

# 菓子用途に向けたトマトジュースの製造工程における予熱条件の検討

太田智樹, 荒谷陽介<sup>1</sup>

## Studies on the Preheating Conditions in the Manufacturing Process of Tomato Juice for Confectionery

Tomoki Ohta and Yosuke Araya<sup>1</sup>

In this study, we examined the effect of the preheating conditions during the manufacturing process on the tomato juice qualities for confectionery. The following conditions of temperature, 65, 75, 85, and 95°C, and time, 10, 20, and 40 min, were used as preheating treatments.

The highest value for the recovery of juice production from the tomatoes was observed with 75°C for 40 min; whereas, the lowest value was observed without any preheating treatment. The viscosity of the tomato juice was higher with the higher temperatures and longer heating times, among the preheating conditions tested. The glutamate and lycopene content in the tomato juice increased with the preheating conditions of higher temperature. Sensory evaluation of the tomato juices, treated with the different preheating conditions, showed that the non-preheated tomato juice was the best for jelly confectionery, although the tomato juice preheated at 95°C for 40 min had the highest score.

**KEY-WORDS** : tomato juice, manufacturing process, preheating condition, confectionery

**キーワード** : トマトジュース, 製造工程, 予熱条件, 菓子

北海道の菓子製造企業では、市場競争力強化と販路拡大に向け、品質に優れた道産一次産品を活用した製品開発が活発に取り組まれている<sup>1)</sup>。しかし、道産一次産品を活用した高品質な菓子を製造するためには、原料品質を損なわない前処理や加工方法が必要となるが、それらの製造条件はこれまでほとんど検討されておらず、また関連する科学的な知見もあまり報告されていない。したがって、優れた品質特性を有する道産一次産品を菓子製品へ利用するためには製造工程における品質変化や加工技術について科学的な検討を実施し、製造技術に関する知見の

集積を図ることが重要である。

一方、北海道は全国的にトマトの生産量が多く、さらに最近では甘味度が高く、優れた美味しさを呈する品質の高いトマトも地域特産品として数多く栽培されている。高品質なトマトは生食用だけでなく、トマトジュースとしても提供されており、付加価値の高いトマトジュースとして多くの製品が商品化されている。このような高品質なトマトジュースは、それを素材とした菓子等への利用も活発に行われているものの、菓子利用に適性の高いトマトジュースの製造条件を検討した研究例はない。

<sup>1</sup>(株)もりもと, Morimoto. Co. Ltd.

事業名: 受託研究

課題名: 高品質菓子製品用トマト素材の製造工程の改善

そこで本研究では、菓子の中で特にゼリー用途に最適な品質を有するトマトジュースの製造に向け、その製造工程で最も品質に影響する予熱条件について検討を行った。

## 実験方法

### 1. 試料

試料は、中野ファームより入手した冷凍トマト（品種名：ファンゴッホ）を用い、試験に供するまで-30℃で保管した。

### 2. 試料の調製

試料は図1に示したような製造工程で調製した。すなわち、冷凍トマト約500gを室温で半解凍し、ヘタを除去した後、フードプロセッサで30秒間破碎して、直ちに表1に示した条件で加熱処理を行った。加熱処理した試料を手動式裏ごし機（レズレー社製）で搾汁した後、90℃で1時間保温した。500mLのガラス容器に搾汁液を充填した後、90℃で40分間加熱殺菌を行い試料とした。なお、官能評価用試料は冷凍トマト1kgから前記と同様の方法で調製し、アルミラミネートスタンドパウチ容器（ラムジップAL-18）に充填して殺菌したものを㈱もりもとに提供した。また、官能評価を行ったゼリーは、提供したトマトジュースから協力企業で試作したものをを用いて実施した。

冷凍トマト → 解凍・ヘタ取り → 破碎 → 予熱処理（表1） → 搾汁（裏ごし） → 保温（90℃・1時間） → 加熱殺菌（90℃・40分） → 冷却 → トマトジュース試作品

