

学 位 論 文 題 名

Effects of Low Temperature Storage and Reconditioning on the Quality of Various Processing Cultivars of Potato Tubers

（低温貯蔵とリコンディショニングが
加工用ジャガイモの品質に与える影響）

学位論文内容の要旨

1. 背景

北海道はジャガイモの国内最大の生産地である。北海道産ジャガイモは生食用、デンプン原料用、加工食品用及び種子用と、その用途は多岐にわたる。最近の消費動向を見ると加工食品用としての利用が増加している。加工食品用に占めるポテトチップス原料の割合はおよそ4割を占めている。加工食品用のジャガイモは周年供給する必要があるため、そのためには西南暖地産のジャガイモが収穫される4～6月頃まで北海道産ジャガイモの貯蔵期間を延長する必要がある。加工、特に油加工工程を伴う製品の原料には糖含量が低いことが求められる。糖含量の高い原料を油で加熱すると糖がカラメル化して製品が褐色を呈し、商品価値を低下させる原因となる。貯蔵中のジャガイモの糖含量増加を抑制するためには比較的高い温度で貯蔵することが推奨されているが、減耗量・萌芽・腐敗の増加等の問題が生じる。したがって、貯蔵中は可能な限り低温条件を採用し、貯蔵後に増加した糖を加温することによって減少させる手法（リコンディショニング）が検討されている。本研究では、ジャガイモの貯蔵温度及び品種の違いによる貯蔵及びリコンディショニング特性を明らかにすることを目的とした。

2. 低温長期貯蔵した加工用ジャガイモの品質特性変化

国内産加工用ジャガイモを安定的に周年供給することを目指して低温度条件下で長期貯蔵を行った。北海道の代表的な2品種（トヨシロ、ホッカイコガネ）の試料を、温度10℃及び温度2℃・相対湿度95%にそれぞれ制御した貯蔵施設において240日間貯蔵し品質変化を測定した。2℃の温度で貯蔵したジャガイモは、還元糖含量が大きく増加したが外見の変化はほとんどなかった。一方、10℃の貯蔵では240日間の長期貯蔵後の還元糖含量は2℃で貯蔵したジャガイモより非常に低かったが、芽が著しく成長し質量減少率が高く、品質の低下が著しかった。アスコルビン酸含量は貯蔵温度に関わらず貯蔵の開始時から大きく低下した。すなわち、品種の違いに関わらず貯蔵温度条件がジャガイモの品質変化に大きな影響を与えることがわかった。

3. 低温糖化性の異なる加工用ジャガイモの低温貯蔵における品質変化

北海道で栽培中及び開発中の油加工用ジャガイモ品種のうち、易糖化性品種（トヨシロ、ホッカ

イコガネ)及び難糖化性品種(ノースチップス,きたひめ)を用い,2℃及び6℃の条件で180日貯蔵実験を行った。その結果,還元糖含量,ポテトチップスの外観及び萌芽率は品種と貯蔵温度に影響を受けることが明らかになった。2℃で貯蔵した試料の萌芽は6ヶ月間にわたって完全に抑制できたが,還元糖含量は6℃で貯蔵した場合に比較してすべての品種とも大きく増加した。ノースチップス及びきたひめ両品種は6ヵ月間貯蔵を行っても,還元糖含量が他の品種に比較して低い値を示し,これらを原料に加工したポテトチップスの外観は10℃で貯蔵した場合とほぼ同程度を示し,消費者を満足させるのに十分な状態を示した。貯蔵温度に関わらず難糖化性品種のアスコルビン酸含量の低下が著しかった。

4. 低温糖化性の異なる加工用ジャガイモの低温貯蔵後のリコンディショニング

易糖化性を示す二品種(トヨシロ,ホッカイコガネ)の試料を2℃,6℃で3,4ヶ月間及び難糖化性品種(ノースチップス,きたひめ)の試料を2℃で3,4ヶ月間貯蔵した後に,それぞれリコンディショニングを行った。リコンディショニング条件は温度20℃・相対湿度95%とし,30日間実施した。リコンディショニングによって還元糖含量は低下した。尚,貯蔵温度及び貯蔵期間がリコンディショニングの効果に影響があることを認めた。貯蔵温度が高く,貯蔵期間が短いほどリコンディショニング後の還元糖含量が低く明度の高いポテトチップスが調製できた。低温で貯蔵したジャガイモの萌芽は抑制されるが,リコンディショニングによって温度が急激に上昇することによって萌芽しやすく,質量減少率が3.5~7%と大きくなった。ジャガイモの硬度,比重及び乾物量はリコンディショニングによって変化しなかった。

