

食品中のアクリルアミド低減に関する実施規範

CAC/RCP 67-2009



Food and Agriculture Organization of the
United Nations



World Health
Organization

Published by arrangement with the
Food and Agriculture Organization of United Nations
and the World Health Organization
by the
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,
Government of Japan

本文書は、当初、国際連合食糧農業機関（FAO）及び世界保健機関（WHO）により、「食品中のアクリルアミド低減に関する実施規範（CAC/RCP 67-2009）」として出版されたものである。日本語への翻訳は、日本政府の農林水産省によってなされた。

本文書において使用する呼称及び資料の表示は、いかなる国、領土、都市あるいは地域、若しくはその当局の法律上あるいは開発上の地位に関する、又はその国境あるいは境界の設定に関する、国際連合食糧農業機関（FAO）あるいは世界保健機構（WHO）のいかなる見解の表明を意味するものではない。また、個別の企業あるいは製品への言及は、それらが特許を受けているか否かにかかわらず、言及されていない同様の性質を持つ他者に優先して、FAO あるいは WHO が承認あるいは推薦していることを意味するものではない。

© FAO/WHO, 2009 (English edition)
© Government of Japan, 2013 (Japanese edition)

食品中のアクリルアミド低減に関する実施規範 (CAC/RCP 67-2009)

はじめに

- 1 食品中のアクリルアミドを巡る昨今の懸念は、2002年に始まった。スウェーデンの科学者が、例えば、揚げる、焼く、焙る、トーストする、網焼きするなどの高温調理の過程で、炭水化物に富む食品中に“mg/kg”単位のアクリルアミドが生成されうることを報告した。これらの発見は、他の研究者らによって速やかに追認され、その後、食品からの摂取の主な起源の調査、摂取に伴う健康リスクの評価及びリスク管理戦略の策定に主要な国際的努力が積み重ねられてきた。これらの世界的に率先して行われている研究の詳細については、WHO/FAO Acrylamide Information Network (<http://www.foodrisk.org/acrylamide/index.cfm>¹)及び“Acrylamide Information Base” http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_database_en.html²上に提供されている。また、アクリルアミド低減研究に関する成果は、CIAA Acrylamide Toolboxとして英語で報告されている (http://eu.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm³及び http://www.ciaa.be/asp/documents/brochures_form.asp?doc_id=65⁴)。
- 2 アクリルアミドは、主に、メイラード反応の一部としてアスパラギン（アミノ酸の一種）と還元糖（特にぶどう糖及び果糖）が反応して食品中に生成する。また、アクリルアミドは、3-アミノプロピオンアミドが関わる反応によっても生成しうる。アクリルアミドの生成は、主として高温（通常 120°C超）かつ低水分の条件下で起こる。
- 3 FAO/WHO 合同食品添加物専門家会合（JECFA）は、24 カ国におけるアクリルアミドの含有実態データについて、包括的な解析を行ってきた。そのデータの大部分は欧州及び北米からのものである。その結果、アクリルアミド摂取に寄与する主要な食品群は、フライドポテト^b、ポテトチップス^c、コーヒー、ビスケット^d・ペストリー類、パン、ロールパン及びトーストパンであると結論した。しかし、食品全体におけるアクリルアミドの含有実態は完全には解明されていない。

-
- a EU加盟国におけるアクリルアミドに関するプロジェクトや活動に関する情報を集めたデータベース。
 - b 厚くスライスして揚げた馬鈴薯加工品（北米を含む一部の地域ではフレンチフライ、英国ではチップスと呼ばれている。）
 - c 薄くスライスして揚げた馬鈴薯スナック製品。（北米を含む一部の地域でポテトチップスと呼ばれている食品を含む。）
 - d 焼いた穀物製品（一部の地域ではクッキーと呼ばれており、その地域には北米を含む。）
- 1 【日本語訳注】次のURLにアップデートされている（2013年11月現在）：
<http://www.acrylamide-food.org/>
 - 2 【日本語訳注】次のURLにアップデートされている（2013年11月現在）：
http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_database_en.htm
 - 3 【日本語訳注】次のURLにアップデートされている（2013年11月現在）：
http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm
 - 4 【日本語訳注】次のURLにアップデートされている（2013年11月現在）：
<http://download.ebooks6.com/Food-Drink-Europe-Acrylamide-Toolbox-2011-pdf-e24993.html>