図1 トマトジュース試作品の製造工程

表1 予熱条件

試作品	加熱温度および時間
A	加熱処理なし
B	65℃・10分
C	65℃・20分
D	65℃・40分
E	75℃・10分
F	75℃・20分
G	75℃・40分
H	85℃・10分
I	85℃・20分
J	85℃・40分
K	95℃・10分
L	95℃・20分
M	95℃・40分

### 3. 分析方法

#### (1) 水分, pH, 酸度, 糖度

水分は、試料約3gを用いて常圧加熱乾燥法（105℃、

4時間）により測定した。pHは、ガラス電極法で試料中に電極を差し込んで測定した。糖度および酸度の測定は、試料を3,000rpmで10分間遠心分離して得た上清について、ポケット糖酸度計マルチフルーツ（PAL-BX/ACID F5マスターキット, ㈱アタゴ）を用いて測定した。

#### (2) 有機酸

有機酸分析は試料を3,000rpmで10分間遠心分離して得た上清を50倍に希釈し、0.45μmのフィルターで処理したものをHPLCに供して分析した。HPLC分析は、pH緩衝化ポストカラム電気伝導度検出法による有機酸分析システム（Prominence有機酸分析システム, ㈱島津製作所）により行った。

#### (3) グルタミン酸

トマト中のグルタミン酸は、フードプロセッサで細切した試料約5gを採取し、蒸留水10mLを加えてポリトロン（ポリトロンPT6000, KINEMATICA社）により破碎（5,000rpm, 1分間）した後、遠心分離（3,000rpm, 10分間）して上清を得た。この抽出操作を2回繰り返して上清を集め、50mLにメスアップした試料を分析に供した。また、トマトジュースについては前記と同様に遠心分離して得られた上清を希釈せずに分析した。グルタミン酸の定量は、L-グルタミン酸測定キット（L-グルタミン酸アッセイキット ヤマサNeo, ヤマサ醤油㈱）を用いて測定した。

#### (4) リコペン

リコペンは吸光度法により分析を行った<sup>2)</sup>。すなわち、破碎したトマトおよびトマトジュース試料の約1.5gを50mLの褐色遠沈管に量り取り、抽出溶媒（ジエチルエーテル：メタノール 7：3（v/v））15mLを加えて静置後、上清の抽出液をパスツールピペットで100mLの褐色メスフラスコに移した。同様に抽出溶媒を遠沈管に加え、抽出液が無色になるまで繰り返した。最終的に抽出溶媒で100mLにメスアップ後、0.2μmのフィルターで抽出液を濾過し、蓋付きセルを使用して505nmでの吸光度を測定した。吸光度と試料重量を下記の計算式にあてはめて定量値を算出した。

（計算式）

トマトおよびトマトジュース100g中のリコペン含量（mg）  

$$= 0.1 \times (505\text{nmの吸光度} / 0.315) \times 100 / \text{試料重量} \times \text{希釈倍率}$$

#### (5) 色調

分光測色計（CM-5, コニカミノルタジャパン㈱）を用いてL\*a\*b\*を測定した。

## (6) 粘度

試料10mLを用いてSV型粘度計 (SV-10, ㈱エー・アンド・デー) により粘度を測定した。

## 4. 官能評価

官能評価は、北海道の菓子製造企業である㈱もりもとの協力を得て実施した。すなわち、トマトジュースは男女13名、またトマトゼリーは男女8名のパネルで官能評価を行った。なお、官能評価は試料をスプーン一杯分食味してもらい、評価を行った。評価項目としては、総合評価の他、酸味、甘味、風味、色調および後味(香り)について5段階評価法により行った。

## 5. 統計処理

統計処理は試料間の有意差を確認するため、一元配置の分散分析法とTukey-Kramerによる多重比較を行った。また、有意差の検定には危険率5%を用いた。

## 実験結果および考察

### 1. 原料特性と各予熱条件における収率

#### (1) トマトジュース製造に用いたトマトの原料特性

本研究でトマトジュース製造に用いたトマトの成分分析の結果を表2に示した。トマト原料の水分は、89.0%、糖度および酸度はそれぞれ8.8%、1.0%であり、pHは4.0であった。また、グルタミン酸含量は118.8mg/100mL、リコペンは11.6mg/100gであり、有機酸はクエン酸およびリンゴ酸で、それぞれ0.86%および0.03%であった。一般的な生食用のトマト原料と比較して<sup>3, 4)</sup>、本実験で用いたトマト(品種:ファンゴッホ)は、糖度と酸度が高く、また、リコペン含量が倍近い値を示した。