5. 収穫前の灌水方法が低温貯蔵及びリコンディショニングに与える影響

収穫前の異なる灌水方法がジャガイモの貯蔵及びリコンディショニング中の品質に与える影響を検討した。二種類の品種(農林1号,コナフブキ)の試料を用い,無灌水区及び灌水区で収穫後,温度2℃・相対湿度90%の条件で120日間貯蔵を行った。貯蔵後,20℃の温度条件でリコンディショニングを30日間行った。収穫後,無灌水区の試料は灌水区より高い乾物,比重及びアスコルビン酸含量を示し,この傾向は貯蔵終了まで認められた。貯蔵中,灌水区の試料は高い質量減少率を示した。品種,灌水方法に関わらず低温貯蔵によって還元糖含量が大きく増加した。コナフブキは農林1号よりリコンディショニングの効果が大きかった。15日間のリコンディショニングで還元糖含量が低下し,明度の高いポテトチップスを調製できた。無灌水区の試料は灌水区と比較してリコンディショニング中の萌芽率が低かった。

6. 低温低酸素条件による加工用ジャガイモの品質変化

易糖化性の二品種(トヨシロ,ホッカイコガネ)の試料を用い,温度条件(2℃,6℃)と酸素濃度(2.5%,空気)条件を組み合わせた条件下で30日間貯蔵を行った。低温貯蔵に低酸素条件と組み合わせることにより糖化しにくくなり,質量減少率及び硬度の変化率が小さくなり,アスコルビン酸含量の低下を抑制できることが明らかになった。

7. 低温貯蔵を行ったジャガイモのリコンディショニング中のエチレン処理効果

易糖化性品種(トヨシロ,ホッカイコガネ)を90日間貯蔵し(2℃及び6℃),その後短時間のエチ

レン処理を行い、リコンディショニングを30日間行った(2℃, 6℃及び20℃)。その結果、エチレン処理を行った試料から調製したポテトチップスは、無処理の試料から調製したポテトチップスと比較して色むらのない均一な色調を示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 伊 藤 和 彦

副 査 教 授 松 田 従 三

副 査 教 授 岩 間 和 人

副 査 助 教 授 川 村 周 三

学 位 論 文 題 名

Effects of Low Temperature Storage and Reconditioning on the Quality of Various Processing Cultivars of Potato Tubers

(低温貯蔵とリコンディショニングが
加工用ジャガイモの品質に与える影響)

本論文は図 124, 表 10 を含み, 8 章からなる総頁 167 の英文論文であり, 別に参考論文 3 編が添えられている。

北海道はジャガイモの国内最大の生産地である。北海道産ジャガイモは生食用, デンプン原料用, 加工食品用および種子用と, その用途は多岐にわたっている。最近の消費動向を見ると加工食品の原料としての利用が増加している。加工食品用に占めるポテトチップス原料の割合はおよそ 40%を占めている。加工食品用のジャガイモは周年供給を行う必要があり, 西南暖地産のジャガイモが収穫される 4~6 月ごろまで北海道産ジャガイモの貯蔵期間を延長する必要がある。加工, 特に油加工を伴う製品の原料には糖含量が少ないことが求められる。糖含量の多い原料を油で加熱すると糖がカラメル化して製品が褐色を呈し, 商品価値が低下する。従って, 貯蔵中のジャガイモの糖含量増加を抑制するために比較的高い温度(10℃程度)で貯蔵することが推奨されているが, 減耗率・萌芽・腐敗の増加等の問題が生じる。従って, 貯蔵中は可能な限り低い温度で貯蔵し, 貯蔵中に増加した糖を減少させるためにジャガイモを昇温させる方法(リコンディショニング)が検討されている。本研究は, ジャガイモの低温貯蔵とリコンディショニングを組み合わせる方法を確立することを目的として行った。本研究の結果は下記に要約される。

