

野菜の長期保存に関する調査・研究報告

岡崎 正昭、加藤 伸哉*、小浜 敏成*

*農学ビジネス学科環境農学コース平成29年度卒業生

キーワード: 野菜、真空包装、レトルト、冷凍保存、常温保存

1 はじめに

北空知圏地場産農産物利活用推進協議会(深川市、妹背牛町、秩父別町、北竜町及び沼田町)が地産地消の拡大・農産物の販路拡大に資することを目的として平成27年12月に設立された。この協議会から学校給食に供する農産物の保存に関連し、地場農産物の保存方法研究事業の一環として一次加工野菜の長期保存に関する研究が本学に委託された。

そこで、長期保持に供する葉菜類には、ユリ科ニラ、アカザ科ホウレンソウ、果菜類のウリ科カボチャ、根菜類のセリ科ニンジン、アブラナ科ダイコン、ナス科ジャガイモ、ヒルガオ科サツマイモを用いて調査した。

2 目的

野菜は品質の劣化が早いといわれている。葉菜類は根菜類や果菜類より品質の劣化が早く、長期間の貯蔵には向いていないといわれていることから、葉菜類のニラ、ホウレンソウについては冷凍保存し、また、果菜類・葉菜類についてはレトルト処理後常温保存し、長期保存性を検討した。

3 保存袋及び真空包装機

フリーザーバッグは、マチ付きのポリエチレン製フリーザープラスチックバッグ(180mm×165mm)を用いた。真空包装袋は、ナイロンポリ R タイプ No11B(180mm×260mm)(福助工業)を用いた。真空包装機は、株式会社タカトテクニカ VP-300 を用いた。

4 葉菜類の冷凍保存

(1) ニラの冷凍保存

ニラの前処理では、調理段階での利用を考慮し、ニラ(知内産市販品)の切片を5cmと4cmに調製した。カットしたニラ(5g)をそれぞれ表1、2のとおり処理した。真空包装には業務用真空包装機を使用した。ニラの水道水洗浄は、水道水の入ったボールにニラを入れ、洗浄した。また、ニラの50℃湯煎洗浄(ブラスチング)は、ボールに沸騰したお湯と水を入れ、50℃に調製して、湯煎洗浄した。フリーザーバッグ包装では、フリーザーバッグに試料を入れ、掌で袋を押し、脱気してから、マチを閉じた。密封包装では、

ナイロンポリ R タイプ No11B(180mm×260mm)に試料を入れ、掌で袋を押し、脱気してから、卓上型インパルスシーラーで密封した。真空包装では、ナイロンポリ R タイプ No11B(180mm×260mm)に試料を入れ、真空包装機で真空パックした。

A1～A12、B1～B12 の試料の包装は各 2 袋を 11 月 8～9 日にかけて調製した。各試料は、包装後、冷蔵庫内の瞬間冷凍格納室(-9℃)で急速冷凍した。一晩冷凍保存後、解凍し、解凍から 30 分後、1 時間後の状態を観察した。なお、解凍しない試料は、瞬間冷凍格納室から-20℃の冷凍格納室に移し、一定期間後の状態観察をした。

保存袋を開放し、自然解凍 1 時間半後では、A9、B9(50℃で処理後フリーザーバッグに入れ冷凍した試料)が外観上著しい軟化は観察されなかった。その他の処理・保存法では、保存袋を開放し、自然解凍 30 分後～1 時間のニラの状態は、加熱処理した後と同様の濃い緑色になり、シャキシャキとした葉物野菜独特の硬さは失われ、軟化した。冷凍保存した真空包装では、保存袋を開放し、自然解凍 1 時間後には、ニラ内部の水分まで溶け出し、匂いも失われていた。真空包装した試料の常温保存の試料は 1 週間～10 日前後で変色・腐敗した。自然解凍を開始した試料の表面は、どの処理でも直後～30 分後までは細かい氷の結晶に覆われていたが、密封包装では解凍から 10 分後からその細かい氷の結晶が溶け始めた。真空包装は密封包装より氷の溶解は遅いが、解凍後 30 分～1 時間でシャキシャキしたニラ特有の硬さを消失し、軟化した。

