

熱風乾燥法による乾燥ホウレンソウの製造

廣田智子* · 田畑広之進* · 井上喜正* · 中川勝也*

要 約

乾燥ホウレンソウの色調保持や復元性を高めるための乾燥前処理を行い、地域の加工施設で取り組みやすい熱風乾燥法による乾燥ホウレンソウの製造について検討した。

- 1 乾燥前処理としてブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬処理の併用は、熱風乾燥製品の色、外観、食感、風味の評価を高めた。
- 2 ブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬処理を併用し、熱風乾燥法により得られた製品は、明所・室温下において6か月間は色調を保持した。
- 3 茎に対する葉の割合が多い原材料を用いると、乾燥製品の歩留り及び復元性を高めることができ、乾燥時間も短縮された。

Conditions for Making Dry Spinach by Heated-air Drying

Tomoko HIROTA, Konoshin TAHATA, Yoshinobu INOUE and Katsuya NAKAGAWA

Summary

Conditions for making dry spinach by heated-air drying were investigated in order to keep its green color and increase the re-hydration rate of the product.

- (1) High sensory values for color, appearance, texture and taste attributes were obtained with the pretreatment for drying spinach by blanching and soaking in antioxidant and soluble starch solutions.
- (2) Dry spinach treated with a combined pretreatment of blanching and soaking in antioxidant and soluble starch solutions could keep its green color for six months under conditions of natural light and at room temperature.
- (3) By using the material spinach with a larger part of the leaf blades than the petiole part, the drying yield and the re-hydration rate were increased and the drying time was shortened.

キーワード：乾燥ホウレンソウ、熱風乾燥、酸化防止剤、糖液、色調保持、歩留り、復元性

緒 言

中山間地では、自然立地条件を活かした多品目で多様な農産物の栽培が行われているが、市場から離れている、産地の規模が小さい等の理由や余剰農産物の利用といった面から付加価値を向上させるような加工品の開発が望まれている。原料の特徴を活かし保存性・簡便性を重視した加工品として乾燥野菜の製造があげられる。

乾燥野菜は、従来の輸送性と貯蔵性の付与だけでなく、生鮮野菜に比べ品質・価格が安定していること、不可食部分がなく100%使用できること、水を加えるだけで即使用可能なこと等簡便性を具備するようになり¹⁾、その使用量は年々増え続けている。インスタントラーメンの具

材を主体に利用が急増した真空凍結乾燥法は、乾燥による風味、香気、ビタミン類などの変化が少なく、復元性も優れている²⁾が、従来の乾燥法に比べて乾燥経費が非常に高価で、乾燥に要する時間も長く、農産加工グループでの利用には向かない。一方、熱風乾燥法は、比較的乾燥経費が安価で操作も簡易であり、原材料の量が少なく、対象とする原材料の種類が多い場合にも対応しやすい乾燥法である¹⁾ため農産加工グループでの利用に向いている。しかし、従来の熱風乾燥野菜は、乾燥中に変色が進みやすいこと、風味、香気、ビタミン類が消失しやすいこと、復元性が悪いこと、フレーク状やみじん切りのものが多く食感を損なわない形状を保ったものは少ないこと、長期保存で色調の変化をきたすこと⁴⁾等の問題点を含んでいた。

本研究では、乾燥前処理条件（ブランチング、酸化防

1999年8月30日受理

* 北部農業技術センター

止剤浸漬処理、糖液浸漬処理)の組み合わせによって、従来の熱風乾燥野菜にはなかった乾燥による変色防止、長期の色調保持、復元性向上、風味向上といった好ましい品質を付与した乾燥ホウレンソウの製造法について検討した。

