

食品中のアクリルアミドを低減するための指針

ーばれいしょを中心としてー

農林水産省 消費・安全局 消費・安全政策課
生産局 農産部 地域作物課

はじめに

近年の研究結果から、食品の加工中や調理中に加熱が原因となって、意図していなかった化学物質が生成し、食品に含まれることが分かってきました。アクリルアミドもこれらの化学物質の一種です。

これまで、食品に含まれるアクリルアミドが明らかに原因であると特定された健康被害は報告されていません。しかし、国際的なリスク評価機関（FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議）は、食品を通じて長期間にわたってアクリルアミドを摂取することにより、健康への悪影響が生ずる懸念があると結論し、食品中のアクリルアミド濃度を低くするための適切な努力を継続することを勧告しました。

アクリルアミドによる消費者の健康被害の発生を未然に防ぐには、食品のアクリルアミド濃度をできるだけ低くし、食品由来の摂取量を減らすことが重要です。そこで、農林水産省は、2013年11月に、消費者の健康保護のために、食品関連事業者が自主的に行うアクリルアミド低減の取組を支援するため、これまでに収集した情報や調査研究で得られた知見を整理し、食品関連事業者向けに「食品中のアクリルアミドを低減するための指針」（以下「指針」という。）

を作成・公表しました。

指針には、「ばれいしょ加工品」と「穀類加工品」について具体的な低減対策を掲載しています。これは、ばれいしょと穀類の分野でアクリルアミドに関する研究が先行しており、また事業者による自主的な低減対策が進められており、多くの知見を蓄積していることから、他の食品事業者にもその低減対策や研究成果が参考になると考えたためです。

本稿では、特にばれいしょ加工品を例にとり、指針に掲載しているアクリルアミド低減対策を紹介します。

1. アクリルアミドとは

アクリルアミドは、プロペンにカルボニル基とアミノ基が結合した有機化合物で、「毒物及び劇物取扱法」で劇物に指定されています。モノマー（一分子）のアクリルアミドは水に溶けやすく、ヒトや動物に対して強い毒性があることがわかっています。国際がん研究機関（IARC）は、発がん性に関する証拠の強さから、アクリルアミドを「ヒトにおそらく発がん性がある物質（グループ2A）」に分類しています。また、多くの動物試験によって神経毒性があることが確認されており、ヒトの職業暴

露や事故の事例から、アクリルアミドを大量に摂取すると、筋力低下や感覚異常、知覚麻痺、歩行異常などの神経障害が起きることが分かっています。

一方、複数のアクリルアミドモノマーがつながってできるポリアクリルアミドは水に溶けにくく、毒性は弱くなります。ポリアクリルアミドは、合成樹脂の一種として、紙力増強剤、排水処理剤、土壌凝固剤、漏水防止剤、化粧品（シェービングジェルや整髪剤）など工業用途に広く用いられています。

2002（平成14）年4月に、スウェーデン食品安全庁とストックホルム大学が、炒めたり、焼いたり、揚げたりしたばれいしょや穀類の加工品に、アクリルアミドが含まれていると発表したことをきっかけとして、食品中のアクリルアミドが食品安全上の新たな問題として注目されるようになりました。それまで食品中にアクリルアミドが含まれているとは考えられていなかったため、加熱調理した食品にアクリルアミドが含まれているという思いもよらない発表は、世界中の関係者に衝撃を与えました。この発表以来、欧米諸国を中心として世界各国で食品中に生成するアクリルアミドに関する調査研究や食品中のアクリルアミドを低減するための取組みが進められています。農林水産省も2003年から本格的に調査研究を開始しました。

食品中のアクリルアミドは、主として、食品原料を加熱して120℃以上の温度になった時に、原料農産物等に天然に含まれているアスパラギンと、ぶどう糖や果糖などの還元糖が化学反応して、意図せず生成します。