表 1 5cm カットのニラの保存

前処理	フリーザーバッグ (冷凍保存)	密封包装 (冷凍保存)	真空包装 (冷凍保存)	真空包装 (常温保存)
無処理	A1	A2	A3	A4
水道水で洗浄	A5	A6	A7	A8
50℃で湯煎洗浄	A9(状態良好)	A10	A11	A12

表 2 4cm カットのニラの保存

前処理	フリーザーバッグ (冷凍保存)	密封包装 (冷凍保存)	真空包装 (冷凍保存)	真空包装 (常温保存)
無処理	B1	B2	B3	B4
水道水で洗浄	B5	B6	B7	B8
50℃で湯煎洗浄	B9(状態良好)	B10	B11	B12



冷凍前の包装した A9

冷凍前の包装した B6

冷凍前の包装した B7

常温保存 1 週間後の A12

ニラは 50℃で湯煎洗浄後、フリーザーバッグに収納し、冷凍保存する方法が良好な結果を得た。そこで、50℃より高温の湯煎処理はどのような結果をもたらすか、表 3 の試験をした。ニラを 5 cm と 4 cm にそれぞれカットし、水温を変えて湯煎洗浄した。その後、水分を取り一晩冷凍し、その後解凍し、経過を観察した。

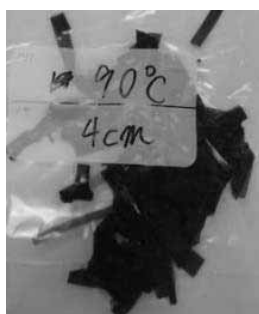
表 3 ニラのフリーザーバッグ保存前の洗浄温度

ざく切り幅		4 cm	5 cm
湯煎洗浄処理温度	50℃	F1	F5
	70℃	F2	F6
	90℃	F3	F7
	100℃	F4	F8

11月21日、温度を変えて湯煎洗浄したところ、50℃より高い温度で湯煎洗浄した段階で、濃緑色に葉色は変化するとともに、湯煎の温度の上昇とともに軟化が著しかった。



湯煎処理後包装した F2



湯煎処理後包装した F3



湯煎処理後包装した F4

50℃の湯煎洗浄は、シャキシヤキ感もあり、縮み等の変化も観察されなかった。なお、カットの長さ 4cm、5cm による差異については、5cm に比べると、4cm の軟化の程度は大きかった。

以上のことから、ニラについては、5cm にカットし、50℃で湯煎洗浄後、フリーザーバッグに入れ、冷凍保存が優れていた。1月20日現在、11月8～9日に50℃で湯煎洗浄後、フリーザーバッグで冷凍保存(-20℃)した試料に外観上変化は観察されず、冷凍保存が持続していた。また、真空包装や密閉包装では葉の変色、収縮、軟化が起こり、ニラ保存には適さなかった。

(2) ホウレンソウの冷凍保存

ホウレンソウ(東神楽産市販品)を半分にかットした。カットしたホウレンソウは 20g に分割し、ニラと同様の方法で処理を行い、11月8～9日、C1～C9を各2袋調製した。包装した試料は、冷蔵庫の瞬間冷凍格納室で一晩保存後に解凍し、解凍30分後、1時間後の状態を観察した。なお、解凍しない試料は、瞬間冷凍格納室から-20℃の冷凍室に移し、一定期間後の状態観察をした。

カットしたホウレンソウを 50℃で湯煎洗浄し、フリーザーバッグに包装した C1、C4、C7 の試料については、冷凍 24 時間後、解凍前は外観上良い保存状態が観察されたが、解凍一時間半後には、無処理の C1 及び水道水で洗浄した C4 はドリップ(旨味成分)の流

失が起き、軟化した。その他の処理・保存方法では解凍直後から加熱処理した後と同様の濃い緑色に変色し、シャキシャキとした葉物野菜独特の硬さは失われ、軟化が著しい状態になった。また、密封包装・真空包装どちらも内部の水分が溶け出し、匂いも失われていた。従って、フリーザーバッグ保存では酵素活性や微生物の働きを停止させるブランチング処理をしたハウレンソウが長期保存に適していた。なお、1月20日現在、11月8~9日に50℃で湯煎洗浄後、フリーザーバッグで冷凍保存(-20℃)した試料に変化は外観上観察されず、冷凍保存が持続していた。

