

茶葉の冷凍保存に最適なブランチング条件の解明

平田 達哉

Determination of Optimal Blanching Conditions for Cold Storage of Tea Leaves

HIRATA Tatsuya

Abstract: Ono district of Ube City is a tea-producing area that accounts for more than 90% of the total tea production in the prefecture. Tea is highly positioned as a special product; however, an aging population and the consequent decrease in the number of producers are serious problems affecting tea production. Therefore, aiming to improve the importance of tea for the next generation, Ube City decided to promote the use of tea not only as a beverage but also as a food material. However, the freezing processing technology for supplying edible tea leaves throughout the year has not yet been established. In this study, we determined the blanching freezing conditions for raw tea leaves, and the period of preservation of tea quality in cold storage and after thawing.

The results showed that heating temperature and heating time were the main factors affecting the color (browning) of tea leaves under blanching conditions, and the optimal conditions were 95–100 °C heating temperature and 1–2 seconds heating time. In addition, the color, physical properties, bacterial count, and nutritional composition of tea leaves did not change during cold storage for up to 15 months and were equivalent to those of fresh tea leaves.

Key Words: cold storage, food material

キーワード: 冷凍保存 食品素材

緒言

宇部市小野地区は県内生産量の9割以上を占める茶の生産地で宇部市の特産品として位置づけ、振興しているが、生産者の減少や高齢化が進み、新たな振興方策が検討されている。

その中で、宇部市は茶を飲料としてだけでなく、ほかの食品素材と同様に「食用の茶葉」たとえば若芽の味増あえ、茶葉の天ぷら、茶葉の吸い物などとするこことで次世代に向けたイメージアップを図るとともに、生産者の意欲の向上を図ろうとしている。しかし、食べられる「茶葉」を周年供給するための冷凍処理技術はまだ確立されていない。本研究では、生茶葉のブランチング冷凍条件、冷凍貯蔵時の品質保持期間および

解凍後の品質を明らかにしたのでここに報告する。

材料および方法

1 供試材料

供試材料は2019年5月1日及び2020年5月8日に山口県宇部市で手摘みにより収穫された「やぶきた」の一番茶一芯二葉と一芯三葉及び二番茶の一芯二葉を使用し、収穫後速やかに試験に供した。

2 ブランチングおよび冷凍方法

茶葉の色調(緑色)や物性が変化しにくい処理条件を解明するために、ブランチングは処理温度、処理時間および食塩濃度の3要因、冷凍処理は凍結温度の1要

因を選定して試験設計した。この4要因を各2水準、16通りの組み合わせにより実施した。処理条件の違いが冷凍貯蔵中の色や物性に及ぼす影響を多要因解析した。各要因と水準は第1表のとおりである。

第1表 ブランチングおよび冷凍処理での要因と水準表

変動要因	水準	
処理温度 (A)	60℃	80℃
処理時間 (B)	5秒	15秒
食塩濃度 (C)	0%	1%
凍結温度 (D)	-20℃	-50℃

ブランチング処理は、二重釜(直径50cm 容量30L)を使用して温湯で実施した。同一処理温度の試験は同時に行い、各条件(処理時間、食塩濃度)ごとに網袋(木綿製)に材料を入れて区分した。ブランチング後は冷水にて急冷し、ポリプロピレンフィルム(230×270mm)に詰め、冷凍庫に1か月保管後、流水解凍して色調、物性及び栄養成分等を測定した。

さらに多水準試験として要因と水準を第2表のとおり設定し同様に実施した。

第2表 ブランチング温度及び時間における多水準表

変動要因	水準				
処理温度 (A)	80℃	85℃	90℃	95℃	100℃
処理時間 (B)	1秒	2秒	3秒	4秒	5秒

3 冷凍貯蔵中の品質変化

2の試験で得られた結果をもとに処理温度と処理時間の組み合わせ3種類(80℃1秒、90℃3秒、100℃5秒)の条件で処理、急冷した後に200gずつ袋に詰めて冷凍庫に-30℃で保管した。所定期間(0, 3, 8, 15か月)経過後、冷凍庫から取り出し、色調、物性、一般生菌数を測定するとともに、15か月後の栄養成分の分析を行った。ただし、生茶葉としては熱処理せずに-30℃で冷凍して10日後に解凍したものを使用した。

4 品質評価

1) 色調

所定期間経過後、茶葉を自然解凍した。解凍後中央部の色調(L*, a*, b*値)を色差計(JS555, COLOR

TECHNO SYSTEM(株))で測定した。1区につき5枚測定し平均値を色調とした。また、同じ葉について目視による調査も実施した。目視による評価は1:褐変6割以上 2:褐変3~5割 3:褐変1~2割 4:褐変なし、鮮やかさ小 5:褐変なし、鮮やかなの5段階とした。

2) 物性

収穫後の生茶葉及び冷蔵庫で自然解凍した茶葉を10枚重ねにして、卓上物性測定器(RE2-3305S, 株式会社山電)を用いて破断強度を測定した。測定条件は楔型プランジャー(接触面直径1mm)、速度1mm/sec、歪み率99%とした。評価は生茶葉の分析値を参考に、二次微分の数値50以上のピーク数をカウントした。測定は3反復とした。

3) 一般生菌

冷蔵庫で自然解凍した茶葉をクリーンベンチ内で開封して細断し、10g量を精秤して、ストマフィルターに90mlのPBSを入れ、無菌的に1分間攪拌して細菌懸濁液を得た。この懸濁液1mlを滅菌水9ml入りの試験管に入れ、ピペティングして10²倍希釈液を調製した。同様に10³~10⁵を調製した。