表2 トマトジュース製造に用いたトマトの成分値

分析項目	成分値
水分 (%)	89.0
pH	4.0
糖度 (Brix %)	8.8
酸度 (%)	1.0
糖酸比 (Brix % / 酸度%)	8.8
グルタミン酸 (mg/100mL)	118.8
リコペン (mg/100g)	11.6
クエン酸 (%)	0.86
リンゴ酸 (%)	0.03

#### (2) 各予熱条件で試作したトマトジュースの収率

各予熱条件で製造したトマトジュースの収率を図2に示した。

トマトジュースの収率は、予熱処理なしの場合が60.9%と最も低く、条件によって70.6~83.9%と大きく変化し

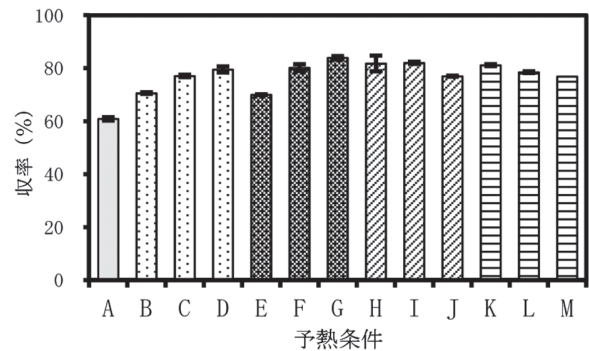


図2 各予熱条件で試作したトマトジュースの収率  
結果は平均値±標準偏差で示している。

た。65°Cおよび75°Cでの予熱では時間が長いほど収率が向上したが、85°Cおよび95°Cでは逆に時間が長いほど低下する傾向が見られた。トマトジュースの収率は、予熱条件や搾汁方法が大きく影響することは古くから知られている<sup>5), 6)</sup>。今回の結果から、最も収率の高いトマトジュースを得るための予熱条件は、75°Cで40分間の処理であった。これは加熱によってトマト中のペクチンがジュースの方に溶解、移行し、その結果として収率が向上するためと考えられ<sup>7)</sup>、用いたトマトのペクチンの溶解性が本条件と適合したためと考えられる。また、ペクチンが溶解したジュースは濃厚になり、静置した際の漿液分離が起こりにくく、外観上もメリットとなる。

以上の様に、予熱条件によって収率が大きく変化することが明らかとなったが、品質とのバランスも踏まえた予熱条件を設定することが重要と考えられた。

### 2. 各予熱条件で試作したトマトジュースの品質特性

#### (1) 各予熱条件におけるトマトジュースの粘度および色調

トマトジュースの粘度は予熱温度が高く、時間が長いほど上昇する傾向が見られ、今回試作した条件では4.0~25.8 mPa・sの範囲で粘度が異なった(図3)。

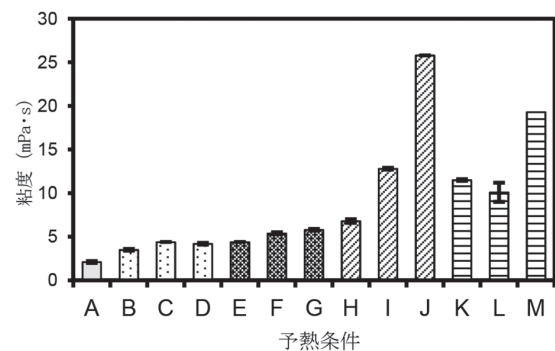


図3 各予熱条件で試作したトマトジュースの粘度  
結果は平均値±標準偏差で示している。

本測定法での一般的なトマトジュースの粘度は18.7～21mPa・s程度であり、同等の粘度を示す予熱条件は85℃および95℃・40分であった。トマトジュースの粘度は漿液の分離に影響するため、その品質上分離を生じにくい粘度が必要である。この粘度はペクチンに由来し、前述したように収率と密接に関係する。したがって、実用的にはトマトジュースの製造ではその予熱条件として85℃以上の加熱条件が必要と考えられる。また、色調もトマトジュースの外観上重要な指標となるが、今回の検討では予熱温度が高いほどL\*値とb\*値が低下したが、a\*値はほとんど変化しなかった(図4)。予熱温度が高いほど、褐変化が進むものと考えられるが、視覚的には外観上そ