表4 ハウレンソウの処理と保存

前処理	フリーザーバッグ (冷凍保存)	密封包装 (冷凍保存)	真空包装 (冷凍保存)
無処理	C1	C2	C3
水道水で洗浄	C4	C5	C6
50℃で湯煎洗浄	C7	C8	C9



冷凍前の包装した C4



冷凍前の包装した C5



冷凍前の包装した C6

(3) 葉菜類冷凍保存の考察

ニラやハウレンソウの冷凍保存は、50℃で湯煎洗浄後、冷凍保存するのが一番良いと分かった。それは「植物中の細胞壁の最外層の中層の主成分で細胞壁を接着する役割を持つペクチン質という成分が関係している」(渚上 2007)¹⁾。植物細胞の接着によって柔組織が組み立てられ、それにより適度な硬さや弾力性や可塑性(変形する力)を与えている組織が関係していることから、50℃で湯煎洗浄というブランチングを行うことで植物体内の水溶性ペクチンがわずかに流失するが、ブランチングによって脂肪壁などの硬い組織が一定程度軟化し、その後の冷凍によってペクチンの組織変化が起こらなかったものと推察できる。また、急速冷凍による組織の損傷が少なく、なおかつペクチン質の流失が抑えられたことで解凍後の軟化が抑制されたと考える。

なお、ブランチング処理をしない試料で軟化が起こったのは、ペクチン質による化学的変化ではなく、「冷凍によって水分が氷結し約9%体積が膨張し、比較的硬い脂肪壁などを破壊し、死滅することになり、解凍時には型が崩れ大量のドロップの流出とともに褐変した」(加藤ら 2007)²⁾ ことによるものである。

(4) 葉菜類冷凍保存の結論

葉菜類のニラ(5cm カット)やハウレンソウの品質保持には、50℃のブランチング(湯煎処理)後、フリーザーバッグ等に入れ冷凍保存すると長期保存が可能になる。また、ニラ

やハウレンソウの無処理の冷凍保存は、解凍時にドリップ(旨味成分)の流失が起きることから、保存に適さない。

5 果菜類・根菜類の常温保存

供試材料については、拓殖大学北海道短期大学の圃場で9月～10月に収穫された野菜の果菜類及び根菜類を対象とした。果菜類ではカボチャ品種‘らいふく’、根菜類ではジャガイモ品種‘キタアカリ’、ニンジン品種‘向陽2号’、ダイコン品種‘YR味づくり’、サツマイモ品種‘高系14号(ナルトキントキ)’、‘ハロウィンスイート’、‘べにはるか’の5品目7種類を供試材料とした。

真空包装及び加熱処理は2017年10月27日～11月16日にかけて実施した。その方法は、表5～8のとおりである。

カボチャは2cm、3cm、4cm、5cm(59g～134g)、ニンジンは2cm、3cm、4cm(42g～149g)、ダイコンは2cm、3cm、4cm、5cm、7.5cm、10cm(90g～403g)にカットし、サツマイモ(90g～403g)はすべて半分にカット、ジャガイモ(47g～213g)は半分にカットしたものとそのままのものを使用した。

次に、真空包装状態のまま保存するための野菜を入れる保存袋(ナイロンポリRタイプ No11B(180mm×260mm)福助工業株式会社)に野菜を入れ、真空包装機(株式会社 タカトテクニカ VP-300)で真空包装状態にした。真空包装状態にする際は、真空包装機の真空ポンプの作動時間の設定を器機メーカー推奨設定値20～40秒間のうち30秒の設定で行った。また、包装袋をシールパックする温度設定時間を2.0sec.に設定し、加熱殺菌時の接着部の剥離を防止した。

表5 カボチャ・ニンジンの処理条件

切片(cm)	2、3、4、5cm
加熱温度(℃)	86、90、95、100
加熱時間(min.)	5、10、15、20、25、30

表6 ダイコンの処理条件

切片(cm)	2、3、4、5、7.5、10
加熱温度(℃)	86、90、95、100、110、120
加熱時間(min.)	5、10、15、20、25、30分

表7 ジャガイモの処理条件

切片	半分、そのまま
加熱温度(℃)	86、90、95、100、105、110、115、120
加熱時間(min.)	5、10、15、20、25、30

表8 サツマイモの処理条件

切片	半分
加熱温度(℃)	100
加熱時間(min.)	10、15、20、25、30

次に、真空包装した試料を 86℃、90℃、95℃、100℃、105℃、110℃、115℃、120℃の温度で、5min. 10min. 15min. 20min. 25min. 30min. の時間差をつけ、高圧蒸気滅菌器オートクレーブ(柴田科学器機工業 AS-400)で加熱処理した。加熱処理後は常温で農産加工室に保存し、腐ることなく、品質が長期間保持できるか、その可能性を調査した。