定法に従って作製した測定用培地に各希釈試験溶液を1mlずつ分注し全体に塗布し、37℃で48時間培養し、コロニー数を計測した。測定は4反復とした。

4) 栄養成分

ブランチング後凍結乾燥した茶葉を均一に粉碎して試料とし、5成分及び無機物を食品分析ハンドブック(科学技術庁資源調査会食品成分部会編, 1997)にしたがって測定した。ただし、蛋白質はケルダール法に変えて燃焼法で測定した。すなわち、セルに50mgの試料を採取して、燃焼法元素分析装置(NCH-22シリーズ(株), 住友分析センター)で分析した。アミノ酸は試験管に凍結乾燥試料200mgをとり、pH2.0のクエン酸緩衝液5mlを加えホモジナイズした。ろ過後、0.45ミクロンフィルターをとおしてアミノ酸分析装置に供した。測定は3反復とした。

5) 抗酸化性

4)と同様に処理した試料を用いて、YAMAGUCHI らの方法 (1998) に準じて測定した。すなわち、試験管に 500 μ M DPPH 溶液 0.5 ml、0.1 M トリス緩衝液 (pH7.2) 800 μ l、試料溶液 0.2 ml を加えよく攪拌し、暗所 (15 $^{\circ}$ C) で 20 分間反応をおこない、HPLC に供与した。また、試料と同時にトリス緩衝液をブランクおよび標準品溶液 (500 μ M Trolox) をコントロールとして測定した。分析装置は TSK-gel Oxy1-80Ts (4.6 mm \times 150 mm, Tosho) を装着した液体クロマトグラフ (株島津製作所製 LC20A) を用いた。カラム温度は 25 $^{\circ}$ C、流速は 1.0 ml/min、溶離液はメタノール/水 (70:30, v/v) として 517 nm で検出を行った。ラジカル消去能は試料生鮮重 100 g 中の Trolox 相当量をラジカル補足活性として以下に示す式により求めた。測定は 3 反復とした。

$$\text{ラジカル補足活性 } (\mu\text{mol Trolox eq.}/100\text{ g}) \\ = 500 \times (A-B) / (A-C) \times V / 1000 \times 100 / W$$

A: ブランクのピーク面積
B: 試料溶液を添加した時のピーク面積
C: コントロールのピーク面積
V: 試料溶液量 (ml)
W: 試料採取量 (g)

6) 抗アレルギー性

4)と同様に処理した試料を用いて、掛川らの方法 (1985) に準じて測定した。即ち、試験管に試料溶液 0.1 ml、ヒアルロニダーゼ酵素溶液 0.05 ml を加え、37 $^{\circ}$ C で 20 分間放置した。酵素活性化液 0.1 ml を加え、さらに 37 $^{\circ}$ C で 20 分間放置した。ヒアルロン酸基質溶液 0.25 ml を加え、37 $^{\circ}$ C で 40 分間反応した。0.4 N NaOH 0.1 ml を加えて反応を停止した後、ホウ酸カリウム溶液 0.1 ml を加え、沸騰水浴中にて 3 分間加熱した。室温まで冷却後、p-ジメチルアミノベンズアルデヒド溶液 3 ml を加え、37 $^{\circ}$ C で 20 分間放置した後、585 nm における吸光度を測定した。各試料について酵素液を入れないもの (ブランク) についても吸光度を測定し、以下に示す式により阻害率 (%) を算出した。

$$\text{ヒアルロニダーゼ阻害活性} \\ = (1 - (C-D) / (A-B)) \times 100$$

A: 対照吸光度 (試料の代わりに蒸留水)
B: 対照ブランク吸光度 (酵素の代わりに緩衝液

を加えたもの)

C: 試料吸光度

D: 試料ブランク吸光度 (酵素の代わりに緩衝液を加えたもの)

7) 総ポリフェノール

フラスコに 4)と同様に処理した試料 50 mg をとり、20 ml のメタノールを加え 10 分間煮沸した後、アドバンテック社ろ紙 No2 でろ過した液を検液とした。検液 5 ml を入れた試験管にホーリン試薬 5 ml を添加、混合し 3 分後に 10 %炭酸ナトリウム 5 ml を加えて攪拌し、1 時間室温に放置してから 760 nm の吸光度を測定した。また、試料と同時にメタノールに溶かした D-カテキン溶液 (2, 4, 6, 8, 10 mg /100 mL) を用いて検量線を作成した。

8) クロロフィル

4)と同様に処理した試料を用いて、満田らの方法 (2002) に準じて測定した。すなわち、試験管に凍結乾燥試料 200 mg をとり、アセトン 8 ml を加えホモジナイズした。残渣に再度アセトンを加え同様に実施し、これらの上清液をまとめて 100 ml とした。0.45 μ m フィルターを通したあと HPLC に供した。また、試料と同時にアセトンに溶かしたクロロフィル a 及び b 溶液 (500, 250, 125, 65.5, 32 ppm) を用いて検量線を作成した。分析装置は ODS-80TS (4.6 mm \times 250 mm, Tosho) を装着した液体クロマトグラフ (LC20A, 株島津製作所製) を用いた。カラム温度は 40 $^{\circ}$ C、流速は 1.5 ml/min、溶離液はアセトニトリル/水 (90:10, v/v) と酢酸エチルを用いた直線的グラジエントとして 450 nm で検出を行った。

9) テアニン

4)と同様に処理した試料を用いて、石原らの方法 (2016) に準じて測定した。即ち、コルベットフラスコに凍結乾燥試料 100 mg をとり、20 ml の熱湯を注ぎ、そのまま 15 分攪拌した。ろ過した後 0.45 μ m フィルターを通して HPLC に供した。また、試料と同様に蒸留水に溶かした L-テアニン標準品溶液 (6.25, 12.5, 25, 50, 100 mg/L) を用いて検量線を作成した。分析装置は MyghtysilNH2 (4.6 mm \times 250 mm, MerX) を装着した液体クロマトグラフ (LC20A, 株島津製作所製 LC20A) を