「ばれいしょ」は、ビタミンCなどの栄養素をバランス良く含んでおり、煮物や揚げ物など様々な料理に用いられていますが、アクリルアミドの前駆体である還元糖の濃度が高いことから、加熱によってアクリルアミドが生成しやすいとされています。

2. ばれいしょ加工品のアクリルアミドの低減対策

製造する食品の種類によって、実行可能な低減技術は異なるものの、①アクリルアミドの生成要因となる還元糖の濃度が低く、加工に適した原料農産物を調達すること（品種の見直しを含む）、②原料農産物の収穫後の取扱いによって、天然に含まれるアスパラギンや還元糖濃度が増加する可能性があるため、適切な条件で保管、貯蔵すること、③原料ばれいしょ、成型生地などの厚さ・太さなどの形状を最適化すること、④アクリルアミドの生成を抑制するような最適な加熱温度と加熱時間の設定などが有効な低減対策として考えられます。本稿では、ばれいしょ加工品中のアクリルアミド低減のため、検討が推奨される対策のうち主なものを、「①原料の調達」、「②原料の貯蔵・保管」、「③製品の企画・設計」及び「④製品の製造、加工又は調理」の工程順に記載しました。

① 原料の調達

一般的に、フレンチフライやポテトチップスのような簡易な加工による製品では、原料ばれいしょの還元糖濃度が高いほど、アクリルアミド濃度が高くなることから、還元糖濃度の低い品種を使うとアクリルアミドの生成量を減らすことができます。

また、一般的に、打撲などの傷害を受けた部分は還元糖濃度が高いことが知られており、ばれいしょの品種によっては、貯蔵前の打撲の回数が多いと、増加した還元糖が長期貯蔵後の還元糖濃度に影響します。したがって、打撲のないものを調達したり、打撲箇所を取り除いたりすることで、アクリルアミドの生成量を減らすことができます。

アクリルアミド低減対策においては、まず、どのような原料を調達するかが重要となります。詳細については後述しますが、還元糖の濃度が低い品種等も開発されており、既存品種から新しい品種への転換・普及が期待されています。

② 原料の貯蔵・保管

貯蔵施設内での低温貯蔵（雪中貯蔵や氷室貯蔵を含む。）や冷蔵庫内での低温保管は、農産物の発芽や減耗を抑制する効果や低温糖化によってばれいしょの甘みを増す効果が期待できるため、広く利用されています。このような低温で貯蔵、保管されたばれいしょは、蒸したり、茹でたりする場合には問題とはなりません、揚げたり、焼いたりする場合には低温貯蔵による還元糖の増加によってアミノ・カルボニル反応が進み、アクリルアミドの生成量が増えるほか、焦げによって商品価値が低下する可能性があります。

そのため、ばれいしょを貯蔵、保管する際は、還元糖濃度の増加を抑制するよう、低温糖化が生じない温度（8℃以上）で管理することが有効です。

なお、原料農産物を長期貯蔵する場合には、発芽、減耗を抑制するために、萌芽抑制剤（エチレンなど）の使用など、低温貯

蔵に代わる貯蔵技術を同時に検討することを推奨しています。

また、加工用の原料ばれいしょについては、低温貯蔵（8℃以下）による糖化で増加した還元糖によって加熱時に焦げが発生するのを防止するため、貯蔵終了後や出庫時に15℃前後で2週間程度保管するリコンディショニング（昇温保管）が一般的に行われています。リコンディショニングを行うことで還元糖濃度が低くなり、結果的にアクリルアミドの生成量も少なくなります。リコンディショニングには特別な装置や設備は必要ないため、原料貯蔵時だけでなく、原料受入後に食品製造事業者が実施することも可能であることから、実行可能性の高い低減対策と言えます。

③ 製品の企画・設計

加熱前の原料、成型生地などの形状が違えば表面積と体積の比率が異なり、食品全体への熱の通り方も異なるため、同じ原料組成であっても、成型後の形状によって、加熱時のアクリルアミドの生成速度や生成量が異なります。そのため、加熱前の原料、成型生地などの形状を最適化することもアクリルアミド低減対策として考えられます。