なお、供試材料に限りがあったことから、各処理条件の試料数は1袋とした。

(1) カボチャの保存特性

カボチャは常温保存、冷蔵保存、冷凍保存すべての保存方法が可能で日持ちする野菜として知られている。特に、カットされていない丸ごとのカボチャは、常温で長期間保存でき、冬であれば常温で数か月保存が可能といわれている。また、カボチャの冷凍保存では、2~3cm 角程度にカットして軽く茹でた後や加熱してつぶした後、冷凍保存ができる。

(2) ニンジンの保存特性

ニンジン高温多湿を嫌うが、乾燥しすぎても軟化してしまうことから、カットせずに水洗い後、十分に水分をふき取り、新聞紙かペーパーに包んでビニール袋に入れて冷蔵保存できる。冬であれば新聞紙に包んで冷暗所で保存も可能である。冷凍保存する場合は、水洗い後にカットし、充分乾かして密封容器やフリーザーバッグに入れる。保存期間は数か月程度である。

(3) ダイコンの保存特性

生ダイコンの保存の適温は 5℃前後である。葉が根の水分・養分を奪うことから、葉をつけ根ぎりぎりのところで葉と根を切り分けて保存する。泥付きなら土の中もしくは新聞紙などに包んで暗い場所に保存すると長期保存が可能である。洗ったものは適度な湿度を保つために濡れた新聞紙で包むか、ポリ袋、ラップフィルムなどで包装して冷蔵庫で保存する。また、ダイコンおろしは冷凍保存が可能である。

(4) ジャガイモの保存特性

保存方法としては、泥の付いたまま、光の当たらない涼しい場所で常温保存ができる。冷蔵保存では湿度が保たなければならないことから、新聞紙で包装し、さらにビニール袋に入れて保存すると湿度が適度に保たれ数か月は保存が可能となる。また、マッシュポテトやポテトサラダ、コロケなどの加熱調理食品であれば冷凍保存は可能である。

(5) サツマイモの保存特性

サツマイモは本来、暖かい土地で育つ野菜であるため、冷蔵保存や冷凍保存には向かないが、常温保存は可能である。この場合、新聞紙に包んだり、ダンボールに入れたりして密封しないように、光の当たらない風通りのよい場所で保管する。

また、サツマイモを加熱処理し、フリーザーバッグに入れるなどして、冷凍保存が可能であるが、保存期間は1~2週間程度である。

(6) カボチャの常温保存結果

調査開始から12日目に90℃5分の試料が腐敗した。その後、86℃から95℃及び100℃5分の試料が腐敗したが、100℃10分以上では、1月15日現在、常温保存が持続していた。