用い

た。カラム温度は40℃、流速は0.5 ml/min、溶離液はアセトニトリル/100 mM リン酸二水素ナトリウム, pH4.5 (50:50, v/v) として517 nm で検出を行った。

結果

1 生茶葉の色調、物性および機能性

ブランチング処理無し茶葉の色調はL*=31.05、a*=8.78、b*=17.70であり、目視による色調では、褐変はなく鮮やかな新緑であった。物性はどの生茶葉も50以上の値が示され、シャリシャリ感を保っていた。抗酸化性は一番茶一芯二葉、二番茶一芯二葉、一番茶一芯三葉の順に高く平均579 μmol Trolox. eqであった。抗アレルギー性は一番茶一芯三葉、二番茶一芯二葉、一番茶一芯二葉の順に高く平均14%の阻害活性が認められた(第3表)。

2 生茶葉の一般栄養成分およびポリフェノール、クロロフィル、テアニン量

県産生茶葉の一般栄養成分を標準成分表と比較すると、県産生茶葉は蛋白質がやや多く、無機成分が少ない傾向であった。また、収穫部位の違いでは、一芯二葉は一芯三葉よりビタミンB2とテアニン含量が多く、

収穫時期の違いでは、二番茶一芯二葉は一番茶一芯二葉より総ポリフェノール、β-カロテン含量が多かった。クロロフィルではわずかな増加がみられた(第4表)。

3 ブランチング冷凍処理条件の違いが色調、物性および機能性に及ぼす影響

色調(変色)に及ぼすブランチングの要因は処理温度であり、80℃で変色が防止された。目視による調査でも80℃が優れていた。物性に及ぼすブランチングの変動要因は処理時間で、短時間処理において物性が保持された。また、機能性(抗酸化性、抗アレルギー性)に及ぼすブランチングの要因は認められず、各要因間における交互作用も認められなかった(第5表)。

さらに、処理温度(80℃~100℃)と処理時間(1秒~5秒)の多水準試験を実施した。条件の違いにより色調、物性、抗酸化性及び抗アレルギー性に有意差は認められなかった(第6表)。

4 ブランチング冷凍処理条件が一般栄養成分、ポリフェノール、クロロフィル量に及ぼす影響

一般栄養成分で影響を受けるのは蛋白質、炭水化物、

第3表 生茶葉の色調、物性および機能性

	色 ¹⁾			物性 目視 ²⁾	抗酸化性 μ mol Trolox eq	抗アレルギー性 (%)
	L*	a*	b*			
一番茶 一芯二葉	31.05	-8.78	17.70	5	53	622
一番茶 一芯三葉	-	-	-	5	54	538
二番茶 一芯二葉	-	-	-	5	54	576

1) L*(白(大)←→(小)黒) a*(緑(小)←→(大)赤) b*(黄(大)←→(小)青)

2) 1:褐変6割以上 2:褐変3~5割 3:褐変1~2割 4:褐変なし、鮮やか小 5:褐変なし、鮮やか

3) 生茶葉は処理なし -30℃冷凍で10日貯蔵後、冷蔵庫で自然解凍

第4表 生茶葉の一般栄養成分およびポリフェノール、クロロフィル、テアニン量 乾物100 g当たり¹⁾

	水分	蛋白質	脂質	炭水化物	灰分	ビタミンB1	ビタミンB2	β-カロテン	ビタミンC	総ポリフェノール	クロロフィルa	クロロフィルb	テアニン
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(mg)	(μg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
一番茶 一芯二葉	60.0	34.69	4.2	55.3	5.8	0.34	2.97	12994	282	55.5	96.2	75.9	2430
一番茶 一芯三葉	60.0	33.56	4.3	56.5	5.6	0.37	1.94	15714	269	63.3	98.7	78.5	1482
二番茶 一芯二葉	60.0	29.27	4.2	61.0	5.6	0.34	2.62	14805	312	72.2	101.0	79.6	2300
標準成分表	2.8	24.50	4.7	63.0	5.0	0.36	1.43	13000	260	-	-	-	-

1) 水分は除く

2) 生茶葉は処理なし -30℃冷凍で10日貯蔵後、冷蔵庫で自然解凍

第5表 ブランチング冷凍処理条件の違いが色調、物性および機能性へ及ぼす影響

	温度	時間	食塩	凍結 温度	色 ¹⁾			目視 ²⁾	物性	抗酸化性 $\mu\text{mol Trolox eq}$	抗アレルギー性 (%)
					L*	a*	b*				
1	60°C	5秒	0%	-20°C	28.5	-9.3	17.4	1	42	632	43.5
2	60°C	5秒	0%	-50°C	30.9	-12.4	22.9	2	39	591	44.5
3	60°C	5秒	1%	-20°C	28.3	-10.7	19.4	1	41	588	26.2
4	60°C	5秒	1%	-50°C	29.4	-12.7	24.6	2	39	634	37.2
5	60°C	15秒	0%	-20°C	29.1	-9.7	19.2	1	37	568	7.1
6	60°C	15秒	0%	-50°C	30.3	-11.2	23.5	3	36	632	23.5
7	60°C	15秒	1%	-20°C	27.0	-12.3	20.7	3	34	560	35.8
8	60°C	15秒	1%	-50°C	29.1	-11.6	22.7	3	41	562	40.7
9	80°C	5秒	0%	-20°C	47.8	-20.0	29.8	5	39	621	41.5
10	80°C	5秒	0%	-50°C	39.6	-17.3	25.8	4	38	608	13.1
11	80°C	5秒	1%	-20°C	44.2	-19.2	29.0	5	39	611	25.0
12	80°C	5秒	1%	-50°C	43.8	-19.9	30.2	5	41	578	23.3
13	80°C	15秒	0%	-20°C	42.7	-17.9	28.4	4	34	598	23.4
14	80°C	15秒	0%	-50°C	39.8	-16.9	25.5	4	36	523	45.9
15	80°C	15秒	1%	-20°C	46.0	-19.0	29.2	5	37	581	6.4
16	80°C	15秒	1%	-50°C	40.7	-17.0	28.3	5	40	573	16.8
分	処理温度(A)				**	**	**	n.d.			
					-	80°C	-				
散	処理時間(B)								*		
									5秒		
分	食塩濃度(C)										
析	凍結温度(D)										