1. 低温長期貯蔵した油加工食品用ジャガイモの品質特性変化

北海道の代表的な加工用二品種(トヨシロ, ホッカイコガネ)を温度 2℃・湿度 95%および温度 10℃・湿度 90%にそれぞれ制御した貯蔵施設において 240 日間貯蔵した。2℃・95%の温湿度で貯蔵したジャガイモは糖含量が大きく増加したが, 質量減少率は少なく, 萌芽の発生は全く認められなかった。一方, 10℃・90%の温・湿度で貯蔵したジャガイモは糖含量の増加は軽微であったが, 萌芽およびその後の芽の伸長が顕著であり, 質量減少率が大きく品質低下が著しかったとしている。

2. 低温糖化性の異なる油加工用ジャガイモの低温貯蔵における品質変化

北海道で栽培されている油加工用ジャガイモのうち、易糖化性品種として「トヨシロ」および「ホッカイコガネ」を、難糖化性品種として「ノースチップ」および「きたひめ」を用いて2℃および6℃の条件で180日間貯蔵を行い、これらを用いてポテトチップスを試作した。その結果、2℃で貯蔵した試料は貯蔵中に萌芽の発生は認めず、質量減少率が低く、外観は貯蔵開始時と比較して変化を認められなかった。しかし2℃で貯蔵した「トヨシロ」と「ホッカイコガネ」の両品種は糖含量が大きく増加を示し、これを原料として調製したポテトチップスは強い褐変を示した。「ノースチップ」および「きたひめ」は2℃で貯蔵しても糖含量の増加は軽微であり、両者を原料にして調製したポテトチップスの外観は市販品と同等の外観を示し、消費者を満足させるのに十分な状態であったとしている。

3. 低温糖化性の異なる油加工用ジャガイモの低温貯蔵後のリコンディショニング

既述した4品種のジャガイモを2℃および6℃の条件で3～4ヶ月間貯蔵を行いつつ、20℃・90%の温・湿度条件下で適時30日間リコンディショニングを行った。その結果、糖含量は全ての試料で減少し、特に、貯蔵温度が6℃の実験区で、リコンディショニングを貯蔵開始からの期間が短い時期に行なった場合は糖含量の減少値が大きく、褐変が認められない高品質なポテトチップスを調製することが可能であった。2℃の条件で貯蔵すると萌芽は抑制できるがリコンディショニング過程で萌芽の発生が短期間に発生することを確認した。

4. 栽培中の灌水方法が低温貯蔵およびリコンディショニングに与える影響

栽培中の灌水の有無がジャガイモの貯蔵およびリコンディショニング中の品質に与える影響を検討した。貯蔵開始時の無灌水区試料の乾物、比重およびアスコルビン酸含量は灌水区試料に比較して大きい値を示した。この傾向は貯蔵終了時においても保持されていた。また、貯蔵中の試料の質量減少率は灌水区の試料において大きい値を示した。リコンディショニング過程での萌芽の発生率は灌水区の試料で高い値を示した。即ち、低温貯蔵とこれに続いて実施したリコンディショニングにおいて灌水を行わなかった試料の方が品質の保持が良好に行われることを明らかにした。

5. 低温低酸素条件下での油加工用ジャガイモの品質変化

易糖化性の二品種（トヨシロ、ホッカイコガネ）を用い、温度を2℃および6℃とし、酸素濃度を2.5%に調整して30日間の貯蔵を行った。その結果、低温度と低酸素条件を組み合わせることによって、糖化速度が低下し、あわせて硬度およびアスコルビン酸含量の低下を抑制することが可能であることを確認した。

以上の研究成果は高品質な油加工製品を調製するための原料ジャガイモの低温貯蔵法と糖含量が増加したジャガイモの糖含量を減少させる目的で行うリコンディショニング法に関する多くの知見を示しており、学術的および技術的に高く評価できる。よって、審査員一同は、Doris SASAKI TAMAKIが博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。