材料及び方法

1 乾燥ホウレンソウの製造法

供試材料には、試験当日スーパーで購入したホウレンソウ(購入日:1998年9月29日)を用い、水洗後2cm幅に切断した。ブランチング処理は、サンプル(1試験区250g)を約10倍量の沸騰水中に入れ、3分間湯煮した。酸化防止剤浸漬処理は、サンプルを0.02%アスコルビン酸ナトリウム、0.02%トコフェロール、0.1%サンフード水性(茶抽出物製剤、三共製)含有の水溶液(約500ml/1試験区)中に入れ、デシケーター内で水流ポンプを用いて減圧状態にし、30分間浸漬した。糖液浸漬処理は、エスイー100(還元澱粉加水分解物、日研化学製)をBrix34に希釈した水溶液(約500ml/1試験区)中に入れ、デシケーター内で水流ポンプを用いて減圧状態にし、30分間浸漬した。ブランチング、酸化防止剤浸漬処理、糖液浸漬処理後にサンプルをネットに入れ、洗濯機の脱水装置を用いて2分間脱水処理を行った。乾燥法は、真空

凍結乾燥(東京理化工業製、FD-1型)、50℃熱風乾燥(東洋科学製、FC-62T型)、50℃減圧熱風乾燥(八尋産業製、BCD-2000U型)、25℃冷風乾燥(四国冷機センター製、ミニカン21型)の4法を用いた。試験区は乾燥前処理(ブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬)及び乾燥方法の組み合わせにより、表1に示す9区を設定した。

乾燥製品の水分含量は粉碎し105℃8時間乾燥後測定した。歩留りは、生重量に対する前処理後、乾燥後、復元後(熱湯(200ml/0.6g)中で5分後の復元状態)の重量で算出した。官能検査は、乾燥製品を湯戻し(熱湯中で5分後の復元状態)し、色、外観、食感、風味について5点評価(5:よい~1:悪い)で行った。保存中の色調の変化は、粉碎した乾燥製品を明所・室温下で30日間(最も色調を保持した試験区5については6か月間)保存し、その色調の経時的変化をハンター値の黄化度(L×b/|a|)で示した。

2 乾燥ホウレンソウの部位別品質

供試材料には、試験当日スーパーで購入したホウレンソウ(購入日:1999年3月16日)を用いた。乾燥前処理及び乾燥方法は色調保持効果の高かった実験1試験区5の処理方法に準じ、浸漬処理は糖液中に酸化防止剤を混合して浸漬を1回の処理で行った。すなわち、サンプル

表1 乾燥ホウレンソウ製造における前処理及び乾燥方法

試験区 No.	乾燥前処理			乾燥方法
	ブランチング	酸化防止剤浸漬	糖液浸漬	
1	—	—	—	真空凍結乾燥
2	—	—	—	50℃熱風乾燥
3	○	—	—	50℃熱風乾燥
4	○	○	—	50℃熱風乾燥
5	○	○	○	50℃熱風乾燥
6	—	○	—	50℃熱風乾燥
7	—	○	○	50℃熱風乾燥
8	—	○	○	50℃減圧熱風乾燥
9	—	○	○	25℃冷風乾燥

ブランチング: 試料を約10倍量の沸騰水中に入れ、3分間湯煮。
 浸漬処理: 試料を30分間減圧下で酸化防止剤に浸漬し、脱水後、糖液中に30分間減圧下で浸漬。浸漬後、脱水し乾燥。

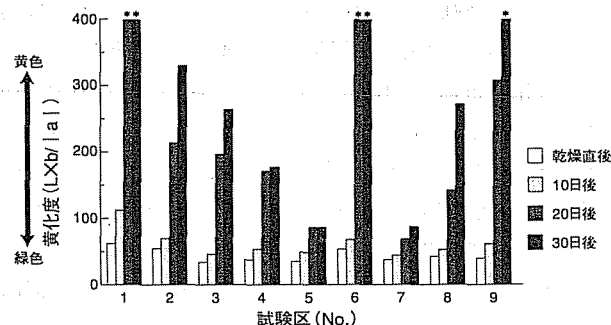


図1 乾燥ホウレンソウ製造における前処理及び乾燥方法が保存中の色調に及ぼす影響
 保存は名所、室温下で行った
 黄化度(L×b/|a|)が400を超えたものは*で示した