1) L*(白(大)←(小)黒) a*(緑(小)←(大)赤) b*(黄(大)←(小)青)

2) 1: 褐変6割以上 2: 褐変3~5割 3: 褐変1~2割 4: 褐変なし、鮮やかさ小 5: 褐変なし、鮮やか

3) 生茶葉は処理なし-30°C冷凍

第6表 温度と時間の違いが色調、物性および機能性へ及ぼす影響

	温度	時間	色 ¹⁾			目視 ²⁾	物性	抗酸化性 $\mu\text{mol Trolox eq}$	抗アレルギー性 (%)
			L*	a*	b*				
1		1秒	40	-14	23	5	40	647	23.5
2		2秒	33	-13	24	5	33	606	40.7
3	80°C	3秒	39	-15	24	5	40	591	13.1
4		4秒	37	-13	22	5	36	627	43.5
5		5秒	31	-11	16	5	42	581	24.3
6		1秒	32	-13	19	5	39	637	23.3
7		2秒	41	-15	27	5	38	567	26.2
8	85°C	3秒	37	-15	22	5	40	573	16.8
9		4秒	39	-14	23	5	35	614	44.5
10		5秒	39	-13	22	5	36	621	18.4
11		1秒	41	-14	23	5	40	619	45.9
12		2秒	38	-14	22	5	37	586	19.3
13	90°C	3秒	41	-14	21	5	39	599	34.1
14		4秒	34	-12	21	5	38	559	37.2
15		5秒	38	-14	23	5	36	578	13.6
16		1秒	38	-14	22	5	41	584	15.7
17		2秒	38	-13	22	5	38	644	28.3
18	95°C	3秒	40	-14	24	5	41	606	35.8
19		4秒	32	-11	19	5	37	592	23.4
20		5秒	39	-14	22	5	34	623	10.8
21		1秒	38	-14	21	5	38	585	41.5
22		2秒	32	-11	18	5	42	599	20.5
23	100°C	3秒	39	-16	28	5	37	576	25.0
24		4秒	39	-14	25	5	37	583	21.5
25		5秒	40	-15	25	5	38	574	22.9
分散	温度(A)								
分析	時間(B)								

1) L*(白(大)←(小)黒) a*(緑(小)←(大)赤) b*(黄(大)←(小)青)

2) 1: 褐変6割以上 2: 褐変3~5割 3: 褐変1~2割 4: 褐変なし、鮮やかさ小 5: 褐変なし、鮮やか

茶葉の冷凍保存に最適なブランチング条件の解明

ビタミンB2、ビタミンCおよびβ-カロテンであった。変動要因はどれも処理温度で、蛋白質およびβ-カロテンは60℃で、炭水化物、ビタミンB2 およびビタミンCは80℃で含有量に優れていた。

また、各要因間における交互作用は認められなかった。(第7表) この結果から、処理温度(80℃~100℃)と処理時間(1秒~5秒)の多水準試験を実施した。蛋白質は100℃、β-カロテン及びクロロフィルa,bは80℃~95℃で、総ポリフェノールは80℃で優れていた(第8表)。

5 ブランチング冷凍処理条件がアミノ酸量に及ぼす影響

ブランチング冷凍処理で影響を受けるのは14種類のアミノ酸であった。14種類中の13種類で変動要因が処理温度であり、その中の1種類が処理時間と凍結温度を合わせもっていた。Gluは80℃で保持されたが、他の12種類は60℃で保持された。Aspは食塩濃度が変動要因であり、食塩無添加で保持された(第9表)。これまで同様に処理温度(80℃~100℃)と処理時間(1秒~5秒)の多水準試験を実施した。Met、GABAを除いて100℃処理が優れていた(第10表)。