95℃で常温保存が持続している試料は、加熱時間30分の試料であった。

なお、腐敗については、真空保存袋の中で腐敗・発酵し、真空保存袋が膨張し、最終的には破裂する状態となった。



加熱殺菌処理前の真空包装状態



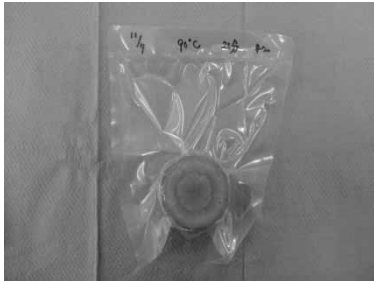
腐敗・発酵により保存袋膨張

加熱時間	厚さ	処理日	試料数	腐敗日	保存日数	腐敗数	腐敗率%	腐敗状況	
86℃	5分	11/14	2cm	1	11/29	15	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	12/4	20			
			4cm	1	12/20	36			
	10分	11/14	2cm	1	11/29	15	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	11/29	15			
			4cm	1	12/4	20			
	15分	11/7	2cm	1	12/14	37	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	12/12	35			
			4cm	1	12/20	43			
	20分	11/7	2cm	1	12/20	43	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	12/5	28			
			4cm	1	11/29	22			
25分	11/7	2cm	1			1	33	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解	
		3cm	1						
		4cm	1	11/20	13				
30分	11/7	2cm	1			2	67	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解	
		3cm	1	12/5	28				
		4cm	1	11/29	22				
90℃	5分	11/16	2cm	1	12/12	26	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	1/15	60			
			4cm	1	11/28	12			
	10分	11/7	2cm	1			2	67	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	11/22	15			
			4cm	1	11/28	21			
	15分	11/7	2cm	1	11/28	21	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1					
			4cm	1	12/14	37			
	20分	11/14	2cm	1	11/28	14	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	11/28	14			
			4cm	1	11/28	14			
25分	11/7	2cm	1			0	0	常温保存持続中	
		3cm	1						
		4cm	1						
30分	11/7	2cm	1			1	33	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解	
		3cm	1						
		4cm	1	11/24	17				
95℃	5分	11/16	2cm	1	12/7	30	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	12/14	37			
			4cm	1	12/7	30			
	10分	11/7	2cm	1			2	67	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	1/15	69			
			4cm	1	11/20	13			
	15分	11/14	2cm	1	12/4	20	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1					
			4cm	1	11/29	15			
	20分	11/14	2cm	1			1	33	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1					
			4cm	1	11/28	14			
25分	11/7	2cm	1			1	50	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解	
		3cm	1	12/7	30				
		4cm	1						
30分	11/7	2cm	1			0	0	常温保存持続中	
		3cm	1						
		4cm	1						
100℃	5分	11/16	2cm	1	1/15	60	3	100	保存袋内で腐敗・発酵、 滲出液による組織の軟化・溶解
			3cm	1	12/7	30			
			4cm	1	12/4	27			
	10分	11/16	2cm	1			0	0	常温保存持続中
			3cm	1					
			4cm	1					
	15分	11/16	2cm	1			0	0	常温保存持続中
			3cm	1					
			4cm	1					
	20分	11/16	2cm	1			0	0	常温保存持続中
			3cm	1					
			4cm	1					
25分	11/16	2cm	1			0	0	常温保存持続中	
		3cm	1						
		4cm	1						
30分	11/16	2cm	1			0	0	常温保存持続中	
		3cm	1						
		4cm	1						

(7) エンジンの常温保存結果

調査開始から15日目に86℃5分～95℃15分の試料で腐敗が確認された。その後86℃～95℃の試料で腐敗が確認されたが、1月15日現在、100℃では試料に腐敗はなく、常温保存が持続していた。

なお、腐敗については、真空保存袋の中で腐敗・発酵し、真空保存袋が膨張するとともに、滲出液による組織の軟化・溶解が観察された。



加熱殺菌処理前の真空包装状態



腐敗・滲出液漏出・組織軟化
腐敗・発酵により保存袋膨張

加熱温度	加熱時間	厚さ	処理日	試料数	腐敗日	保存日数	腐敗数	腐敗率	腐敗状況
86℃	5分	2cm	11/13	1	11/28	15	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/28	15	1		
		4cm		1			0		
	10分	2cm	11/13	1	11/28	15	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/29	16	1		
		4cm		1	11/28	15	1		
	15分	2cm	11/13	1	12/20	37	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/29	16	1		
		4cm		1			0		
	20分	2cm	11/13	1	1/9	57	0	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/28	15	1		
		4cm		1	11/28	15	1		
	25分	2cm	11/13	1	1/15	63	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1			0		
		4cm		1	11/28	15	1		
	30分	2cm	11/13	1	11/28	15	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1			0		
		4cm		1	11/28	15	1		
90℃	5分	2cm	11/13	1	11/28	15	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/28	15	1		
		4cm		1	11/28	15	1		
	10分	2cm	11/13	1	11/28	15	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	1/15	63	1		
		4cm		1	11/28	15	1		
	15分	2cm	11/13	1	12/4	21	1	33	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	20分	2cm	11/13	1	12/4	21	1	33	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	1/9	57	0		
		4cm		1			0		
	25分	2cm	11/13	1			0	33	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1			0		
		4cm		1	12/20	37	1		
	30分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
95℃	5分	2cm	11/13	1	12/12	29	1	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	12/14	31	1		
		4cm		1			0		
	10分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	15分	2cm	11/13	1			0	67	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解
		3cm		1	11/28	15	1		
		4cm		1	12/14	31	1		
	20分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	25分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	30分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
100℃	5分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	10分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	15分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	20分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	25分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	30分	2cm	11/13	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		