表2 乾燥ホウレンソウ製造における前処理及び乾燥方法が歩留り、水分含量、乾燥時間及び官能評価に及ぼす影響

試験区 No.	歩留り率 (%)			製品水分 (%)	乾燥時間 (h)	官能			
	前処理後	乾燥後	復元後			色	外観	食感	風味
1	—	6.4	78.5	8.2	48.0	4.2	4.1	—	—
2	—	4.9	51.5	6.2	8.0	2.9	2.9	3.4	3.4
3	26.8	3.0	27.7	6.9	4.0	3.9	3.1	3.1	3.2
4	29.2	3.1	23.8	6.8	4.0	3.7	2.9	3.2	3.1
5	24.5	5.9	27.2	9.4	4.0	4.1	3.6	3.7	3.4
6	99.6	5.1	51.7	6.4	8.5	2.9	3.1	2.8	2.9
7	89.0	7.0	52.7	7.4	10.5	2.3	2.6	2.6	2.3
8	88.0	6.7	61.9	8.3	8.5	2.7	2.8	—	—
9	84.8	7.1	46.9	9.8	50.0	2.4	2.8	—	—

歩留り: 前処理(乾燥後、復元後)重量/生重量×100

官能評価: 湯戻し後(熱湯中で5分後の復元状態)の色、外観、食感、風味を5点評価(1:悪い~5:よい)、パネリスト9人。食感、風味の評価は2-7試験区(熱風乾燥区)で行った。

表3 乾燥ホウレンソウ製造における前処理及び乾燥が歩留り，水分含量，乾燥時間に及ぼす影響

	歩留り率 (%)				生	水分含量 (%)			乾燥時間 (h)
	ブランチング後	浸漬処理後	乾燥後	復元後		ブランチング後	浸漬処理後	乾燥後	
葉	52.3 ^a (100) ^b	46.9(89.6)	12.1(23.1)	46.8(89.4)	90.5	86.8	75.0	4.6	1.5
茎	64.0(100)	41.7(65.1)	6.9(10.8)	20.7(32.3)	92.0	91.7	81.6	6.2	4.0
葉+茎	55.7(100)	45.3(81.4)	10.6(19.0)	39.2(70.3)	90.9	88.4	76.8	4.9	4.0

乾燥前処理：試料を沸騰水中で3分間湯煮し，脱水後，酸化防止剤含有の糖液中に30分間減圧下で浸漬。浸漬後，脱水し，50℃熱風乾燥。

歩留り率 a：ブランチング後（浸漬処理後，乾燥後，復元後）/生重量×100

歩留り率 b：ブランチング後（浸漬処理後，乾燥後，復元後）/ブランチング後重量×100

表4 乾燥ホウレンソウ製造における前処理及び乾燥が硝酸含量，アスコルビン酸含量に及ぼす影響

部位	製造工程	硝酸含量		還元型アスコルビン酸含量	
		mg/100gFW ^a	mg/100gDW ^b	mg/100gFW ^a	mg/100gDW ^b
葉	生	10.87(100) ^c	114.18(100)	—	—
	ブランチング後	14.79(136.1)	111.71(97.8)	—	—
	浸漬処理後	13.44(123.6)	53.76(47.1)	—	—
	乾燥後	33.82(311.1)	35.45(31.1)	—	—
茎	生	146.56(100)	1820.62(100)	—	—
	ブランチング後	42.34(28.9)	507.67(27.9)	—	—
	浸漬処理後	29.17(19.9)	158.39(8.7)	—	—
	乾燥後	139.40(95.1)	148.61(8.2)	—	—
葉+茎	生	50.51(100)	555.67(100)	77.76(100) ^c	855.45(100)
	ブランチング後	24.04(47.6)	207.24(37.3)	27.74(35.7)	239.14(28.0)
	浸漬処理後	17.67(35.0)	76.16(13.7)	23.83(30.7)	102.63(12.0)
	乾燥後	53.98(106.9)	56.76(10.2)	75.50(97.1)	79.38(9.3)

乾燥前処理：表3と同様

a：各製造工程100g新鮮重あたりの硝酸（還元型アスコルビン酸）含量(mg)

b：各製造工程100g乾物重あたりの硝酸（還元型アスコルビン酸）含量(mg)