第7表 ブランチング冷凍処理条件の違いが一般栄養成分およびポリフェノール、クロロフィル、テアニン量へ及ぼす影響

温度	時間	食塩	凍結温度	水分 (g)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)	ビタミンB1 (mg)	ビタミンB2 (mg)	β-カロテン (μg)	ビタミンC (mg)	総ポリフェノール (mg)	クロロフィルa (mg)	クロロフィルb (mg)	テアニン (mg)
1	60℃	5秒	0 -20℃	64.2	33.3	4.3	56.6	5.8	0.36	14.1	14781	295	76.2	115.5	58.1	1770
2	60℃	5秒	0 -50℃	63.5	32.9	4.2	57.1	5.9	0.24	17.2	19778	304	80.2	131.1	61.4	1823
3	60℃	5秒	1% -20℃	62.9	33.1	4.3	56.9	5.7	0.23	16.5	17235	257	79.3	122.3	57.3	1952
4	60℃	5秒	1% -50℃	61.9	34.2	4.3	55.1	6.4	0.27	18.4	19133	353	62.4	123.5	57.9	2196
5	60℃	15秒	0 -20℃	64.4	32.9	4.1	56.2	6.8	0.23	16.0	18739	328	72.4	128.7	61.7	1909
6	60℃	15秒	0 -50℃	64.8	32.8	4.1	57.1	5.9	0.27	16.9	18351	324	79.7	118.2	55.9	1933
7	60℃	15秒	1% -20℃	62.3	33.9	4.1	56.4	5.6	0.24	17.7	17366	331	72.7	127.9	61.9	2044
8	60℃	15秒	1% -50℃	62.8	32.7	4.3	57.3	5.7	0.21	14.8	14920	251	61.8	104.1	50.5	1847
9	80℃	5秒	0 -20℃	66.1	31.5	4.4	58.5	5.6	0.35	22.3	13744	316	51.1	112.1	55.7	2164
10	80℃	5秒	0 -50℃	67.5	31.6	4.2	57.8	6.4	0.34	21.5	12024	385	51.3	124.6	62.8	1995
11	80℃	5秒	1% -20℃	66.9	32.2	4.2	57.8	5.8	0.34	24.3	18902	341	74.0	50.2	66.6	2104
12	80℃	5秒	1% -50℃	66.5	31.9	4.1	58.1	5.9	0.33	21.7	19386	304	60.8	120.8	74.9	2004
13	80℃	15秒	0 -20℃	66.5	30.1	4.3	60.0	5.7	0.36	21.7	15795	372	58.1	120.8	64.0	2012
14	80℃	15秒	0 -50℃	62.1	31.6	4.2	58.1	6.1	0.33	22.8	10824	356	46.9	90.1	59.6	1931
15	80℃	15秒	1% -20℃	67.9	31.5	4.2	58.5	5.8	0.34	18.8	14773	434	42.2	119.8	60.2	2373
16	80℃	15秒	1% -50℃	63.3	30.5	4.2	59.4	6.0	0.34	19.6	11749	356	36.6	104.9	54.8	2177
分	処理温度(A)				**		**			**	**	*	*			
散	処理時間(B)				60℃		80℃			80℃	60℃	80℃	60℃			
分	食塩濃度(C)															
析	凍結温度(D)															

- 1) 水分は除く
- 2) 生茶葉は処理せず-30℃で冷凍したもの

第8表 温度と時間の違いが一般栄養成分およびポリフェノール、クロロフィル、テアニン量へ及ぼす影響

温度	時間	水分 (g)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)	ビタミンB1 (mg)	ビタミンB2 (mg)	β-カロテン (μg)	ビタミンC (mg)	総ポリフェノール (mg)	クロロフィルa (mg)	クロロフィルb (mg)	テアニン (mg)		
1	1秒	60.7	27.9	4.3	61.8	6.0	1.0	18.4	6983	222	235.7	141.6	94.8	552		
2	2秒	59.6	29.3	4.2	60.3	6.3	1.1	17.6	7184	190	240.8	141.7	94.4	595		
3	30℃	3秒	60.7	28.3	4.3	61.2	6.2	1.0	16.9	6526	331	238.0	130.0	92.0	530	
4	4秒	59.5	28.5	4.2	60.8	6.5	0.5	17.6	6532	216	242.4	130.9	92.7	614		
5	5秒	59.6	28.3	4.1	61.0	6.5	1.0	16.8	6743	215	232.3	131.5	89.4	528		
6	1秒	60.3	28.3	4.2	61.4	6.2	1.0	16.8	6643	256	193.7	130.7	94.0	554		
7	2秒	59.8	28.0	4.2	61.9	6.0	1.0	17.5	6974	241	197.8	132.0	94.0	604		
8	85℃	3秒	60.7	29.2	4.1	60.3	6.3	1.0	17.6	6728	246	195.6	129.3	94.2	566	
9	4秒	60.1	28.8	4.2	60.8	6.2	1.4	15.6	6379	204	194.1	120.2	82.1	547		
10	5秒	58.2	28.9	4.1	60.8	6.2	1.3	16.7	6856	235	196.3	132.0	95.3	567		
11	1秒	60.2	28.3	4.3	61.2	6.2	0.8	17.6	6729	245	182.4	130.6	89.8	666		
12	2秒	61.1	28.3	4.2	61.4	6.1	0.9	18.1	6952	264	211.1	135.2	98.4	633		
13	90℃	3秒	60.2	27.8	4.1	62.0	6.1	0.4	17.3	6978	240	210.1	136.1	96.6	609	
14	4秒	59.4	27.8	4.1	61.8	6.3	0.5	17.4	6961	255	207.4	132.6	92.0	641		
15	5秒	59.6	27.6	4.1	62.3	6.0	0.9	17.7	6831	244	206.9	129.8	92.4	555		
16	1秒	60.6	27.3	4.2	62.2	6.2	1.1	18.0	6710	254	207.0	134.6	101.3	537		
17	2秒	59.0	27.7	4.2	61.8	6.2	0.9	18.2	6898	252	197.4	132.4	92.0	632		
18	95℃	3秒	58.6	27.6	4.1	62.3	6.1	1.1	18.3	7481	251	201.0	146.3	104.0	579	
19	4秒	58.4	28.0	4.3	61.7	6.1	1.1	18.2	7089	236	205.1	135.6	96.9	656		
20	5秒	60.3	28.2	4	61.5	6.2	1.0	18.0	6984	238	203.9	131.0	88.0	647		
21	1秒	60.5	28.6	4.2	60.6	6.5	1.1	18.3	4370	236	199.4	92.8	59.7	579		
22	2秒	60.4	28.9	4.3	60.5	6.3	1.1	16.6	4578	212	205.9	95.4	61.9	590		
23	100℃	3秒	60.5	28.2	4.2	61.4	6.2	0.4	16.8	4533	259	206.2	94.0	62.6	564	
24	4秒	61.0	28.7	4.2	60.8	6.3	1.7	17.6	4139	245	207.2	89.0	58.5	511		
25	5秒	60.0	28.9	4.1	60.9	6.2	0.5	17.6	3420	222	190.2	72.6	47.3	572		
分散	温度(A)		*		*				**	**	**	**	**			
分析	時間(B)		100℃		100℃				80~95℃	80℃	80~95℃	80~95℃	80~95℃			

