圧延を繰り返し行い、幅2.5mmに切断して試作品とし、原料の配合評価に用いた。

市販品との物性の比較は、対照に小麦粉を主原料とする市販の低糖質麺 (うどん, 五木食品, 厚さ1.4mm, 幅2.7mm) を用いた。試作品は、配合Eで試作した厚さ2.4mm, 幅2.6mmのもの (試作品E) と、同一の配合で厚さを1.8mmに薄くし、幅を2.8mmとした試作品Fを調製して用いた。

試作品は、調製後使用当日まで-30℃で冷凍保存し、使用当日に室温で解凍して使用した。

##### iii) 試作品のゆで方法

麺の水分70%をゆであがりの目安とし、この水分値となるよう試作品Aと試作品Fのゆで時間を15分、ほかの試作品は17分とした。ゆで麺は、試作品45gを約2Lの沸騰水中に入れ、所定の時間ゆでたのち、流水で2回水冷後、水を切り、各種測定に供した。

##### iv) 試作品の作業性および麺質の評価

試作品の作業性は、作業者3名が混合後の生地の状態、麺帯のつながり具合、麺帯表面の状態について目視観察により試作品Aと比較して、良を◎、同じを○、やや不良を△、不良を×として判断した。また、麺質についても作業性と同様に、麺をゆでた後の崩れやすさ、切れやすさ、表面の状態の3項目を目視観察で評価した。

##### v) 糖質減少率

糖質減少率は、以下の式から算出した。

糖質減少率 (%) = ((小麦麺 (試作品A) の糖質量 - 試作品の糖質量) / 小麦麺 (試作品A) の糖質量) × 100

## 2. 成分等の分析

### (1) 一般成分の分析

原料粉及び試作品の成分分析は、日本食品標準成分表2020年版 (八訂) 分析マニュアル<sup>10)</sup> に従い、以下の方法で行った。水分は、常圧加熱乾燥法 (135℃, 4時間)、灰分は直接灰化法 (550℃, 17時間)、たんぱく質は、セミマイクロケルダール法または改良デュマ法で測定した。脂質は、小麦粉および金時豆粉については酸分解法、大豆粉についてはクロロホルム-メタノール混液抽出法により、それぞれ測定した。食物繊維は、総食物繊維測定キット (K-TDFR-100A, 日本バイオコン) を用いて測定した。

炭水化物は、100から水分、灰分、たんぱく質、脂質の合計を差し引いて算出し、糖質は炭水化物から食物繊維を差し引いて求めた。

エネルギーは、修正Atwater法<sup>10, 11)</sup>に従い算出した。すなわち、試料100gあたりのたんぱく質、脂質、炭水化物に、エネルギー換算係数（たんぱく質および炭水化物 4 kcal/g、脂質 9 kcal/g）をそれぞれ乗じた値の合計値とした。

#### (2) 吸水率

新井らの方法<sup>12)</sup>を一部変更し、各原材料の吸水率を求めた。原材料 5 g に水 20 g を加えて攪拌し、室温で 30 分静置後、2800rpm で 30 分間遠心分離し、直ちに上清をピペットで採取し、重量を測定し、以下の式より算出した。

$$\text{吸水率 (\%)} = ((\text{加水量 (g)} - \text{上清量 (g)}) / \text{固形分量 (g)}) \times 100$$

#### (3) 物性測定

ゆで麺は、硬さ、こし、しなやかさが大きく、付着性、もろさ、ねばりが小さいほうが良いとされる<sup>13)</sup>ことから、試作品のゆで麺のかたさを示す指標として破断応力、麺のもろさを示す指標としてもろさ応力をそれぞれ測定した。測定はクリープメータ (RE2-3305C型, 山電) を使用し、プランジャーは剪断型 (No.49, 底面積 1 mm × 10 mm) を用いた。測定条件は、ロードセル 20 N, 測定速度 1 mm / 秒, 歪率 99% とした。

### 3. 官能評価

ゆで麺の官能評価は、7段階評点法<sup>9)</sup> (1 ~ 7) の評価項目を参考に一部変更し従った。対照は、2 ii) で用いた市販の低糖質麺とした。評価項目は、普通を 3 点とし、外観 (あれていない(1) ~ あれている(7)), かたさ (かたい(1) ~ やわらかい(7)), もちもち感 (もちもち(1) ~ ぼそぼそ(7)), なめらかさ (つるつる(1) ~ ざらざら(7)), 総合評価 (悪い(1) ~ 良い(7)) の 5 項目とした。パネルは、食品加工研究センター職員 10 名とした。