れほど大きな違いは見られないことから今回設定した温度と時間の範囲内では実用上問題ないものと思われる。

(2) 各予熱条件におけるトマトジュース中の化学成分予熱条件の違いによるトマトジュースのpH、糖度および酸度にはほとんど差が認められなかった。

予熱条件の違いによるトマトジュースのグルタミン酸含量を図5に示した。グルタミン酸はトマトのうま味成分の一つとして重要な成分であり、その含量は予熱温度が高く、時間が長いほど増加する傾向が認められ、試料M(95℃・40分)が最もグルタミン酸含量が多く、うま味の観点では本条件の適用が最も優れるものと考えられた。

各予熱条件で処理したトマトジュース中のリコペンを原料の約40～60%程度が移行したが、その含量は加熱温度が高いほど増加する傾向が見られた(図6)。リコペンは健康性や色調の観点からトマトジュースの重要な品質指標の一つで有り、付加価値の高いトマトジュースほど高い含量が求められる。リコペンは、比較的熱安定性が高く<sup>7)</sup>、100℃以下での熱による損失はほとんどないものと思われるため、含量の高いトマトジュースを得るためにはより温度が高い予熱条件が必要と考えられる。

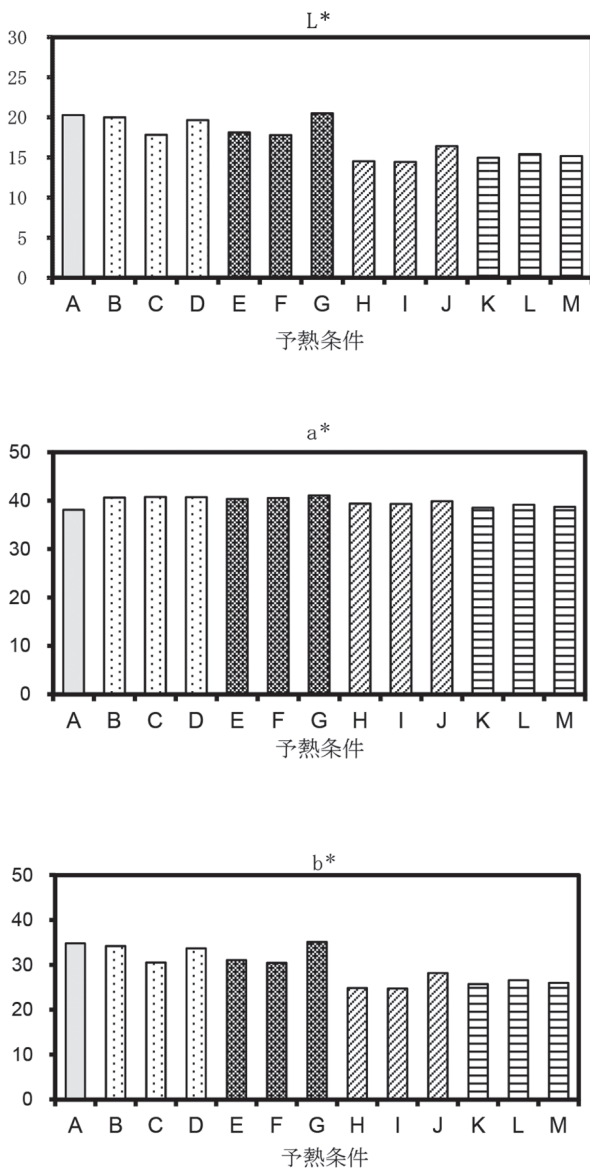


図4 各予熱条件で試作したトマトジュースの色調結果は平均値±標準偏差で示している。

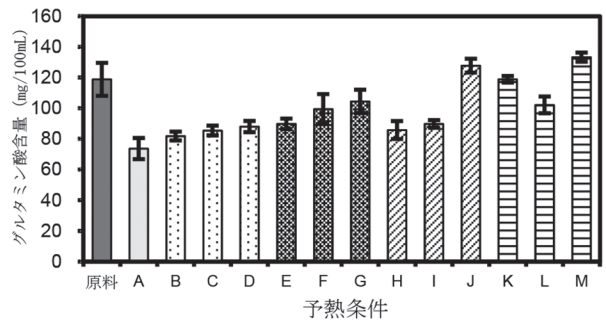


図5 各予熱条件で試作したトマトジュース中のグルタミン酸含量

結果は平均値±標準偏差で示している。

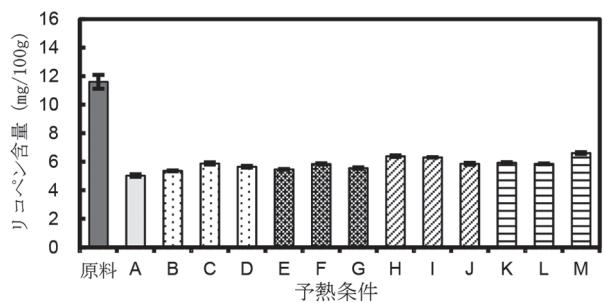


図6 各予熱条件で試作したトマトジュース中のリコペン含量

結果は平均値±標準偏差で示している。