茶葉の冷凍保存に最適なブランチング条件の解明

第11表 ブランチング冷凍処理条件が無機成分量へ及ぼす影響

単位：mg/100gDW

	温度	時間	食塩	凍結温度	Na ¹⁾	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Al	Ni	Sr
1	60℃	5秒	0	-20℃	10	1284	212	146	554	5.4	3.6	1.5	94	29	0.45	0.15
2	60℃	5秒	0	-50℃	13	1382	225	156	568	5.5	3.7	1.4	108	34	0.60	0.20
3	60℃	5秒	1%	-20℃	100	1335	213	147	549	5.3	3.5	1.3	95	29	0.60	0.20
4	60℃	5秒	1%	-50℃	105	1233	195	141	518	4.6	3.3	1.2	91	28	0.55	0.15
5	60℃	15秒	0	-20℃	8	1368	219	157	555	5.0	3.4	1.1	103	30	0.45	0.20
6	60℃	15秒	0	-50℃	10	1428	225	158	593	5.5	3.6	1.1	105	33	0.60	0.20
7	60℃	15秒	1%	-20℃	96	1249	214	137	534	5.1	3.3	1.0	95	28	0.45	0.20
8	60℃	15秒	1%	-50℃	99	1299	222	144	531	4.6	3.2	1.0	104	29	0.50	0.20
9	80℃	5秒	0	-20℃	13	1256	220	144	549	5.1	3.4	0.9	98	29	0.45	0.20
10	80℃	5秒	0	-50℃	15	1348	225	155	566	5.3	3.6	0.9	106	33	0.60	0.20
11	80℃	5秒	1%	-20℃	121	1198	209	141	547	4.8	3.4	1.0	95	30	0.60	0.20
12	80℃	5秒	1%	-50℃	152	1217	211	136	529	4.8	3.3	1.0	97	30	0.50	0.20
13	80℃	15秒	0	-20℃	20	1271	223	149	568	5.1	3.6	1.0	106	32	0.55	0.20
14	80℃	15秒	0	-50℃	14	1208	219	143	537	5.8	3.2	0.8	101	31	0.60	0.20
15	80℃	15秒	1%	-20℃	128	1232	221	141	552	4.9	3.3	0.9	98	30	0.50	0.20
16	80℃	15秒	1%	-50℃	134	1219	220	139	561	5.5	3.4	1.0	100	31	0.60	0.20
生 ²⁾					4	1270	219	150	583	5.6	3.6	0.8	101.8	32	0.70	0.15
分	処理温度(A)				* 80℃	* 60℃						** 60℃				
散	処理時間(B)											** 5秒				
分	食塩濃度(C)				* -			* 0%		* 0%				* 0%		
析	凍結温度(D)															

1) 試験において食塩を添加していることから評価から除く

2) 一番茶の一芯二葉と三葉 熟処理なしの-30℃冷凍

第12表 温度と時間の違いが無機成分量に及ぼす影響

単位：mg/100gDW

	温度	時間	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Al	Ni	Sr
1	80℃	1秒	7	1535	319	206	467	6.7	3.7	2.1	140	50	0.35	0.25
2		2秒	7	1539	308	212	478	6.3	3.7	1.7	131	44	0.25	0.30
3		3秒	8	1537	324	208	460	6.1	3.7	1.4	139	48	0.20	0.30
4		4秒	7	1599	321	207	476	6.3	3.7	1.5	131	47	0.25	0.30
5		5秒	6	1597	335	208	461	5.7	3.6	1.3	141	51	0.40	0.35
6	85℃	1秒	7	1574	324	207	447	5.9	3.5	1.4	134	51	0.25	0.30
7		2秒	7	1550	331	204	482	6.2	3.5	1.0	137	50	0.20	0.30
8		3秒	6	1549	317	204	464	5.9	3.2	0.9	127	64	0.20	0.30
9		4秒	6	1581	334	199	469	5.9	3.6	1.7	132	47	0.30	0.35
10		5秒	7	1557	320	210	464	6.4	3.6	1.6	133	46	0.25	0.30
11	90℃	1秒	6	1569	330	208	464	6.0	3.3	1.0	133	49	0.35	0.30
12		2秒	6	1591	327	214	496	6.3	3.4	0.8	131	50	0.30	0.30
13		3秒	8	1548	324	204	465	5.9	3.6	0.8	129	47	0.25	0.30
14		4秒	5	1544	337	202	471	5.8	3.2	0.7	138	47	0.20	0.30
15		5秒	6	1563	338	200	464	6.3	3.3	1.2	132	48	0.30	0.30
16	95℃	1秒	5	1546	325	206	472	6.2	3.3	0.7	123	47	0.30	0.30
17		2秒	5	1614	337	209	486	5.8	3.2	0.7	134	49	0.20	0.30
18		3秒	6	1567	340	204	475	6.0	3.1	0.7	136	49	0.25	0.35
19		4秒	6	1605	327	205	478	5.7	3.1	0.8	131	45	0.30	0.30
20		5秒	7	1562	338	206	462	5.6	3.3	0.7	131	47	0.20	0.25
21	100℃	1秒	6	1575	330	220	483	6.1	3.4	0.7	132	50	0.40	0.35
22		2秒	9	1603	345	222	512	8.7	3.4	0.6	136	58	0.25	0.35
23		3秒	7	1592	320	204	488	6.5	3.2	0.7	125	48	0.30	0.35
24		4秒	10	1567	324	215	471	8.0	3.4	0.8	135	50	0.30	0.30
25		5秒	9	1608	319	217	480	7.1	3.5	0.7	135	54	0.30	0.35
分散	温度(A)		* 100℃			** 100℃	** 100℃	** 100℃	** 80℃	*	80~85℃			
分析	時間(B)						** 2秒							