### 4. 統計処理

統計処理はエクセル統計 (ver.4.05, 社会情報サービス) を用いた。分散分析の後、原料粉の吸水率、試作品の破断応力およびもろさ応力は Tukey-Kramer 法を用いて、また官能評価については t 検定および Steel-Dwass 法を用いて、有意水準 5% ( $p < 0.05$ ) で検定した。

## 実験結果および考察

### 1. 原料粉の一般成分

表 2 に、小麦粉、大豆粉、金時豆粉の一般成分を示した。小麦粉、大豆粉、金時豆粉の糖質量は、それぞれ 68.6, 19.6, 47.8 g / 100 g 湿重量であった。この結果から、大豆粉は、小麦粉の約 1/4 の糖質量と低く、麺の糖質量を減少させる主な素材として利用可能なことが確認できた。

表 2 小麦粉、大豆粉、金時豆粉の一般成分 (100g 湿重量あたり)

	小麦粉	大豆粉	金時豆粉
水分 (g)	13.3 ± 0.1	5.9 ± 0.1	7.5 ± 0.1
糖質 (g)	68.6 ± 1.0	19.6 ± 1.4	47.8 ± 1.4
たんぱく質 (g)	13.3 ± 0.2	35.4 ± 0.1	23.5 ± 0.4
食物繊維 (g)	3.1 ± 0.5	14.1 ± 0.3	16.1 ± 0.6
脂質 (g)	1.2 ± 0.2	19.1 ± 1.0	1.8 ± 0.3
灰分 (g)	0.5 ± 0.1	6.0 ± 0.1	3.3 ± 0.1
エネルギー (kcal)*	390.4 ± 1.3	416.1 ± 4.1	326.0 ± 1.8

値は平均値 ± 標準偏差

\* エネルギー換算係数は、たんぱく質および炭水化物：4 kcal/g、脂質：9 kcal/g

### 2. 吸水率

図 1 に原料粉の吸水率を示した。小麦粉よりも大豆粉、金時豆粉の吸水率は有意に高く、金時豆粉が最も高かった。この結果から、糖質量の低い麺の調製を目的として、大豆粉や金時豆粉を小麦粉の一部と置き換えた配合を検討する場合、加水量を増やして調整する必要があることが示唆された。

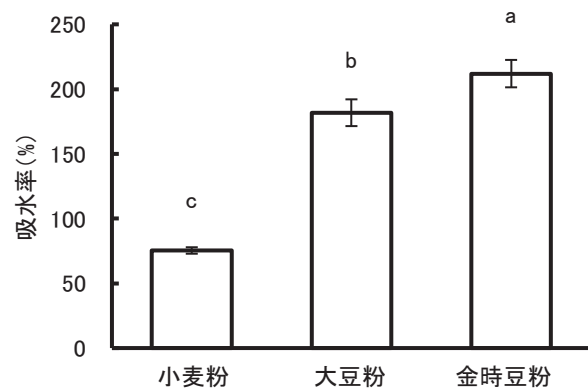


図 1 小麦粉、大豆粉、金時豆粉の吸水率 (%)

Turkey-Kramer の検定により、異なる小文字のアルファベット間に有意差あり ( $p < 0.05$ )。n = 3

### 3. 豆粉の配合割合の検討

表 1 に従い、糖質量の低い麺を試作するため、原料粉に対する大豆粉の配合割合を 50 および 60% として麺を調

製し、これらの試作品の製麺時の作業性と麺質を評価した(表3のAからC)。大豆粉の割合が多いほど糖質量は減少したが、生地のとまりが悪く、ゆで麺の表面に著しい肌荒れ(べたつきやざらつき)が認められた。

この結果から、小麦粉に対する大豆粉の配合割合は、麺表面の肌荒れを少なくする小麦粉:大豆粉=50:50(配合B)を基準の配合とした。

また、製麺時の作業性及び麺質を改良するため、麺用の物性改良材である小麦グルテンと乾燥卵白を加え、さらに金時豆粉も添加した。その結果、小麦グルテンと卵白を加えることによって粘弾性が高く、生地がまとまりやすくなり、麺のゆで溶けが少なくなった(表3のDおよびE)。

