

不同冷藏条件下生鲜食品品质变化规律及快速检测方法分析

李贺

哈尔滨商业大学食品工程学院

DOI:10.32629/as.v9i4.3878

[摘要] 生鲜食品关乎民生,冷藏保鲜无疑是其储运的保障手段,而不同温湿度配比、冷藏时间等条件,都会直接影响食材品质衰减速率。本文通过食品检测经验,细致分析了常规冷藏、低温冷藏、变温冷藏以及高温冷藏条件下生鲜食品品质演变规律,系统梳理理化检测、微生物检测、感官检测等多类快速检测技术,明确不同冷藏条件下各类快检方法适配性,旨在为生鲜食品冷链保鲜管理、品质判定提供科学的参考,全力筑牢食品安全防线,降低生鲜储运损耗。

[关键词] 冷藏条件; 生鲜食品; 品质变化; 快速检测; 冷链保鲜

中图分类号: S984.4+1 文献标识码: A

Analysis of Quality Change Patterns and Rapid Detection Methods of Fresh Agricultural Products under Different Refrigeration Conditions

He Li

School of Food Engineering, Harbin University of Commerce

[Abstract] Fresh food is closely related to people's livelihood, and refrigeration and preservation are undoubtedly the guarantee for its storage and transportation. Different conditions such as temperature and humidity ratios and refrigeration time will directly affect the rate of quality degradation of food ingredients. Based on food testing experience, this paper carefully analyzes the quality evolution patterns of fresh food under conventional refrigeration, low-temperature refrigeration, variable-temperature refrigeration, and high-humidity refrigeration conditions. It systematically sorts out various rapid detection technologies including physicochemical testing, microbial testing, and sensory testing. The adaptability of different rapid detection methods under various refrigeration conditions is clarified. The aim is to provide a scientific reference for cold chain preservation management and quality judgment of fresh food, to fully strengthen the food safety defense line and reduce losses during fresh food storage and transportation.

[Key words] Refrigeration conditions; Fresh food; Quality changes; Rapid detection; Cold chain preservation

引言

生鲜食品本身富含水分、优质蛋白质以及多种维生素等易流失的营养物质,不仅受外界微生物侵染,还会因自身酶促反应及各类理化作用发生品质变劣,因此,冷藏低温调控成了延缓食材变质,延长货架期的重要举措。依据GB 31605-2020《食品安全国家标准 食品冷链物流卫生规范》、NY/T 2534-2025《生鲜肉冷链物流技术规范》等国家及行业标准,生鲜冷藏全程必须严控温湿度、储运时间等参数。纵观当前冷链储运现状,各类条件下冷藏条件参差不齐,导致食材品质衰减规律差异明显,加之传统检测方法耗时冗长、检测效率低,根本难以满足现场快速筛查的基本要求。本文结合多年一线检测经验,探究不同冷藏条件下生鲜食品品质变化的原因,梳理各类快速检测技术,为生鲜全链条品质管理提供实操经验。

1 不同冷藏条件下生鲜食品品质变化规律

1.1 常规冷藏品质衰减

常规冷藏多指0℃~4℃区间内家用及商用的基础冷藏模式,也是生鲜食品短期储运最常用的保鲜方式。虽然该温度区间可以抑制多数腐败菌增殖速率,但无法钝化食材自身酶活性,也不能完全阻断微生物基础代谢,因此食材品质会循序渐进地衰减,伴随冷藏时长延长,整体劣变趋势会愈发明显。针对果蔬类生鲜而言,常规冷藏条件下,呼吸作用虽有所减缓,但并未完全停止,会持续消耗自身储存的营养物质,其中维生素C、可溶性固形物等营养成分会不断流失,叶片类蔬菜容易出现失水萎蔫、黄化枯边等问题,果实类果蔬会软化发绵,原本浓郁的风味也逐渐变淡,甚至部分冷敏型果蔬,也会相继出现低温冻伤、果皮褐变等状况。再看畜禽肉、水产品等生鲜食品,常规冷藏中,表层微生物

缓慢繁殖, 脂肪氧化酸败情况加剧, 久而久之, 便产生淡淡的哈喇味, 肉色变暗发灰, 持水性下降, 解冻后汁水流失严重, 蛋白质也会变性降解, 入口口感愈发柴硬难咽。