第13表 冷凍茶葉の貯蔵中での品質変化

処理方法	色(a*)				物性				一般生菌数(cfu/g)			
	月				月				月			
	0	3	8	15	0	3	6	15	0	3	8	15
80℃ 1秒	-13.2	-13.7	-13.3	-13.4	44	38	41	43	6.8×10^2	7.1×10^2	8.3×10^2	8.2×10^2
90℃ 3秒	-13.8	-14.4	-12.2	-13.2	42	40	39	43	7.2×10^2	9.7×10^2	8.3×10^2	8.5×10^2
100℃ 5秒	-12.9	-12.8	-14.9	-12.9	36	40	37	36	6.9×10^2	8.7×10^2	8.0×10^2	8.6×10^2

- 1) 食塩: 添加なし 冷凍温度: -30℃
- 2) ブランチング冷凍処理後-20℃に貯蔵、経時的に自然解凍し、色差計、物性試験器、寒天培地で測定した
- 3) 色: 数値小(緑) ← → 数値大(赤)
- 4) 物性: 数値が大きいほど菌切れがよい

第14表 冷凍茶葉の栄養成分 (15 か月)

分析項目	分析値				単位
	生	80℃, 1秒	90℃, 3秒	100℃, 5秒	
水分	60	60	60	60	g
たんぱく質	33	27	28	28	g
脂質	4.3	4.2	4.3	4.2	g
炭水化物	56.5	63.1	61.8	62.0	g
灰分	5.6	5.7	5.9	5.8	g
ビタミンB1	0.37	0.34	0.33	0.35	mg
ビタミンB2	1.94	1.55	1.31	1.36	mg
ビタミンC	269	265	259	247	mg
βカロテン	15.7	14.6	13.4	13.3	mg
Ca	548	618	594	628	mg
K	3175	3200	3229	3161	mg
Mg	375	402	407	410	mg
Na	10	12	13	13	mg
Zn	9.0	5.9	7.1	6.4	mg
食塩相当量	0	0	0	0	g

- 1) 乾物重100g当たり
- 2) ブランチング: 温度100℃ 時間: 1分 貯蔵温度: -30℃ 食塩添加: なし
- 3) ブランチング処理後冷凍し、1か月、8か月、12か月経過時に流水解凍して測定した

8 冷凍茶葉の栄養成分(15 か月後)

7と同様に3条件でブランチング冷凍保存した茶葉の栄養成分は、生茶葉と比較しても冷凍15か月後では変化は認められなかった。(第14表)

考 察

野菜は剥皮、スライスまたはダイスカットした後、十分に水で洗浄しても、ブランチング処理しなければ、冷凍貯蔵中に品質低下がおりやすい。ブランチング処理の重要性が説かれてからブランチング処理はあらゆる工場で行われている。ブランチング処理は酵素を不活性化する以外にも野菜の品質保持に関していくつかの重要な利点がある。色素の保持、組織の軟化、細菌数の減少、好ましくない成分の除去などである。

(P. J. Velasco ら, 1982) また、ブランチング処理は、

野菜の種類や目的によって最適条件を設定する必要がある。これまでのブランチング処理試験では、堀内らがニンジン及びダイコンで歯ごたえから(堀内 袴田, 1978) (堀内, 1980)、また、筆者がオクラやヤマノイモで粘りからテクチャーを測定してブランチングの条件を設定している。(平田, 2020)

本研究では、生茶葉のイメージを周年供給できるように、茶葉の色調及び物性に着目したブランチング冷凍貯蔵条件の試験を実施した。即ち、ブランチング処理条件及び冷凍貯蔵温度で色調と物性を保持できる最適な条件を検討した。

色の変化は、処理温度による影響が大きく、中温域では褐変を促進するが、高温域では色の保持が認められる。クロロフィルa及びbの含量は95℃以下では変化はないことから、60℃での褐変はポリフェノールオ

キシダーゼの活性によるものと考えられる。すなわち、生茶葉に多く含まれるフラボン-3-オール類が共存する強い活性を持つポリフェノールオキシダーゼによって褐変物質（縮合型タンニン）に変化したと考えられる。また、ポリフェノール量が85℃以上で減少していることから、高温域において、ポリフェノールは短時間に温湯中へ流出し、褐変防止の一助になったと考えられる。

物性は、処理時間による影響が大きく、時間が短いほど物性が保たれる。新芽すなわち若い茶葉であることから組織の構成が十分に固定化されていないこと及び葉形状による全体への熱の伝わり方が早いことから短時間処理が有効であると考えられる。