### 3. 官能評価

(1) 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価  
各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価を実施し、その結果を図7～12に示した。

トマトジュースの官能評価における総合評価は、平均値としてM(95℃・40分)が最も高く、次いでA(無処理)、F(75℃・20分)の順で、J(85℃・40分)が最も低い評点となった(図7)。しかし、試料間における有意差は評点のばらつきが大きく、JとMとの間以外見出されず、予熱条件の違いによるトマトジュースの美味しさの品質間

差は明確ではなかった(データは示していない)。また、酸味、甘味、風味、色調および後味の評価結果を図8～12に示した。

酸味と甘味については、いずれもM(95℃・40分)の評価が最も高く、酸味ではJ(85℃・40分)、甘味ではG(75℃・40分)が最も低い結果となった。(図8,9)。いずれの評価も評点のばらつきが大きく、有意な判定は出来なかったが、加熱温度が高く、時間が長いほど酸味と甘味が強くなり、その結果が反映されたものと考えられた。

風味については、試料F(75℃・20分)が最も評価が高く、B(65℃・10分)が最も評価が低かった(図10)。

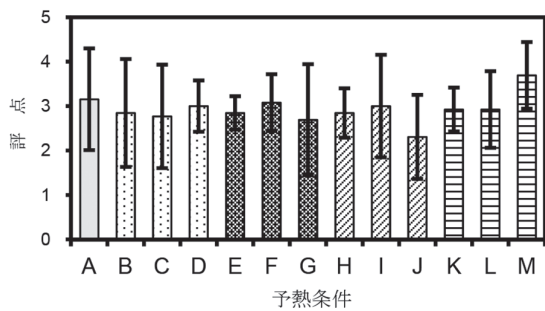


図7 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(総合)

結果は平均値±標準偏差で示している。

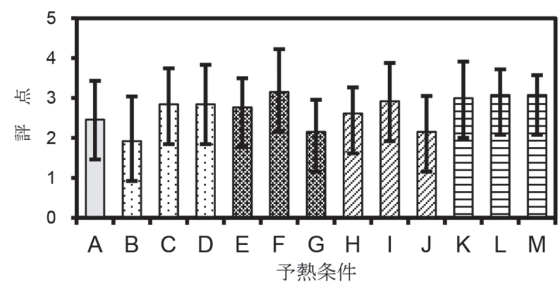


図10 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(風味)

