品質・安全とおいしさ確保のためのモニタリング機器最前線

編集部

水分活性/pH　残留塩素　ガス濃度　屈折率/密度

品質に対する高度な要求と食の安全安心に対するニーズの高まりを受け、各種モニタリング機器は、ラボ、製造工程などにおける評価や管理を行う上で欠かすことのできないツールとなっている。

今回は、微生物制御や品質保持のためのモニタリング項目として、温度とともに重要なパラメータである水分活性とpH測定装置、食中毒対策など安全衛生上の管理においてその指針となる次亜塩素酸ナトリウム濃度を監視する残留塩素計、食品における様々な劣化促進の要因となる酸素濃度およびガスバリアモニタリング、安全性と品質の管理目的で利用が広がる糖度・濃度ための屈折計などにスポットを当て、製品評価と品質管理に欠かせないモニタリング機器の利用動向と最新機器の開発動向を見ていく。

微生物管理から品質管理へ 裾野広がる水分活性測定

水分活性（aw）は、食品の微生物制御はもちろん酸化的劣化、酵素による変質、非酵素的褐変などに深く関わっており、食品の製造、包装、貯蔵工程におけるawの管理は品質保持上の重要ポイントと言える。

微生物は、それより低ければ増殖できない制限水分活性をもっている。含水量ではなく、水分活性が微生物の増殖のために「利用可能な」水の下限を決定する。**表1**は、加工済み食品によくみられる腐敗微生物の増殖制限を示している。これらの値は、pHや温度などの他の全ての増殖要因に関して、微生物の増殖にとって理想的な条件下で設定されている。言い換えると、これらの値は、最悪な事態における、増殖のための真の水分活性の下限となっている。

大部分の病原性細菌の増殖を制限する水分活性レベルは0.90、腐敗性カビについての下限は0.70、全微生物に関しての限度は0.60である（**表2**）。つまりawを0.60より低く抑えることができれば、どんな微生物の増殖も防ぐことができる。

ただし、一概に水分活性値が低ければ良いとは限らない。全病原性細菌の増殖は0.87awで制限されるため、水分活性をそれよりも低い値まで乾燥させることは、安全性にとって無意味であるばかりか、より低い値の水分活性は、品質と収益両方の損失という結果になり得る。過度に乾燥された加工済み食肉製品は、堅くかみ切れなくなり、味を損ない、商品としてのクオリティの低下を招きかねない。過剰な乾燥はまた、水分の大きな減少につながるが、水は重量の大半を占める。重量単位で売られる製品では、重量の増加は、収益の増加を意味する。安全性と品質のための最低生育水分活性値を理解することで、食感にすぐれ、かつ十分に安全で、収益を最大限にする製品の生産につなげることができる。

現在使われている機器の主流測定原理は、電気抵抗式と露点式だ。電気抵抗式は、センサ内の塩化リチウムが測定試料と平衡に達するまで吸湿あるいは脱湿したときの変化を測定し、試料の相対湿度を求める方法。測定に要する時間は5～30分程。恒温槽での調整時間を併せると30～90分程。一方の露点式は、センサ内が平衡湿度に達した後、鏡面の温度を下げ露点を測定し、awを求めるもの。測定時間は5分以内と極めて速いのが特徴。

電気抵抗式と露点式を選択する際に、これまでは商取引の検定に公定法として認められている点で自動的に電気抵抗式を選択するケースもしばしば見られた。ただ、国内においては食品衛生法衛乳通達54号によるハム・ソー業界に限ったことであり、現場では精度や測定速度、機能、価格など、ユ

表1　獣肉および鶏肉で懸念される病原体と、その最低生育水分活性

微生物	最低生育水分活性値
大腸菌	0.95
サルモネラ属菌	0.95
リステリア菌	0.92
黄色ブドウ球菌	0.88

表2　微生物増殖のための限界水分活性

水分活性	微生物
0.97	緑膿菌
0.95	セレウス菌、A型ボツリヌス菌、大腸菌、ウェルシュ菌、ラクトバシラス・ビリデセンス、サルモネラ属菌
0.94	エンテロバクター・アエロゲネス
0.93	単球菌、クロネ
0.92	ムコール・プランベウス、ロドトルラ・ムチラギノーザ
0.90	枯草菌、パン酵母
0.86	黄色ブドウ球菌
0.84-0.81	ペシロマイセス・バリオティ、ペニシリウム・クリソゲナム、アスペルギルス・フミガタス、ペニシリウム・グラブラム
0.78-0.75	黄色麹菌、黒色麹菌、好塩性菌
0.62	チゴサッカロミセス・ルークシィ（耐塩性酵母）
0.61	ゼロミセス・ビスポラス（好乾性糸状菌）
<0.60	微生物の増殖なし

Adapted from Beuchat 1981
よくみられる腐敗生物の増殖限界水分活性。これらの増殖限界は、他の全ての増殖要因は最適値を用いて測定されており、最悪の事態を表している。