特に、金時豆粉を10%配合した試作品Eは、製麺時の生地のとまりが良く、対照となるAと同程度となった。

このことから、金時豆粉は製麺時の作業性を改善する可能性が示唆された。試作品Eの糖質量(計算値)は、試作品Aの糖質量と比較すると37.1%低減された。

表3 小麦粉、大豆粉、金時豆粉および添加物(小麦グルテン、乾燥卵白)の配合割合に対する試作品の評価

配合 <sup>*1</sup>	A	B	C	D	E
作業性 <sup>*2</sup>	◎	△	△	△	◎
麺質 <sup>*3</sup>	◎	△	×	○	○
糖質減少率(計算値, %) <sup>*4</sup>	0.0	34.4	42.4	40.8	37.1

<sup>\*1</sup> 配合の記号は表1と同じ。試作品Aは、小麦のみの麺

<sup>\*2</sup> 試作品の作業性は、混合後の生地の状態、麺帯のつながり具合、麺帯表面の状態について、目視観察により試作品Aと比較して、良を◎、同じを○、やや不良を△、不良を×とした。

<sup>\*3</sup> 試作品の麺質は、麺をゆでた後の崩れやすさ、切れやすさ、表面の状態について、作業性と同様に評価した。

<sup>\*4</sup> 糖質減少率(計算値, %)  

$$= (\text{小麦麺(試作品A)の糖質量(g/100g)} - \text{試作品の糖質量(g/100g)}) \times 100 / (\text{小麦麺(試作品A)の糖質量(g/100g)})$$
 糖質量は、原料の糖質量と配合から計算した値を用いた。

#### 4. 試作品の品質改良

試作品Eについて官能評価を行った結果、対照である市販の低糖質麺と比較して、食感がかたいという評価が得られた(図2)。そこで、配合を変えず、試作品Eの麺の厚さを薄くすることにより(試作品F)、かたさの改良効果について検討した。

市販の低糖質麺を対照として、これら試作品の破断応力ともろさ応力を比較した結果を図3に示した。その結果、かたさを示す破断応力は、試作品Eよりも麺の厚さを薄くした試作品Fの方が有意に小さく、対照と同程度の値となった。また、もろさ応力も、試作品Fのほうが

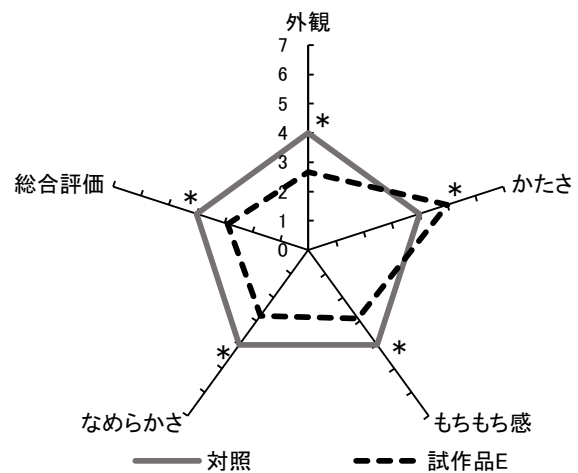


図2 試作品の官能評価

対照：市販の低糖質麺

試作品Eの配合は、表1を参照

\*は、t検定より有意差あり ( $p < 0.05$ )。n=9

麺の厚さを薄くすることで低い値を示したが、対照よりも高い値を示した。したがって、麺の厚さを薄くすることで麺のかたさの改良が可能であることが確認できた。

図4に、対照と厚さを変えた試作品EおよびFについて官能評価を実施した結果を示した。その結果、対照に対して試作品Eはかたいという評価であったが、試作品Fは対照と差が認められなかった。一方、試作品EおよびFのなめらかさ、外観(麺表面の荒れ)、もちもち感および総合評価は、対照に対して有意に低かった。

以上より、麺の厚さを改良することにより、豆粉を配合した試作品の課題である麺のかたさを改良できることが明らかとなった。しかしながら、外観、もちもち感、なめらかさ、総合評価の項目については加工方法の更なる検討が必要と考えられた。

#### 5. 一般的なうどんとの比較

一般に、低い旨を表示する栄養強調表示では、表示義務のある栄養成分が、低減の基準となる割合(25%)<sup>iv, v)</sup>を上回ると表示可能となる。このとき、比較対象とする食品は自社製品や日本食品標準成分表2020年版(八訂)の食品が用いられている。そこで、比較対象に日本食品標準成分表2020年版(八訂)記載の一般的なうどん<sup>ii)</sup>の成分と、大豆粉および金時豆粉を配合した試作品Fについて、生麺とゆで麺の糖質、たんぱく質、総食物繊維、脂質、エネルギーをそれぞれ示した。その結果、生麺、ゆで麺ともに試作品における糖質は、一般的なうどんに比べ約30%低く、たんぱく質、食物繊維はそれぞれ、2.5および2倍含まれていた。