範囲

- 4 この実施規範は、国や地方当局、製造業者及びその他関係者に、ばれいしょ製品及び穀類製品におけるアクリルアミドの生成を抑制したり、低減したりするための手引きを提供することを目的としている。この手引きは、(情報が得られる場合には) 特定の製品におけるアクリルアミドの生成を低減するための3つの戦略を含む。
- i 原料；
 - ii 他の原料の調整・添加；及び
 - iii 食品の加工及び加熱

低減措置を策定する上での一般的な検討及び制約

- 5 アクリルアミド濃度の低減を目的とした措置は、その他の事項についての考慮なしに実施することはできない。現状の化学的及び微生物学的な食品の安全性を損なわないようにあらかじめ留意する必要がある。また、製品の栄養特性も損なわないようにする必要があり、それは製品の官能特性や消費者への受容性についても同様である。このことは、アクリルアミド生成を最小限にするためのすべての戦略を、それによる利益と可能性があるあらゆる悪影響に関して、評価する必要があることを意味している。例えば次のとおり。
- i. アクリルアミド生成を抑制する措置を検討する場合、その措置によって食品製造工程で生成するその他の汚染物質が増加しないという確証を得るためのチェックを行わなければならない。これらの汚染物質には、N-ニトロソアミン、多環芳香族炭化水素(PAH)、クロロプロパノール類、エチルカルバメート、フラン、複素環式芳香族アミン(HCA)、アミノ酸熱分解生成物が含まれる。
 - ii. アクリルアミド生成抑制のために開発された措置が、最終製品の微生物学的安定性を損なうことがあってはならない。特に、最終製品の水分含有量については注意が必要である。
 - iii. 最終製品の官能特性を大きく損なう変化が生じないように用心すべきである。アクリルアミドの生成は、加熱調理された食品における特徴的な色、風味、香りの発生ととても深い関係がある。調理条件だけでなく、原料及びその他原料に関する変更等を、消費者への最終製品の受容性の観点から評価しなければならない。
- 6 アスパラギナーゼのような新規の添加物や加工助剤になりうるものについては、公式な安全性評価、有効性の証明、規制当局の認可が必要となるだろう。アスパラギナーゼを食品用途に製造している企業があり、これを加工助剤として既に認可している国もある。
- 7 アクリルアミドの生成量は大きく変動しうるということに注意しなければならない。例えば、同じ製造プラントで製造された1バッチの製品内や、同じ製造工程、原料及び配合比を使用しているプラント間においても大きく変動しうる。
- 8 受入原料の品質の変動や十分に温度管理ができない加熱装置の使用によって、アクリルアミド濃度の変化がわかりにくくなり、アクリルアミド低減戦略の検証試験を複雑にする可能性があることを、製造業者は認識する必要がある。