1.2 低温冷藏品质维稳

低温冷藏一般指 $-1^{\circ}\text{C}\sim 1^{\circ}\text{C}$ 区间的冰温冷藏模式, 温度符合生鲜食品冰点, 既能避免食材冻结损伤细胞结构, 又能抑制微生物活性和酶促反应, 属于高端生鲜保鲜的优选方式。相较常规冷藏, 它的品质维稳效果出众, 能够延缓食材劣变进程, 生鲜在更长时间内保持品质。这类冷藏条件下, 生鲜食品生理代谢近乎停滞, 果蔬呼吸强度降至极低水平, 营养物质消耗微乎其微, 故而可以长久保持鲜嫩质地、浓郁风味和鲜亮色泽, 叶片蔬菜一直挺拔脆嫩, 果实类果蔬硬度饱满、汁水充盈, 完全没有明显失水、褐变、软化的问题, 保鲜时间比常规冷藏足足延长1-2倍。对于畜禽肉、水产品而言, 冰温冷藏环境下, 微生物增殖被遏制, 脂肪氧化进程近乎停滞, 肉色鲜亮红润, 持水性长期处于较高水平, 蛋白质变性速率缓慢, 口感鲜嫩如初, 无任何异味产生, 汁液流失率极低, 即便冷藏数天, 依然能保持如初的品质与食用价值。不过要注意的是, 冰温冷藏对温度稳定性要求严苛, 一旦温度波动超出阈值, 会引发食材细胞液渗出, 反倒加速微生物滋生, 从而加剧品质劣变^[1]。

1.3 变温冷藏品质波动

变温冷藏是冷链储运中常见的非稳态冷藏模式, 大多是因为冷链断链、冷库开关门频繁、冷藏设备故障等突发因素造成, 导致冷藏温度在 $2^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 之间反复波动。正是不稳定的环境中, 此类条件下生鲜食品品质无固定衰减规律, 呈波动式劣变, 而且劣变速度快于恒温冷藏, 食材损耗率居高不下。每当温度骤升, 微生物活性在短时间内急剧恢复, 腐败菌、致病菌迅速增殖, 食材表层菌落总数呈几何级数增长, 同时, 酶促反应也会加速, 果蔬内部营养物质迅速分解, 软化、褐变、腐烂速度成倍加快; 畜禽肉、水产品脂肪氧化速率陡增, 异常异味开始显现, 肉色暗沉变质, 持水性骤降, 汁液渗出, 而渗出的汁液又会为微生物繁殖提供养分, 出现恶性循环。随着后续温度骤降, 尽管能短暂抑制微生物代谢, 但反复的温度刺激早已严重破坏了生鲜食品细胞结构, 诱发细胞破裂、汁液流失, 造成大量营养损耗, 让食材质地变得软烂不堪, 彻底失去了原有脆嫩口感。与此同时, 汁液渗出会加剧冷藏环境污染, 引发交叉污染问题。

1.4 高湿冷藏品质保水

高湿冷藏多指湿度控制在 $85\%\sim 95\%$ 的低温高湿保鲜方式, 主要适合水分含量高、易失水萎蔫的果蔬类生鲜, 经过营造密闭高湿环境, 减少食材水分蒸腾, 兼顾低温抑菌和保水保鲜双重效果, 从而维持生鲜食品鲜嫩的质地, 如果管理不当, 也会引发霉变、腐烂等一系列问题。稳定的高湿环境下, 果蔬表皮气孔大多处在封闭状态, 水分流失量减少, 叶片蔬菜始终保持挺拔水润状态, 果实类果蔬饱满多汁, 表皮鲜亮有光泽, 没有皱缩、干边、萎蔫等情况。可溶性固形物、维生素等营养成分留存率高, 食用口感和新鲜采收状态相差无几。加之低温加持, 多数嗜湿腐败菌增殖受

到了抑制, 食材腐烂变质速度放缓, 保鲜周期也随之延长, 相较常规低湿冷藏, 高湿冷藏可以最大程度还原生鲜原来品质, 非常适合叶菜、草莓、蓝莓等娇嫩易损果蔬储运。