筆者らはブランチング処理の主な指標を色調及び物性としたが、ブランチング処理が温湯であることから、茶葉の栄養成分の減少を懸念した。特にビタミンCはウーロン茶や紅茶にほとんどなく緑茶に多く含まれているものの、一般に熱に弱いといわれている。しかし、本試験ではビタミンCは高温域で保持力が高いことが明らかで、これは高温でのブランチング処理で十分に対応可能であることを示している。高温よすみやかな細胞の変化等に伴うものであるかはわからないが、温湯中への流出が阻止されたためと考えられる。また、池ヶ谷ら(1984)は、茶葉中にビタミンE含有量が他の食品に比べて圧倒的に多く、生理的に最も効力が高い α -トコフェノールが主体であると報告している。これらの脂溶性ビタミンは葉を食べなければ摂取することができないことから、食べる茶葉の利用は、ビタミンEの補給源として重要である。また、茶葉におけるアミノ酸は呈味にかかわる重要な要素である。多くのアミノ酸は中温域で保持されていることから、抽出は温度に依存していると考えられる。しかし、その作用機作は不明である。また高柳ら(1989)によれば、各アミノ酸類の含有量は栽培条件や地域により広範囲にわたる(例: Asp 116 ~681 mg/100gD. W)が、茶の特徴を示すアミノ酸であるテアニンは全アミノ酸組成量の50%を占めると報告している。県産茶葉でもテアニンが全アミノ酸の50%を占め、そのテアニンはブランチングの処理温度や処理時間で変化することがなく、茶の特徴が保持されている。

無機成分は下級茶葉から上級茶葉を位置付ける重要

な指標の一つで、高柳・池ヶ谷(1989)らは葉の先端の若い葉ほどリン酸(0.2~0.48%)、カリウム(1.42~2.13%)が多く(上級茶)、下位葉ほどカルシウム(0.25~0.78%)が多い(下級茶)と報告している。本試験での生茶葉は一番茶の一芯二葉、一芯三葉では、リン酸が0.58%で、カリウム1.27%でカルシウムが0.22%であり、ブランチング処理で変化がないことから、冷凍茶葉も上級茶葉として位置付けできることができる。

80℃以上で5秒以内のブランチング及び冷凍処理した3条件での茶葉を経時的に色調、物性、一般生菌数を調査したところ、どの条件処理の茶葉も酵素的および化学的な褐変や軟化は生じなかった。また、色調では、低温長期保存によるクロロフィルの分解で白化が懸念されたが、色調変化がなかったことから、貯蔵期間中での低温に対して、保持力を持ち合わせていたと考えられる。栄養成分は15か月まで変化がなく生茶葉と同等の値を示した。

本研究によって、ブランチング条件は95~100℃で1~2秒が最適であり、これらの条件で処理された冷凍茶葉は12か月間(15か月×安全係数0.8)品質保持できることが明らかになった。そのため、茶葉の周年供給の実現と「茶葉」の利用拡大を図ることが可能となった。

なお、ブランチング処理の方法は、蒸気による加熱も実施したが、見た目に明らかな褐変があり、色差計の数値でも変色が確認されたので、温湯で行う必要がある。

摘 要

筆者は茶を飲料としてだけでなく、ほかの食品素材と同様に周年をとおした「食用の茶葉」とするため茶葉の冷凍処理技術を確立した。茶葉のブランチング条件では、加熱温度と加熱時間が色(褐変)に影響を及ぼす要因となっており、加熱温度95~100℃ 加熱時間1~2秒が最適条件として示された。また、茶葉の色、物性、一般生菌数及び栄養成分等は15か月までの貯蔵期間中で変化することなく生茶葉と同等であった。以上のことから15か月に安全係数0.8をかけると賞味期限が12か月となり、周年供給が可能である。

引用文献

- 平田達哉. 2010. 山口県産農産物における抗酸化機能、抗アレルギー機能、脂質代謝改善機能. 山口農林技術研報. 1:1-10
- 堀内久弥・袴田恵子. 1978. 冷凍ニンジンのテクスチャーに対する試料各要因の効果. 日食工誌. 25 (4) : 207-212.
- 堀内久弥. 1980. ダイコンのテクスチャーと冷凍処理による影響. 日食工誌. 27 (12) : 597-603.
- 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正. 1984. 抹茶、玉露および煎茶のトコフェノール含量. 日食工誌. 31 (7) : 459-461
- 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正. 1988. 近赤外分光法による煎茶および抹茶の全窒素、カフェイン、遊離アミノ酸、テアニンおよびタンニンの定量. 野菜茶試研報. B(金谷) 2 : 47-90
- 石原良美・杉田大峰・佐久間翔・北見秀明・高野二郎. 2016. アミノプロピルカラムを用いる HPLC による緑茶飲料中の L-テアニンの定量. BUNSEKI KAGAKU. 65 (6) : 335-338
- 科学技術庁資源調査会食品成分部会編. 1997. 五訂 日本食品標準成分表分析マニュアル. 1-88. 社団法人資源協会. 東京.
- 掛川寿夫・松本仁・佐藤利夫. 1984 : 種々の抗炎症剤のヒアルロニダーゼ阻害作用. 炎症:4(4) : 437-438
- 満田幸恵・新本洋士・小堀真珠子・津志田藤二郎. 2002. 高速液体クロマトグラフィーによる野菜のカロテノイドおよびクロロフィルの同時分析. 日食工誌. 49(7) : 500-506
- P. J. Velasco, J. R. Whitaker, A. Chen, J. R. Hitker. 1982. 野菜のブランチングに関する資料紹介. 日本コールドチェーン研究会誌「食品と低温」(日本冷凍食品協会外国文献翻訳委員会). 8(2-3) : 85-93
- 高柳博次・池ヶ谷賢次郎. 1989. 高周波プラズマ発光分析による各種茶の無機成分. 茶研報. No. 70(別冊) 茶技研発表会講演要旨:123-124
- T. YAMAGUCHI・H. TAKAMURA・T. MATOBA and J. TERAO. 1998. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci. Biotechnol. Biochem. 62(6) : 1201-1204.