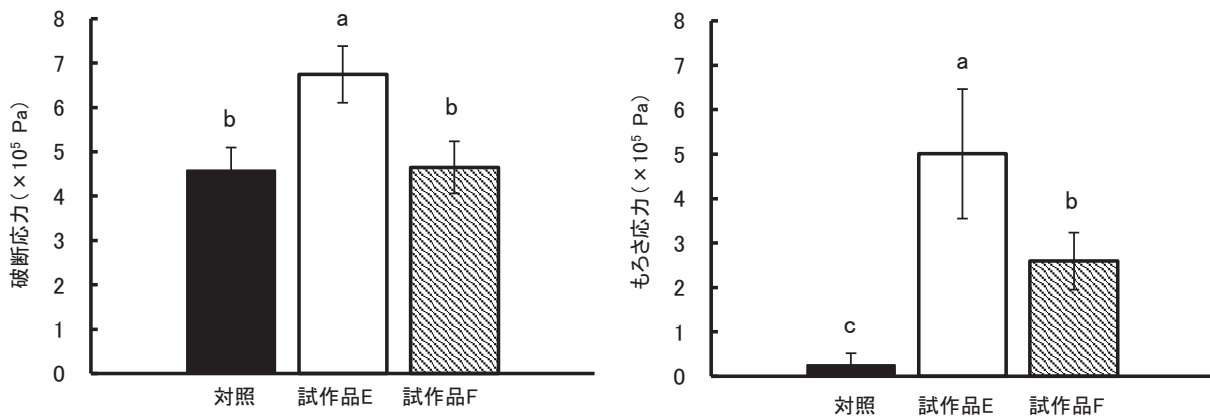


図3 厚さを変えた試作品の破断応力およびもろさ応力

平均値±標準偏差

対照：市販の低糖質麺

試作品EおよびFの配合は、表1を参照

麺の厚さは、対照は1.4mm、試作品Eは2.4mm、試作品Fは1.8mm

Turkey-Kramerの検定により、異なる小文字のアルファベット間に有意差あり (p<0.05)。n=8

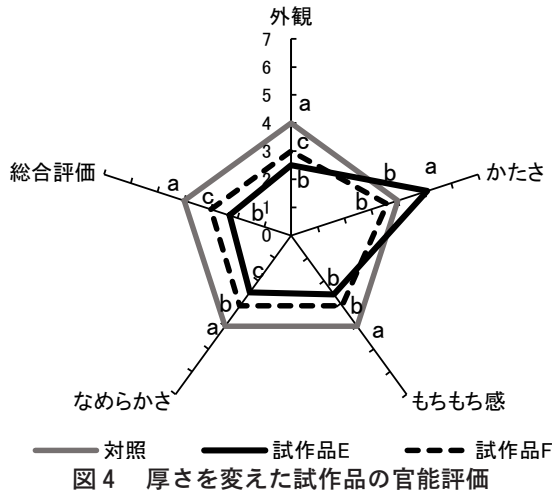


図4 厚さを変えた試作品の官能評価

平均値±標準偏差

対照：市販の低糖質麺

試作品EおよびFの配合は、表1を参照

麺の厚さは、対照は1.4mm、試作品Eは2.4mm、試作品Fは1.8mm

Steel-Dwassの検定により、異なるアルファベット間に有意差あり (p<0.05)。n=10

表4 うどんおよび試作品の糖質、たんぱく質、総食物繊維、脂質、灰分、エネルギー

(100g乾重量当たり)

	うどん <sup>*1</sup>		試作品F <sup>*2</sup>	
	生麺	ゆで麺	生麺	ゆで麺
糖質 (g)	80.0	81.2	55.5±1.5	56.9±2.6
たんぱく質 (g)	9.2	10.4	25.4±0.0	26.5±0.1
総食物繊維 (g)	5.4	5.2	10.1±0.7	11.0±0.7
脂質 (g)	0.9	1.6	5.6±0.7	4.4±1.2
灰分 (g)	4.5	1.6	3.4±0.0	1.3±0.0
エネルギー (kcal) <sup>*3</sup>	374.4	380.0	414.8±3.0	416.8±3.7
うどんに対する糖質減少量 (%) <sup>*4</sup>	—	—	30.6±1.9	30.0±3.2