(c)：生ホウレンソウの硝酸（還元型アスコルビン酸）含量の値を100とした場合の指標

(1 試験区250g) の水洗，切断，ブランチング処理は実験1と同様に行い，酸化防止剤・糖液浸漬処理は，サンプルを酸化防止剤（0.02%アスコルビン酸ナトリウム，0.02%トコフェロール，0.1%サンフード水性）含有の糖液（エスイー100をBrix34に希釈した水溶液）中に入れ，実験1と同様の減圧状態で30分間浸漬した（約500ml/1試験区）。ブランチング処理及び酸化防止剤・糖液浸漬処理後はサンプルをネットに入れ，洗濯機の脱水装置を用いて2分間脱水処理を行った。乾燥法は50℃熱風乾燥を行った。

水分含量は，部位別（葉，茎，葉+茎），製造工程別（生，ブランチング後，酸化防止剤・糖液浸漬処理後，乾燥後）に105℃8時間乾燥した後測定した。歩留りは生重量（ブランチング後重量）に対するブランチング後，酸化防止剤・糖液浸漬処理後，乾燥後，復元後（熱湯（200ml/0.6g）中で5分後の復元状態）の重量を部位別に測定して算出した。硝酸含量は部位別，製造工程別にRQflex（MERCK製）を用いて測定した。還元型アスコルビン酸含量は，製造工程別にビタミンC計（東亜電波工業製）を用いて測定した。一般生菌数は製造工程別に調査した。

結 果

1 乾燥ホウレンソウの製造法

ブランチング処理は，乾燥後や復元後の歩留りは低い

ものの，乾燥に要する時間はブランチング処理を行わない処理区に比べて半分程度の時間に短縮した（表2）。糖液浸漬処理は，乾燥後の歩留り及び製品水分が高くなった。真空凍結乾燥，冷風乾燥は，熱風乾燥の6～12倍の時間を要した。乾燥ホウレンソウの色調をハンター値の黄化度で比較した場合，ブランチング処理は製造直後の黄化度が低く（緑色が濃く），色の評価が高かった（図1，表2）。ブランチングと酸化防止剤浸漬を組み合わせた処理（試験区4）は30日以上での明所・室温下で緑色保持効果が認められた（図1）。ブランチング，酸化防止剤浸漬，糖液浸漬処理を併用した場合（試験区5），復元後の色，外観，食感，風味の評価が高く，明所・室温保存下において緑色保持効果が認められ，製造後6か月間は色調を保持した（6か月後の黄化度：163.4）（図1，表2）。50℃熱風乾燥の製品の色，外観は，真空凍結乾燥の製品には及ばないが，50℃減圧熱風乾燥や25℃冷風乾燥と同等の製品が得られた。真空凍結乾燥の製品を明所・室温下で保存した場合，20日後には黄化が著しく進んだ（黄化度が400を超えた）。

2 乾燥ホウレンソウの部位別品質

葉と茎では乾燥後の歩留りが異なり，葉で12.1%，茎で6.9%であった（表3）。復元後の歩留り率は葉で46.5%，茎で20.7%であり，ブランチング後の状態に復

元した率でみると葉で89.4%まで復元したが、茎では32.3%にとどまった。葉は50℃熱風乾燥1.5時間で水分含量4.6%になったが、茎は水分含量6.2%になるのに4時間を要した(表3)。生鮮状態の硝酸含量は葉よりも茎のほうが約15倍多かった(乾物重換算)(表4)。乾燥前処理及び乾燥により茎葉中の硝酸含量は生鮮状態の10.2%(56.76mg/100gDW)になった。茎葉中の乾燥後の還元型アスコルビン酸含量は79.38mg/100gDWで、生鮮状態の9.3%であった(表4)。生鮮ハウレンソウ水洗後の一般生菌数は 2.6×10^6 であったが、ブランチング処理を行うことにより 6.9×10^3 に減少し、乾燥品の生菌数は 9.6×10^3 であった(表5)。

考 察

熱風乾燥法を用いて乾燥ハウレンソウを製造する場合に、乾燥によって発生する品質劣化を取り除く乾燥前処理の検討としてブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬処理を行い、品質への影響を調査した。

ブランチングは加熱によって原料中の酵素を失活させることで、ハウレンソウなど有色野菜の変色をかなり防止することができるという報告がある²⁾³⁾。本研究においても、乾燥前処理としてのブランチング処理は、色の評価を高める(緑色が濃い)、明所・室温下での色調保持効果があるほかに、乾燥時間を速める、酸化防止剤及び糖液の浸透率を高める効果を認めた。