結果は平均値±標準偏差で示している。

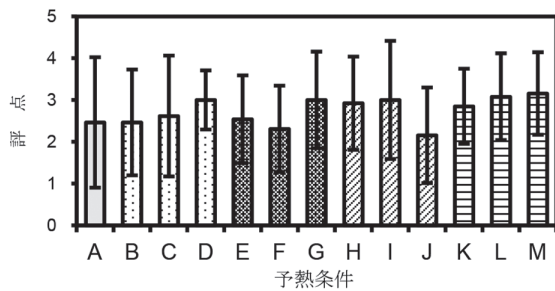


図8 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(酸味)

結果は平均値±標準偏差で示している。

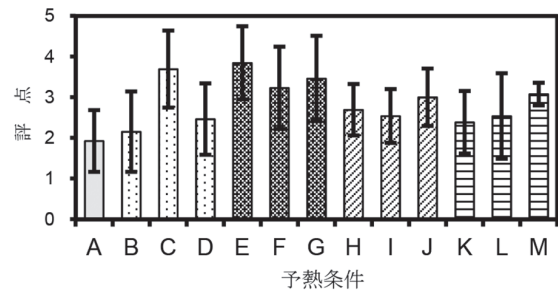


図11 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(色調)

結果は平均値±標準偏差で示している。

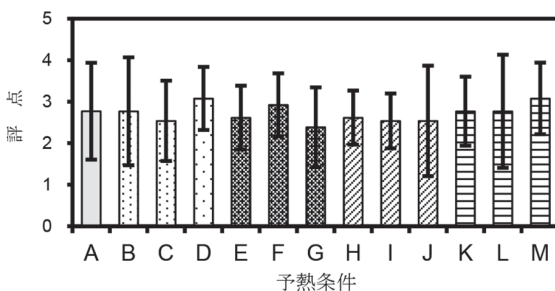


図9 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(甘味)

結果は平均値±標準偏差で示している。

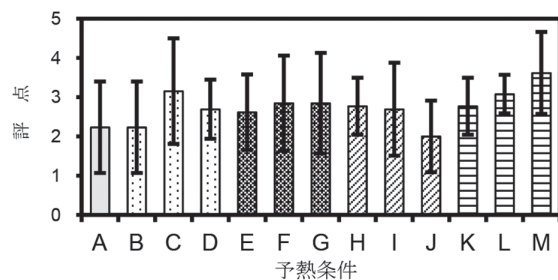


図12 各予熱条件で試作したトマトジュースの官能評価(後味)

結果は平均値±標準偏差で示している。

風味は加熱温度が高く、時間が長いほど低下すると考えられ、そのため加熱温度が低く、時間が短いほど評点が高くなるものと予想したが、結果としてそのような傾向は認められなかった。色調についてはEの試料が最も評価が高く、75°Cで加熱した試料の評価が高かった。また、色調の評価は各試料間で最も有意差が得られた項目であり、品質指標として有用な項目であった（データは示していない）。後味の評価においても試料M（95°C・40分）の評価が最も高く、加熱温度が高く、時間が長いほど評点が高くなる傾向があると考えられ、グルタミン酸含量との関連性が示唆された。

以上の結果から、トマトジュースの官能評価では試料Mの評価が高く、トマトジュース製造の予熱条件として95°C・40分が最適と考えられた。トマトジュースの嗜好性に関する研究として東尾ら<sup>9)</sup>は嗜好性調査を実施し、口当たりやのどごしが良く、甘味やうま味があるものが好まれることを報告しており、今回の結果においても同様に酸味や甘味、また後味などの評価が総合的に最も好ましい評価として反映されたものと推察された。

#### (2) 菓子製品（トマトゼリー）試作によるトマトジュースの官能評価

各予熱条件で試作したトマトジュースのうち、総合評価の高い上位5点（A：予熱処理無し、D：65°C・40分、F：75°C・20分、I：85°C・20分およびM：95°C・40分）を選定し、それらでゼリーを試作して官能評価を行い、その結果を図13～18に示した。