ばれいしょ製品（例：フライドポテト、ポテトチップス、ポテトスナック）製造業界向け推奨実践例

このセクションで検討されている低減措置は、優先度順に並んではいない。自社製品に最も適した方法を特定するため、すべての低減措置を検証することが推奨される。

製造段階	低減措置
原材料	<ul style="list-style-type: none"> 地域及び季節間差を考慮し、合理的に達成しうる範囲でできるだけ還元糖濃度が低いばれいしょ品種を選択すること。 入荷したばれいしょの還元糖濃度を測定すること、又はそれらのテストフライを行うこと（揚げ色は淡い黄金色（light golden color）を目標とすること）。 6℃未満で貯蔵されたばれいしょの使用は避けること。農場から工場までの貯蔵条件を管理し、気温が低い場合にはばれいしょを冷氣から保護すること。 入荷したばれいしょを氷点下となる屋外に一晩中など長時間にわたって（保護なしに）放置することを避けること。 低温貯蔵されたばれいしょは、より高い温度（例：12～15℃）で数週間かけて元の状態に戻す（リコンディショニング³）こと。
他の原材料の調整／添加	<ul style="list-style-type: none"> ドウから製造されるばれいしょを主原料とするスナックの場合は、もし可能であれば、ばれいしょの一部を、より還元糖/アスパラギン濃度が少ない（米粉のような）他の原料で代替すること。 還元糖の添加を避けること（例えば焼き色付け、香辛料の保持又はコーティングを目的として）。 アスパラギナーゼの添加により、アスパラギンが低減し、ばれいしょドウ製品のアクリルアミド生成を抑制できる場合があることが示されている。 加工前におけるフライドポテトのピロリン酸ナトリウムによる処理及びばれいしょ製品のカルシウム塩などの2価又は3価の陽イオンによる処理は、アクリルアミド低減に寄与しうる。
食品の加工及び加熱	<p>フライドポテト：</p> <ul style="list-style-type: none"> 調理前に還元糖濃度を低減するため、カットしたばれいしょを湯がくこと（ブランチング）。ブランチング工程の後半において酸性ピロリン酸ナトリウムを添加しpHを下げることで、さらに濃度を低減することができる。 太めにカットすること。より細くカットしたもの（8×8 mm）よりも14×14 mmにカットしたものの方が、アクリルアミド濃度が低いことが示されている。 もし適切であれば、フライドポテトを下揚げすること。 <p>ポテトチップス：</p> <ul style="list-style-type: none"> 黄金色（golden yellow）の製品を製造するため、時間、温度及び加熱装置の設定を最適化すること。 もし利用可能であれば、還元糖が多いばれいしょの加工に、真空フライヤーを用いることを検討する。 高温瞬間フライが使用されている場合には、急速冷却を推奨する。 色の濃いチップスを取り除くため、製造ライン上で色彩選別を行うこと。

³ 【日本語訳注】低温糖化が生じたばれいしょを15℃程度で数週間保管することによって、ばれいしょの還元糖濃度を低くする処理のこと。

原料

- 9 次に掲げるものを含め多くの要因が還元糖濃度に影響する。
- i. 気候条件及び施肥量—これらの要因は、還元糖濃度に影響することが知られているものの、製造事業者に対して適用できる低減措置に関する特定の情報は、現時点ではない。
 - ii. 栽培品種—揚げる、焼くなどの高温調理用途には、地域的・季節的な変動性も考慮に入れた上で、合理的に達成しうる範囲でできる限り還元糖濃度が低い品種を選ぶこと。
 - iii. 貯蔵温度及び時間—農場から工場まで貯蔵条件を管理すること。加工用長期貯蔵には、6°Cより高い温度での貯蔵が適正規範として認められている。貯蔵中に過度の低温糖化（4 から 6°C以下）が起きたばれいしょは、揚げる、焙る、オープン調理などへの使用を避けるべきである。気温が低い場合には、ばれいしょを冷氣から保護すること。入荷したばれいしょを氷点下で一晩中外に（保護無く）放置することは避けること。ある品種は他の品種より低温下でも糖化しにくい傾向を持つ。品種に関する情報は、**The European Cultivated Potato Database** や **The German Federal Office of Plant Varieties** から入手可能のデータベースに収載されている。
 - iv. リコンディショニングの温度及び時間—低温で貯蔵されていたばれいしょについては、高めの温度（例：12-15°C）で2、3週間以上リコンディショニングすべきである。貯蔵ばれいしょをリコンディショニングする必要があるかどうかの判断は、テストフライの結果に基づき決められるべきであり、リコンディショニングに必要な期間の決定も同様である。
 - v. 塊茎の大きさ及び未熟な塊茎—未熟な塊茎は還元糖濃度が高く、アクリルアミド濃度が高い可能性が高い、揚げ色の濃い製品ができる。加工前のいずれかの段階においてばれいしょの選別、分別又は等級付けをすることにより、未熟な塊茎が含まれないようにすべきである。
- 10 各国の規制により発芽抑制剤の使用が認可されていない場合があるが、6°C以上の温度での貯蔵には、発芽抑制剤がしばしば不可欠である。
- 11 フライドポテト及びポテトチップスの製造業者は、還元糖濃度の測定又はテストフライしたものの揚げ色の評価により、実行可能であれば入荷した原料ロット毎に選別すべきである。特に、低温で長期貯蔵されていたばれいしょについては、テストフライをすること。還元糖濃度が十分に低くない品種を使う場合には、高温調理工程前のリコンディショニングやブランチング、加熱に真空フライヤーを用いることで、アクリルアミド濃度が低減することもある。