値は平均値±標準偏差

\*<sup>1</sup>日本食品標準成分表2020年版(八訂)より、生麺は「うどん生」およびゆで麺は「うどんゆで」から引用した。

\*<sup>2</sup>試作品Fの配合は表1の配合E参照

\*<sup>3</sup>エネルギー換算係数は、たんぱく質および炭水化物：4 kcal/g、脂質：9 kcal/g

\*<sup>4</sup>糖質減少率 (%)=(うどんの糖質量 (g/100g)-試作品Fの糖質量 (g/100g))×100/(うどんの糖質量 (g/100g))

また、豆粉を麺の原料に使用することにより、市販のうどんと比較し、糖質が低減するとともに、たんぱく質、食物繊維が強化された組成となった。

以上より、麺の原料配合割合を小麦粉50%、大豆粉40%、金時豆粉10%とすることにより、一般的なうどんと比較して試作品の糖質量を約30%低減させることができた。なお、本報告の金時豆粉の配合による試作品の物性、最適な配合割合、加工方法について、今後さらに詳細な検討が必要である。

### 要約

北海道産の大豆粉および金時豆粉を原料とし、これらの成分特性を活用した低糖質麺の開発について検討した。原料に小麦粉50%、大豆粉40%、金時豆粉10%を配合することにより、一般的なうどんと比較して、糖質量を約30%低減するとともに、たんぱく質、食物繊維を多

く含む低糖質麺を開発できた。また、金時豆粉の添加は、製麺時の作業性の改善に効果があった。

### 文献

- 1) 山内宏昭, 高田兼則, 山木一史, 安孫子俊之 (2001). 北海道におけるパン用小麦(高タンパク質硬質小麦)の生産, 育種, 用途開発の現状と将来. 日本食品科学工学会誌, 48 (11), 798-806.
- 2) 吉村康弘 (2010). 製粉性および製めん性が優れる高品質多収小麦「きたほなみ」の開発 (2010). 農林水産技術研究ジャーナル, 33 (11), 20-25.
- 3) 長尾精一 (2011). 「小麦粉利用ハンドブック」, 幸書房, 東京, pp126-130, 165-168.
- 4) 中里トシ子, 市川朝子, 三谷富子, 佐々木市枝(1986). インゲン豆貯蔵中の品質変化について. 調理科学, 19 (4) 281-284.
- 5) 海老原清 (2014). レジスタントスターチの栄養・生理機能. 日本調理科学会誌, 47 (1), 49-52.
- 6) 渡邊治 (2019). 菓子製造工程における難消化性澱粉の損失抑制. 日本食品科学工学会誌, 66 (10), 372-380.
- 7) 田引正(2014). 超強力秋まき小麦品種「ゆめちから」の育成. 育種学研究, 16, 175-179.
- 8) 塚本幾代, 三好正満 (1983). 金時豆中のトリプシンインヒビターの熱失活. 家政学会誌, 34 (9), 597-600.
- 9) 農林水産省 食品総合研究所 (1985). 小麦の品質評価法 (増刷).
- 10) FAO/WHO(1973). Energy and Protein requirements, Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. WHO Technical Report Series, No.522; FAO Nutrition Meetings Report series No.52, pp.102-104.
- 11) 松本万里, 渡邊智子, 松本信二, 安井明美 (2020). 食品のエネルギー値の算出方法についての検討: 組成に基づく方法と従来法の比較. 日本栄養・食料学会誌, 73 (6) 255-264.
- 12) 新井映子, 帯川文香, 鈴木啓太郎, 貝沼やす子(2013). 米ペースト乾燥粉末の性状と米粉部分置換食パンへの利用. 日本食品科学工学会誌, 60 (8) 425-433.
- 13) 平田健 (2009). ゆでめんのゆで後の理化学的特性値の経時変化. 広島県立総合技術研究所食品工業技術センター研究報告, 25, 15-18.

### 引用URL

- i) <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/mamemugi/mamemugibinran.html> (2023.7.21)
- ii) [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/syokuhinseibun/mext\\_01110.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_01110.html) (2023.7.21)
- iii) [https://www.mext.go.jp/content/20220222-mext\\_kagsei-index\\_100.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20220222-mext_kagsei-index_100.pdf) (2023.7.21)
- iv) [https://www.caa.go.jp/policies/policy/food\\_labeling/nutrient\\_declaration/business/assets/food\\_labeling\\_cms206\\_20220531\\_08.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/nutrient_declaration/business/assets/food_labeling_cms206_20220531_08.pdf) (2023.7.21)
- v) [https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/hyouji/kyouzai/files/eiyouseibun\\_handbook.pdf](https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/hyouji/kyouzai/files/eiyouseibun_handbook.pdf) (2023.7.21)