(8) ダイコンの常温保存結果

調査開始から6日目に120℃15分の試料で腐敗が確認された。その後、全ての加熱温度で腐敗が確認されたことから、ダイコンのレトルト常温保存はできないことが判った。ダイコンは、加熱殺菌処理によって組織から滲出した水分が日数の経過とともに真空保存袋内に溜まり、その滲出液によって組織の軟化が促進され、腐敗が進行した。



加熱殺菌処理前の真空包装状態



袋の中で滲出液が漏出、組織軟化、腐敗促進

加熱温度	加熱時間	厚さ	処理日	試料数	腐敗日	保存日数	腐敗数	腐敗率%	腐敗状況
86℃	5分	2cm	11/10	1			0	33	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1	1/11	62	1		
		4cm		1			0		
	10分	2cm	11/10	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	15分	2cm	11/10	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	20分	2cm	11/6	1	11/14	8	1	50	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1			0		
		4cm		1	11/16	10	1		
		5cm		1			0		
	25分	2cm	11/6	1	11/16	10	1	75	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1	11/16	10	1		
		4cm		1	11/21	15	1		
		7.5cm		1			0		
	30分	2cm	11/6	1	11/21	15	1	75	組織からの滲出液で軟化・腐敗
3cm		1		11/13	7	1			
4cm		1				0			
7.5cm		1		11/16	10	1			
90℃	5分	2cm	11/10	1			0	0	常温保存持続中
		3cm		1			0		
		4cm		1			0		
	10分	2cm	11/10	1	12/4	23	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1	12/4	23	1		
		4cm		1	12/4	23	1		
	15分	2cm	11/10	1			0	67	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1	12/20	39	1		
		4cm		1	11/17	7	1		
	20分	2cm	11/6	1			0	50	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		3cm		1	11/16	10	1		
		4cm		1	12/4	28	1		
5cm		1				0			
25分	2cm	11/6	1	11/14	8	1	75	組織からの滲出液で軟化・腐敗	
	3cm		1			0			
	4cm		1	11/14	8	1			
	5cm		1	12/4	28	1			
30分	2cm	11/6	1	11/14	8	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗	
	3cm		1	11/16	10	1			
	4cm		1	12/4	28	1			
	5cm		1	11/16	10	1			
100℃	10分	5cm	11/2	1			0	0	常温保存持続中
		7.5cm		1			0		
		10cm		1			0		
	15分	5cm	11/2	1			0	0	常温保存持続中
		7.5cm		1			0		
		10cm		1			0		
20分	5cm	11/2	1	11/16	14	1	67	組織からの滲出液で軟化・腐敗	
	7.5cm		1			0			
	10cm		1	12/4	32	1			
110℃	10分	5cm	11/2	1	12/20	47	1	67	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		7.5cm		1	12/20	47	1		
		10cm		1			0		
	15分	5cm	11/2	1	11/13	11	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		7.5cm		1	12/20	47	1		
		10cm		1	12/20	47	1		
20分	5cm	11/2	1	11/14	12	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗	
	7.5cm		1	11/13	11	1			
	10cm		1	11/13	11	1			
120℃	10分	5cm	11/2	1			0	0	常温保存持続中
		7.5cm		1			0		
		10cm		1			0		
	15分	5cm	11/2	1	11/13	11	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗
		7.5cm		1	11/13	11	1		
		10cm		1	11/13	11	1		
20分	5cm	11/2	1	11/8	6	1	100	組織からの滲出液で軟化・腐敗	
	7.5cm		1	11/14	12	1			
	10cm		1	11/19	17	1			

(9) ジャガイモの常温保存結果

調査開始から7日目に86℃25分の試料で腐敗が確認された。その後、86℃～100℃の加熱温度で腐敗が確認された。100℃の5分～15分では腐敗があったが、1月15日現在、105℃以上ではレトルトの常温保存が持続していた。