他の原材料の調整・追加

- 12 乾燥ばれいしょを用いた又は成型された、ばれいしょドウから製造されるばれいしょを主原料とするスナックの場合には、還元糖／アスパラギンの量がより少ないその他の原料（例えば米粉）をばれいしょの一部の代替として製品に使用できる場合がある。
- 13 酵素であるアスパラギナーゼの添加はアスパラギンを低減し、その結果としてばれいしょドウから作られたばれいしょ製品中のアクリルアミド濃度を低減することが示されている。アスパラギナーゼは液状又はスラリー状の原材料から製造される食品に最も適しているかもしれない。実際には、アスパラギナーゼは成型ポテトチップス中のアクリルアミドを機能的には低減できるものの、加熱前のばれいしょ中のアスパラギンの量は一般的に非常に多いため、アクリルアミドを意味があるレベルで低減するためには、大量のアスパラギナーゼを添加しなければならない。このため、一部のばれいしょ製品については、この酵素を利用出来ないかもしれない。
- 14 揚げ工程の前に、例えばピロリン酸ナトリウム、カルシウム塩など様々な他の試薬で処理することによっても、アクリルアミドの生成が低減されることが示されている。食品添加物は、適切な国内又は国際的な規制を遵守して使用しなければならない。
- 15 焼き色づけ、香辛料の保持又はコーティングを目的に還元糖を使用することも、有意な濃度のアクリルアミド生成をもたらしうるため、できるだけ避けるべきである。

食品の加工及び加熱

- 16 表面積を減らすことが、アクリルアミド低減措置になりうる。例えば、フライドポテトの場合、ばれいしょをより太くカットすることにより、表面積を減らすことができる。14×14 mmの太さにカットしたポテトは、細く（8×8 mm）カットしたポテトよりアクリルアミド濃度が低いことが示されており、また、フライの前又は後で細片（ばれいしょの細い小片）を除去することにより、フライドポテト又はローストポテト中のアクリルアミド濃度が低減することが示されている。
- 17 洗浄、ブランチング又は下茹で処理は、調理前にばれいしょの表面から、前駆体であるアスパラギン／還元糖を溶出させることに利用できる。アクリルアミド濃度をさらに低減するために、ブランチングの後半の段階において、pHを低くする種々の試薬を添加することも可能である。これらは、フライドポテトの酸性ピロリン酸ナトリウム処理、カルシウム塩やその他の多くの2価及び3価の陽イオン塩による処理（この方法はばれいしょドウから作られたフライドポテト中のアクリルアミド生成を抑えることが知られている。）、食塩水中でのブランチング（ただし、この方法では、食品からのナトリウム摂取を増やす可能性がある。）といった手法を含む。
 - i. ばれいしょのブランチングや浸漬はアクリルアミド濃度を低減することが示されているが、最終製品の風味や食感に悪影響を及ぼしうる。ブランチングはばれいしょに含まれるビタミンCやミネラルの流失も起こしうる。フライ又はロースト前のブランチング工程は、最終製品の脂肪含有率を低減できることがあるが、これを否定する情報もある。

ii. ブランチングはポテトチップスなど一部の製品には適さないだろう。なぜなら、ブランチングにより、容認できない量の水分が吸収され、堅さやパリパリ感の低下又は微生物汚染が起きうるためである。