乾燥野菜では、長期保存の際の色調の変化が1つの課題である。乾燥中の加熱や貯蔵中に空気中の酸素によって脂溶性成分が酸化すると着色、脱色の現象がおり、品質の低下がおこる。このような変化の防止には、乾燥前にブチルヒドロオキシトルエン(BHT)やトコフェロール重合リン酸塩などの酸化防止剤を浸漬・添加すると効果があるという報告がある²⁾³⁾。本研究において用いた酸化防止剤(0.02%アスコルビン酸ナトリウム、0.02%トコフェロール、0.1%サンフード水性)浸漬処理は、製造後30日の色調保持効果があり、ブランチングと併用した場合、処理液が浸透しやすくなり色調保持の効果が高まった。

葉菜類の乾燥品は葉の部分など柔らかい部位がもろく、輸送中にくずれ、粉末状になることが多い。そのため食感を損なわない形状を保った製品をつくる場合、破損防止の為の処理が必須となる。乾燥前に糖類を添加・浸漬してから乾燥すると、乾燥製品となってからの破損をある程度防止できるという報告がある⁴⁾。本研究で用いた糖液浸漬処理は、乾燥品の歩留り及び復元性が高くなり、破損防止の効果も果たしていた。また、糖液浸漬処理は、

製品の表面を糖液の薄層で被覆することを意味し、物理的にある程度酸化防止の効果も生じたと思われる。ブランチングと酸化防止剤浸漬とを併用した処理区(試験区5)で製造後6か月間の色調保持効果が得られたのは酸化防止効果が強調されたためと考えられる。

実験2で行った酸化防止剤と糖液を混合して浸漬した製品は歩留りが高く、酸化防止剤と糖液を単独で浸漬処理した製品と比べて、同等の色調保持効果を得られた。

乾燥方法は、真空凍結乾燥(試験区1)、50℃熱風乾燥(試験区5、7)、50℃減圧熱風乾燥(試験区8)、25℃冷風乾燥(試験区9)の4法で比較した(表1、表2、図1)。真空凍結乾燥製品の食感、風味の評価はサンプル量が少なく行わなかったが、色、外観の評価では50℃熱風乾燥でもブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬処理の組合せ(試験区5)で真空凍結乾燥と同等の評価の製品が得られ、官能評価も高く、食品として満足できるものであった。また、50℃熱風乾燥の製品は50℃減圧熱風乾燥、25℃冷風乾燥と同等の評価の製品が得られた。50℃熱風乾燥の乾燥時間は50℃減圧熱風乾燥と同等の短時間で行うことができた。

乾燥ハウレンソウは、生鮮時と比較してアスコルビン酸含量及び硝酸含量が約10%に低下した。乾燥ハウレンソウの生菌数もブランチング及び熱風乾燥により低く抑えられた。乾燥品の水分含量8%以内においては微生物の生育はおこらず、これによる品質の変化は生じない²⁾ので、保存性でも問題がないと思われる。乾燥を効率的に行うためには、ハウレンソウのような葉菜類の場合、茎に対する葉の割合が多い原材料を用いると、歩留り及び復元性が高くなり、乾燥時間の短縮につながる。

以上の結果、乾燥前処理としてブランチング、酸化防止剤浸漬、糖液浸漬処理の併用により、熱風乾燥において色、外観、食感、風味の評価が高く、明所・室温下において6か月間は色調を保持する乾燥ハウレンソウを製造することができた。本研究で行った熱風乾燥ハウレンソウ製造法は、中山間地域の農産加工グループ等による余剰野菜の処理、備蓄食材の加工技術として利用でき、ハウレンソウ以外の葉菜類にも応用が可能である。

引用文献

- (1) 亀和田光男(1994):乾燥野菜の最近の動向:食品工業 7/15号, 49-55
- (2) 木村 進(1981):乾燥食品(光琳) 88-98 189-195
- (3) 木村 進(1984):乾燥食品事典(朝倉書店)241-250
- (4) 園 良治・松本浩二・高 行植(1995):葉菜類の全形乾燥品の開発:食品産業センター技研報 21, 43-52