なお、真空保存袋の中で腐敗・発酵し、真空保存袋が膨張し、最終的には破裂する状態となった。



加熱殺菌処理前の真空包装状態



袋の中で滲出液が漏出、組織軟化、腐敗促進

加熱温度	加熱時間	厚さ	処理日	試料数	腐敗日数	保存日数	腐敗数	腐敗率	腐敗状況	
86℃	5分	丸半	11/8	1	11/17	9	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/21	13	1			
	10分	丸半	11/8	1	12/12	34	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/29	21	1			
	15分	丸半	11/8	1	12/12	34	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/29	21	1			
	20分	丸半	11/8	1	1/15	69	1	50	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1			0			
	25分	丸半	11/10	1	11/17	7	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/21	11	1			
	30分	丸半	11/10	1	11/28	18	1	50	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1			0			
90℃	5分	丸半	11/8	1	12/14	36	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/29	21	1			
	10分	丸半	11/8	1	11/17	9	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/21	13	1			
	15分	丸半	11/8	1	12/5	27	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	1/15	69	1			
	20分	丸半	11/8	1	12/14	36	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	12/5	27	1			
	25分	丸半	11/9	1	12/5	26	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	12/5	26	1			
	30分	丸半	11/9	1	1/15	68	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	1/15	68	1			
95℃	5分	丸半	11/9	1	12/14	36	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	12/5	26	1			
	10分	丸半	11/9	1	11/28	19	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1	11/29	20	1			
15分	丸半	11/9	1	12/14	36	1	100	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵		
			1	12/20	42	1				
20分	丸半	11/9	1			0	0	常温保存持続中		
			1			0				
100℃	5分	丸半	11/8	1	12/14	36	1	50	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1			0			
	10分	丸半	11/8	1	11/29	21	1	50	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1			0			
	15分	丸半	11/8	1	12/20	43	1	50	保存袋内で腐敗・発酵、滲出液による組織の軟化・溶解発酵	
				1			0			
20分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中		
			1			0				
105℃	25分	丸半	11/10	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	30分	丸半	11/10	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
110℃	5分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	10分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	15分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
20分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中		
			1			0				
115℃	25分	丸半	11/10	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	30分	丸半	11/10	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	120℃	5分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中
					1			0		
10分		丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
15分		丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
20分	丸半	11/8	1			0	0	常温保存持続中		
			1			0				
120℃	25分	丸半	11/9	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			
	30分	丸半	11/9	1			0	0	常温保存持続中	
				1			0			

(10) サツマイモの常温保存結果

サツマイモは、加熱殺菌処理温度が100℃のみであったが、1月15日現在、腐敗はなく、レトルトの常温保存が継続していた。

表13 100℃で加熱処理したサツマイモの常温保存状況及び腐敗数(1/15現在)

品種	加熱時間	厚さ	処理日	試料数	腐敗日	保存日数	腐敗数	腐敗率	腐敗状況
高系14号	10分	半分	10/27	1			0	0	常温保存持続中
	15分	半分	10/27	1			0	0	
	20分	半分	10/27	1			0	0	
	25分	半分	10/27	1			0	0	
	30分	半分	10/27	1			0	0	
ハロウンスイート	10分	半分	10/30	1			0	0	常温保存持続中
	15分	半分	10/30	1			0	0	
	20分	半分	10/30	1			0	0	
	25分	半分	10/30	1			0	0	
	30分	半分	10/30	1			0	0	
ペにはるか	10分	半分	10/30	1			0	0	常温保存持続中
	15分	半分	10/30	1			0	0	
	20分	半分	10/30	1			0	0	
	25分	半分	10/30	1			0	0	
	30分	半分	10/30	1			0	0	



加熱殺菌処理前の真空包装状態



常温保存持続

(11) 果菜類・根菜類のレトルト処理後の常温保存の考察

カボチャ、ニンジン、ダイコン、ジャガイモ、サツマイモを真空包装し、加熱殺菌処理を行った。供試材料は2分割から6段階にカットした状態で調査した。時間の経過とともに低い温度で加熱殺菌処理したものと短い時間で加熱殺菌処理した試料は、早いものでは7日目に腐敗を確認し、さらに日数の経過とともに多くの野菜の腐敗が確認できた。