④ 加工又は調理

原料表面を水溶液で洗浄したり、原料を40～80℃のお湯でブランチング（湯通し、下茹で）したりすると、表面のアスパラギンや還元糖が洗い流されるので、アクリルアミドの生成を低く抑えることができます。さらに、ブランチングによって一次加熱することで、揚げ調理等における二次加熱の時間を短縮することができます。ただし、ブランチングによって、アスパラギン

や還元糖以外の遊離アミノ酸、でん粉、水溶性のビタミン類などが溶出するため、製品の風味や栄養にも影響する可能性があります。

一般的に、加熱温度が高く、加熱時間が長いほど、食品中のアクリルアミド濃度は高くなるため、加熱しすぎないように、最適な加熱温度と加熱時間を設定し、食品の水分含有率が低い状態での過加熱を避け、加熱後、余熱を速やかに取り除くことがポイントとなります。加熱温度と加熱時間を変更すると、食品の殺菌や水分含有率に影響し、食中毒の原因となる有害微生物やカビの発生などの健康リスクにも影響する可能性があるため、留意が必要です。

また、原料にアスパラギン、還元糖の濃度が高い部位があるとわかっている場合、加熱前の調製段階で除去することで、アクリルアミドの生成量を少なくすることができると考えられます。

さらに、成型後のばれいしょに傷害や病変が疑われる黒点や褐変があった場合や、加熱調理をした後に焦げたものや小片、破片があった場合は目視や色彩選別機（カラーソーター）によって選別し、除去することもアクリルアミド低減に有効です。

3. 今後、期待される低減技術

ばれいしょの貯蔵中に還元糖が増加すると、アクリルアミドがより多く生成し、また、ポテトチップの場合、チップカラーが悪くなるため、現在、低温でも還元糖が増加しにくい「スノーデン」などの品種が使用されていますが、この「スノーデン」は中晩生でジャガイモシストセンチュウに対する抵抗性がないなどの課題があります。

新たに開発された「リラチップ」は、中生で「スノーデン」よりも枯ちょう期が早く、チップ品質が優れ、ジャガイモシストセンチュウに対する抵抗性があるため、普及が期待されています。

加工用ばれいしょを周年で供給するためには、北海道産のばれいしょを貯蔵するだけではなく、暖地産のばれいしょを供給することも必要です。現在は「トヨシロ」が主に栽培されていますが、より暖地の栽培に適する品種の育成も進められています。また、エチレンは、一般的に萌芽抑制作用があるといわれていますが、品種によってその効果が異なり、エチレン処理直後にはチップカラーの悪化が見られるなどの課題もあるため、適切な処理方法や処理後のチップカラーを改善する対策の検討が進められています。

おわりに

人類の食文化は、火の利用による加熱調理から始まり、発展を遂げてきました。現在も加熱調理は、我々の食生活に欠くことができない食品処理技術です。食品を加熱したときに生成するアクリルアミドは、適切な対策を講じることで、低減させることができます。

アクリルアミドは加熱した様々な種類の食品に含まれていますが、冒頭で述べたように、食品に含まれるアクリルアミドが明らかに原因であると特定された健康被害は報告されていません。一方で、アクリルアミドを気にして加熱した食品を食べるのをやめると、栄養バランスが崩れる可能性がありますので、健康の維持、増進にはバランスのとれた食生活を送ることが重要で

す。

ばれいしょは我々の食生活に欠かすことのできない重要な農産物です。事業者は、食品中のアクリルアミドの生成条件や食生活の留意点などを正しく理解した上で低減対策に取り組むとともに、生産者・加工事業者・消費者・取引先などの関係者に正確に

理解してもらえよう努める必要があります。

指針を活用して、より多くの事業者がアクリルアミド関する問題を理解し、自主的にアクリルアミド低減に取り組んでいただけることを期待しています。