試作したゼリーの総合評価は平均値としてA（予熱処理無し）が最も高く、次いでI（85°C・20分）、M（95°C・40分）の順で、D（65°C・40分）が最も低い評価となった（図13）。

酸味の評価はA（予熱処理無し）が最も高く、次いでI（85°C・20分）の順で、M（95°C・40分）が最も低い評価となった（図14）。一方、甘味ではM（95°C・40分）が最も評価が高い結果となった（図15）。また、風味ではAとF、色調ではFの評価最も高かった（図16、17）。後味でもAの評価が最も高い結果となった（図18）。

今回官能評価に協力していただいた企業では、ゼリーの官能評価でトマトジュース由来の酸味と後味を最も重視し、一方、色調は最も重視しない項目であった。このことから、酸味、後味の評価において、Aが最も良い評価であり、総合評価でもそれらの評価が反映されたものと考えられた。また得られた結果は、いずれの項目でも統計的な有意差はなく（データは示していない）、官能評価における明確な品質間差を示すデータは得られなかったもの

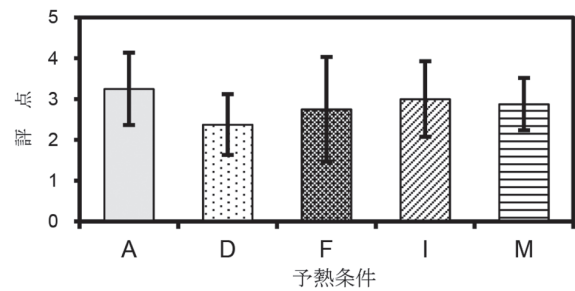


図13 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（総合）

結果は平均値±標準偏差で示している。

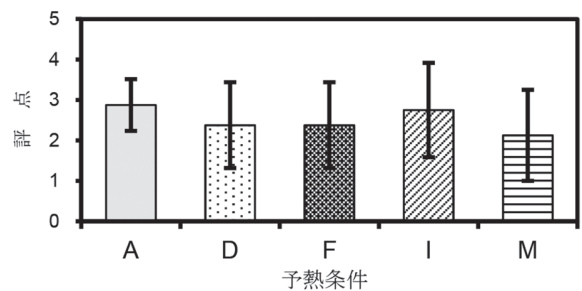


図14 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（酸味）

結果は平均値±標準偏差で示している。

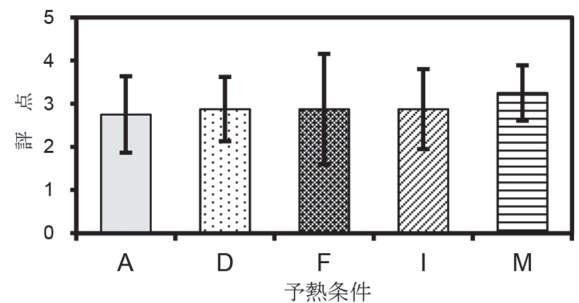


図15 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（甘味）

結果は平均値±標準偏差で示している。

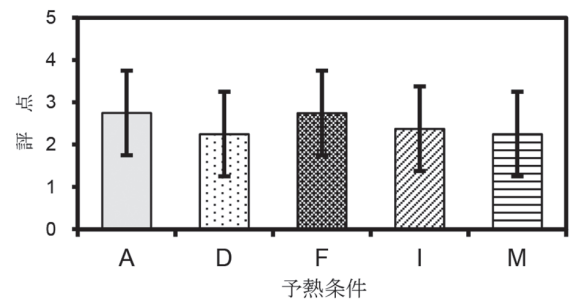


図16 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（風味）

結果は平均値±標準偏差で示している。

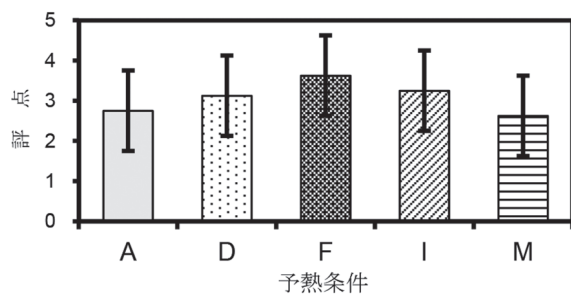


図17 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（色調）

結果は平均値±標準偏差で示している。

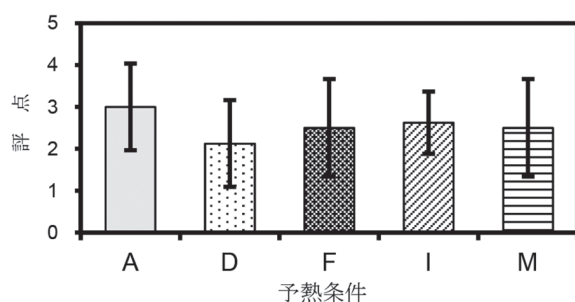


図18 各予熱条件のトマトジュースで製造したゼリー試作品の官能評価（後味）

結果は平均値±標準偏差で示している。

の、菓子用途のトマトジュース品質を官能評価した報告はこれまでになく、今後トマトジュースを活用した菓子を開発する際に有用な知見になるものと考えられた。