- 18 ポテトチップス中のアクリルアミド濃度は、熱入力をコントロールすることにより低減できる。真空フライヤーの使用は、還元糖濃度が高いばれいしょから製造されるポテトチップスのアクリルアミド濃度を低減できる可能性がある。高温瞬間フライされたポテトチップスを急速冷却することも、最終製品のアクリルアミド濃度を低減しうる。色の濃いポテトチップスを除くための製造ライン上での光学選別機の使用は、アクリルアミド低減に有効な手段であることが証明されている。脂肪含有率が少ないポテトチップスを作る際に用いられる、半調理し、遠赤外線加熱や乾燥蒸気で仕上げる方法も、アクリルアミドを低減する可能性がある。
- 19 消費される直前に製品を調理する場合には、フライドポテト中のアクリルアミド濃度を有意に低減するため、揚げ始めの油の温度を 170～175℃以下とし、揚げ色が黄褐色(golden brown)ではなく黄金色(golden yellow)になるよう調理すること。フライヤーの加熱能力に応じて、実際の揚げ温度が、揚げ初めで 140℃、揚げ終わりで 160℃になるように、油に投入するばれいしょの量を決めなければならない。ばれいしょを油に加えた後の温度低下が大きく、長く続くほど、ばれいしょが吸収する油の量が増加し、揚げ終わりの温度が高いと、アクリルアミドが過度に生成する。
- 20 成型タイプの半加工フライドポテトの製造業者は、アクリルアミドの生成を最小限にするために必要な事項と整合した調理方法を商品の包装に表示しなければならない。揚げ調理が成型半加工フライドポテトの包装に表示されている調理方法の一つである場合には、推奨する揚げ温度を 175℃より高くしてはならない。調理方法には、消費者が少量を調理する際には調理時間を短くすべきこと、揚げ色を黄金色になるまで調理すべきことも明記すべきである。
- 21 一部のオープン調理用フライドポテトや成型半加工ばれいしょ製品は、冷凍ではなく冷蔵での保存を念頭に製造されている。このような状態での保存では、デンプンから還元糖生成をもたらすアミラーゼの酵素活性が残っているため、低温下での糖化が進みうる。このような場合には、アミラーゼを完全に失活させるため、ブランチングを（より長時間かつ／又はより高温で）施さなければならない。

穀類を主原料とする製品（例：パン、クリスピーブレッド、ビスケット等焼き菓子、朝食用シリアル）製造業界向けの推奨実践例

このセクションで検討されている低減措置は、優先度順には並んでいない。自社製品に最も適した方法を特定するため、すべての低減措置を検証することが推奨される。

製造段階	低減措置
原料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 硫黄が欠乏している土壌は避けること、又は十分に施肥すること。 ・ 過剰な窒素施肥は避けること。
他の原材料の調整／添加	<p>全般：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 使用する小麦粉の種類を検討すること。精製度が高い小麦粉は、全粒粉よりもアスパラギン濃度が有意に少ない。しかしながら、全粒粉の含有量を少なくすれば、最終製品の栄養価は低下するだろう。 ・ 小麦粉の一部を米粉で代替することを検討すること。
	<p>ビスケット類、焼き菓子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アンモニウムを含む膨張剤を使用している場合は、例えばカリウム、ナトリウムを含有する膨張剤など他の膨張剤に替えることを検討すること。 ・ ジンジャーブレッド製造においては、果糖をぶどう糖に替えること。 ・ アスパラギナーゼの添加はアスパラギンを低減し、それによりクッキーやクラッカーのようなハードタイプの小麦ドウ製品のアクリルアミドが低減することが示されている。
	<p>パン：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ レシピに還元糖の使用を避けること。 ・ 炭酸カルシウムなどカルシウム塩の添加は、アクリルアミド生成を抑制しうる。
	<p>朝食用シリアル：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱加工段階における還元糖を最小限にすること。例えばローストナッツ、ドライフルーツなど他の材料のアクリルアミド濃度への寄与を検討し、それらがアクリルアミド濃度を大きく増やす可能性がある場合には、その原料が必要かどうかを検討すること。
食品の加工及び加熱	<p>全般：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 焼きすぎないこと。
	<p>パン：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 焼成工程の時間-温度プロファイルを調節すること。すなわち、製品の水分含有量が少なくなる最終段階の温度を低くすること。 ・ パン生地を発酵させる時間を長くすること。
	<p>クリスピーブレッド：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最終的な水分含有量を調整すること。 ・ 発酵させないクリスピーブレッドでは、加工温度及びオーブンを通る速度を調整すること。
	<p>朝食用シリアル：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 焼きすぎたり、焦がしすぎたりしないこと。製品が均一な焼き色になるよう管理すること。