切片の大小による影響はなかったが、ある一定以上の温度と時間をかけて加熱殺菌処理をすることで、本調査期間の2か月間程度は常温保存が可能であることがわかった。しかし、それらの多くの試料が軟化していることから、開封してそのまま食べることはできても2次加工の原料として使用することには無理な試料もあった。この軟化の主な原因は、「ペクチン質が分解して低分子となって可溶化し、細胞間の接着力がなくなるためと考えられている。」(淵上 2007)¹⁾

真空包装した試料をオートクレーブで加熱したときの温度変化を調査すると、22℃から100℃まで上昇するのに23分を要している。また、22℃から60℃までの温度上昇には9分しか要していなかった。

「野菜を煮熟する際、途中で加熱を中断すると再び加熱しても軟化しにくくなる。細胞が死ぬと透過を調整する原形質膜の機能がなくなり、Ca²⁺、

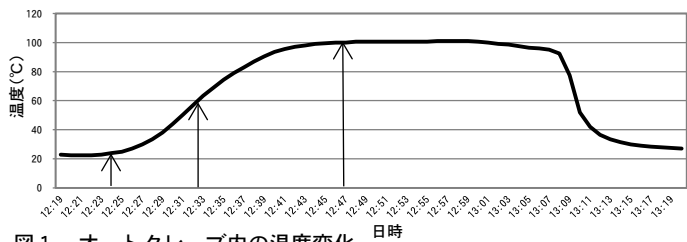


図1 オートクレーブ内の温度変化

Mg²⁺などが原形質から細胞壁に移行してペクチンと結合し、より強固なゲルを形成するため硬化すると考えられていた。」(渕上 2014)³⁾ 「このように野菜を長時間水に浸したり、比較的高い温度(約 60℃付近)で予加熱すると、再び煮沸しても軟化しにくくなる現象を硬化と呼ぶ」(小西ら 1975⁴⁾、渕上ら 1977⁵⁾、渕上ら 1978⁶⁾、渕上ら 1978⁷⁾、L. B. Bartolome ら 1972⁸⁾) が、オートクレーブ内では 100℃加熱前の予加熱時間が短いことから、軟化を助長する結果になったと考える。

(12) 果菜類・根菜類のレトルト処理後の常温保存の結論

以上のことから、ダイコンのレトルト常温保存はできないことがわかった。カボチャ、ニンジン、ジャガイモ及びサツマイモについては、レトルト常温保存は可能であるが、野菜の予加熱温度と時間については、「20℃ではほとんど硬化を起さず、30～60℃では温度が高くなるほど、長時間予加熱するほど硬化が増した」との報告(渕上ら 2014)³⁾があることから、二次加工に供する食材として提供するには、さらに予加熱の温度と時間を綿密に調整するなどして試料の硬化を促す継続研究が必要である。

[引用文献]

- 1) 渕上 倫子「野菜の加熱とペクチン質」『日本調理科学学会誌』Vol. 40、No.1(2007年)、1～2頁。
- 2) 加藤博通、檜作 進、内海 成、鬼頭 誠、山内文男、小倉長雄、中林敏郎『新農産物利用学』朝倉書店、2007年、184頁。
- 3) 渕上 倫子「野菜・果実のペクチン質に関する調理科学的研究」『日本家政学会誌』Vol. 65.No. 9、2014年、485頁。
- 4) 小西英子、渕上倫子、岡本賢一「調理の際の野菜の硬化」『栄養と食糧』Vol. 28、1975年、44～46頁。
- 5) 渕上倫子、小西英子、岡本賢一、池田一子「野菜の加熱調理に関する研究(第2報)調理時における硬化現象について」『岡山県立短大研究紀要』第21号、1977年、14～20頁。
- 6) 渕上倫子、小西英子「野菜の加熱調理に関する研究(第3報)野菜の硬化に及ぼす予備加熱温度と時間の影響について」『岡山県立短大研究紀要』第22号、1978年、45～53頁。
- 7) 渕上倫子、小西英子「野菜の加熱調理に関する研究(第4報)野菜の硬化に及ぼす塩類の影響について」『岡山県立短大研究紀要』第22号、1978年、54～59頁。
- 8) Linda G. Bartolome, Johan E. Hoff, “Firming of Potatoes: Biochemical Effects of Preheating”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 20, No. 2, (1972), p. 266-270.