以上の結果から、予熱処理をしないトマトジュースで製造したゼリーが最も評価が高いことから、ゼリー等の菓子用途に合う品質のトマトジュースは予熱処理をしない製造工程を適用することが望ましいと考えられた。しかし、予熱処理をしないトマトジュース製造は、前述した様にペクチン質が溶出しにくく、その結果として歩留まりが低下することや、また、漿液の分離を起こしやすく製品の外観にも影響する等、品質管理上課題も多く、実用化に向けてはこれらの課題について十分な検討を加える必要があると考えられた。

## 要 約

本研究では菓子用途のトマトジュースを製造することを目的として、その製造工程における予熱条件について検討を行った。

その結果、各予熱条件におけるトマトジュースの収率は

は、75℃・40分での処理が最も高く、予熱処理をしないものが最も低かった。トマトジュースの粘度は加熱温度が高く、時間が長いほど高い粘度を示し、また、色調には大きな違いは見られなかった。グルタミン酸やリコペンの含量は加熱温度が高いほど増加した。官能評価の結果、トマトジュースでは95℃・40分の予熱条件が最も評価が高かったが、ゼリーに利用した場合には予熱処理をしないトマトジュースが最も評価が高く、ゼリー等の菓子用途のトマトジュースの製造は予熱処理をしない製造工程が望ましいと考えられた。

本研究を行うにあたり、トマトの提供は余市町の中野ファーム、官能評価および菓子の試作については、株式会社もりもとよりそれぞれ多くの御協力を賜った。ここに深甚なる感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 日本政策投資銀行 (2014). 北海道スイーツのさらなる発展のために. 経済ミニレポート, 14.
- 2) 伊藤秀和・堀江秀樹 (2009). トマトリコペン抽出に適した溶媒の選択と迅速定量法への応用. 野菜茶業研究所研究報告, 8, 165-173.
- 3) 北海道立消費者センター (2012). トマトの糖含有率と酸度テスト. 北のくらし・きらめく, 75, 6-7.
- 4) 石井孝典・藤井雅丈・矢ノ口幸夫・内海敏子 (1994). トマト品種の果実成分と熟度の関係. 東北農業研究, 47, 275-276.
- 5) 木村 進 (1969). トマト加工の諸問題. 日本食品工業学会誌, 16(5), 219-228.
- 6) 山田耕二(1962). トマトジュースの製造条件と品質. 日本食品工業学会誌, 9(1), 4-8.
- 7) Willard B. Robinson, Elmer Stotz, Z. I. Kertesz (1945). The Effect of Manufacturing Methods on the Ascorbic Acid Content and Consistency Characteristics of Tomato Juice. *Journal of Nutrition*, 30, 425-433.
- 8) 三木 登 (1974). 製造工程中の加熱によるトマトジュースの色および化学成分の変化. 日本食品工業学会誌, 21(2), 76-80.
- 9) 東尾久雄・山口優一・木幡克則・東 敬子 (1999). トマトジュースの嗜好性と加工法との関係. 日本食品科学工学会誌, 46(6), 410-415.