原料

- 22 典型的なアスパラギン濃度は、小麦では 75~2200 mg/kg、エン麦では 50~1400 mg/kg、トウモロコシでは 70~3000 mg/kg、ライ麦では 319~880 mg/kg、米では 15~25 mg/kg の間にある。アスパラギン濃度にこれだけの変動があるということは、様々な品種間のアスパラギン濃度の違いを利用することによりアクリルアミド低減の余地があることを示している。しかしながら、ばれいしょの場合と同様に、そのような（品種の違いに依存した）アプローチはかなりの時間を要する場合が多く、また、収量や真菌感染への抵抗性（ほ場におけるマイコトキシン生成の原因となる）など他の要因について考慮する必要がある。
- 23 土壌中の硫黄の欠乏は、小麦及び大麦におけるアスパラギン濃度の増加につながる。そのため、硫黄の欠乏した土壌の利用を避けるか、又は十分に施肥しなければならない。土壌中の窒素濃度が高いと、穀類中のアスパラギン濃度が高くなる可能性があるため、過剰な窒素施肥は避けるべきである。
- 24 様々な穀類が混合された製品では、アスパラギン濃度がより低い穀類を組み入れることにより、アクリルアミドの主要な生成源となる穀類の割合を減らせる余地がありうる。例えば、この考え方にはライ麦及び小麦を米で代替することも含まれるが、栄養面及び官能面への影響についても考慮しなければならない。

他の原材料の調整・追加

- 25 製品に使用される小麦粉の種類を考慮すべきである。精白度が高い小麦粉は、全粒粉と比べてアスパラギン濃度が有意に少ない。小麦の一部を米粉で代替することにより、ビスケットやジンジャーブレッドのアクリルアミドが低減することが示されている。しかしながら、全粒粉の含有量を減らせば、最終製品の栄養価も低下してしまう。小麦粉の種類によりアスパラギン濃度は異なり、栄養価とアクリルアミド生成を最小にするための両面のバランスが取れるよう選択すべきである。
- 26 重炭酸アンモニウムは、焼いた製品におけるアクリルアミドの生成量を増やす可能性があることが示されている。そのため、製造業者はアンモニウムを含む膨張剤の使用を減らせるかどうか考える必要がある。食品添加物は、国内外の適切な規制に従い使用しなければならない。商業的に使われる膨張剤の代替品には、下記のものを含む。
 - i. 重炭酸ナトリウム+酸味料
 - ii. ニリン酸二ナトリウム、重炭酸ナトリウム及び有機酸
 - iii. 重炭酸カリウム+酒石酸水素カリウム
 - iv. 重炭酸ナトリウム+酸性ピロリン酸ナトリウム（ピロリン酸二水素二ナトリウム）（SAPP）
 - v. アンモニウムを含む膨張剤を、ナトリウムを含む膨張剤に替えると、ナトリウ

ムの経口摂取量が増えるだけでなく、ジンジャーブレッドの物理的性質やビスケット類の官能特性に悪影響を及ぼしうる。重炭酸ナトリウムと有機酸、例えば酒石酸、クエン酸を組み合わせ使った場合、製品は他を使った場合より膨らまないかもしれない。酸味が強くなってしまったり、生地中でのガス発生が速すぎたりするため、添加する有機酸の量を制限する必要がある。

- vi. 還元糖がぶどう糖ではなく果糖の場合には、より多くのアクリルアミドが生成される。商業的な調査では、製品中の原材料（シロップ、フルーツピューレ、蜂蜜）について、果糖を含むものを除くか、ぶどう糖で代替すると、アクリルアミド生成低減に効果があることが示されている。グルコースシロップ（北米でいうコーンシロップ）が必須である場合には、このシロップ中の果糖の割合をできる限り低くするべきである。製品の焼き色があまり重要でない場合には、還元糖をショ糖で代替することが、焼き菓子のアクリルアミドを有意に低減するためのもう一つの有効な方法である。
- 27 アスパラギナーゼの添加はアスパラギンを低減し、その結果としてクッキーやクラッカーのようなハードタイプの小麦ドウを主原料とする製品のアクリルアミドを低減することが示されている。
- 28 朝食用シリアル製造における還元糖の使用についても注意しなければならない。還元糖が使用される場合には、通常は焼成工程の後に添加されるため、アクリルアミドの追加的な生成は起こらない。しかし、焼成前に還元糖を添加することは、アクリルアミドの生成要因として避けることができる。
- 29 他の副原料もアクリルアミド生成に影響を及ぼしうる。ビスケット製造に際し、しょうが、蜂蜜、カルダモンといった原料が使われると、アクリルアミド生成が増加することが示されている。逆に、ナツメグはアクリルアミドを減少させる場合があることも示されている。最終製品におけるアクリルアミド濃度を低減するために、製造業者は自社のレシピにおける様々な香辛料の効果を調査してもよいだろう。
- 30 再加工（製造工程で生じる断片、小片等の再利用）は、アクリルアミド濃度を増加させる場合もあれば、そうでない場合もあることが示されている。製造業者は、自社製品中のアクリルアミド濃度を低減するため、再加工を減らすか否か決めるべく、それぞれの製品の製造過程を調べる必要がある。

食品の加工・加熱

- 31 小麦パン生地の酵母発酵は、遊離アスパラギン濃度を低減する。小麦粉ドウのモデル試験では、2時間の発酵により大部分のアスパラギンが酵母によって利用されることが示されている。発酵時間がより短い場合は効果がより小さく、これはサワードウの場合も同様である。
- 32 アクリルアミド生成は焼成工程の時間と温度のプロファイルを変更することで低

減可能である。特に、アクリルアミドが生成しやすい、低水分状態に製品が達した最終段階の温度を下げることで低減可能である。代わりに焼き始めの温度を高くしても、この時点ではアクリルアミドの生成を抑えるのに十分なほどの水分含量があるため、アクリルアミドの有意な増加はもたらさない。注意深くオーブンの温度と時間のプロファイルを調節することは、アクリルアミド濃度の低減に有効であろう。これらの原則は、ビスケットのモデルや発酵を要しないクリスピーブレッドにおいて上手く適用されている。

コーヒー

- 33 コーヒー中のアクリルアミド低減のために商業的に利用可能な措置は、現時点ではない。
- 34 これまでの研究で、長期にわたって密閉容器でコーヒー粉を保存すると、アクリルアミド濃度が低減することが示されており、将来、低減するために何をすればよいかを考えるきっかけとなる基本的なメカニズム解明のための研究が進められている。しかしながら、アクリルアミド濃度を低減するために、焙煎プロファイルを変更したり、故意に長期保存をしたりすることは、製品の官能特性や消費者の満足度に大きな影響を与える可能性が高い。

消費者対策

- 35 国および地方当局は、ばれいしょ及び穀類を主原料とする食品を高温調理するときには、加熱しすぎないように消費者に対して助言することを検討すべきである。そのような助言には、フレンチフライやローストポテトは、十分に加熱しつつも、色が黄褐色ではなく黄金色となったところで調理をやめるといった勧告も含まれる。同様に、消費者に対して、パンや関連製品をトーストする際には、焼き色は明るい褐色を目指すとする助言もありうる。
- 36 国及び地方当局は、高温調理する予定のばれいしょを、低温及び／又は冷蔵下では保存しないよう消費者に推奨することも検討すべきである。
- 37 産業界は、関係があれば、製品中のアクリルアミド生成の抑制に資する適切な調理方法及び取扱方法について、消費者に対して助言を与えるよう努めるべきである。