2 不同冷藏条件下生鲜食品品质变化快速检测方法

2.1 感官速检, 初筛判定

感官快速检测是生鲜食品品质初筛的基本方式, 主要用视觉、嗅觉、触觉、味觉进行判别, 不用借助任何精密仪器, 就能判定食材变质情况, 不仅适合各类冷藏场景的初筛, 也具备便捷高效、零成本、易操作的优势, 是每一位食品检测人员必备的基础操作技能。其中, 视觉检测主要是观察生鲜色泽、形态情况。针对果蔬类食材, 着重查看是否存在褐变、萎蔫、霉斑、腐烂等问题; 对于畜禽肉, 侧重观察肉色是否鲜亮、有无瘀血、是否发灰; 而水产品, 要留意眼球是否饱满、鳃部色泽是否正常, 经过外观的细微变化直观判断品质的优劣。嗅觉检测是通过闻辨食材气味, 有效甄别有无酸败味、哈喇味、腐臭味等异常异味, 要明确的是, 冷藏变质生鲜通常会先释放异常气味, 这类气味早于外观劣变会出现, 无疑是早期变质判定的重要依据。触觉检测主要感知食材质地和黏度, 果蔬类一般按压查看硬度及回弹度, 肉类主要触摸表层有无黏滑感、肉质是否紧实, 而表层黏滑感正是微生物大量繁殖的基本表征, 可借此精准判定食材腐败情况。味觉检测仪针对无明显变质食材应用, 尝辨风味是否正常、有无异味, 检测中应严格控制食品安全, 避免误食变质类食材。尽管感官速检存在一定主观性, 但经验丰富的检测人员依旧能有效甄别细微品质的变化, 快速挑出变质食材, 为精密检测分流减负。

2.2 理化快检, 精准定量

理化快速检测主要针对生鲜食品变质的理化指标, 采取便携式快检设备、专用检测试剂盒, 快速定量检测挥发性盐基氮、pH值、水分活度、亚硝酸盐等关键指标, 精准反映食材品质衰减程度, 适用于各类冷藏条件下精准判定, 还能弥补感官检测主观性缺陷, 检测结果客观且稳定。其中, 挥发性盐基氮是判定畜禽肉、水产品新鲜度的重要指标, 食材冷藏变质后这个指标会升高, 利用便携式检测仪或比色试剂盒, 仅用15分钟内就能得出结果, 如果数值超标, 就能直接判定食材腐败变质。pH值检测主要利用便携式pH计, 快速测定生鲜浸出液酸碱度, 果蔬变质后pH值会出现异常的波动, 肉类变质后pH值呈碱性偏移, 可以直观反映酶促反应和微生物代谢剧烈程度。水分活度检测借助便携式水分活度仪, 快速测定食材水分结合状态, 用于判断微生物可利用水分含量, 精准预判食材变质的风险。亚硝酸盐快检则主要针对冷藏果蔬、腌渍生鲜应用, 采用比色法快速筛查其含量, 从而规避亚硝酸盐超标产生的安全风险。整体而言, 理化快检不仅操作简便、耗时较短, 而且检测精度高, 能现场出具直观的检测数据, 精准判定不同冷藏条件下生鲜食品品质等级, 区分新鲜、次新鲜、变质的食材, 为冷链品质控制提供有力的数据支持, 也是目前生鲜快检领域的主流技术之一。

2.3 微生物快检, 风险排查

微生物快速检测以生鲜食品中菌落总数、大肠菌群、致病菌等微生物指标为主,采用快速培养、免疫层析、核酸检测等先进的技术,快速筛查微生物污染程度,准确排查冷藏生鲜的食品安全风险,特别适合变温冷藏、高湿冷藏这类高风险应用,全力构筑食品安全防线。需要明确,传统微生物培养耗时长达48小时以上,根本无法满足现场快检的需求,而新型微生物快检技术有效缩短了检测时长,例如菌落总数快速检测纸片,经短时间培养后,便能通过菌落数量精准判定污染程度;大肠菌群快检试剂盒采取酶底物法,12小时内便能判定是否超标;免疫层析试纸、核酸快速检测仪,快速筛查沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、李斯特菌等致病菌,1小时内就可出具定性的结果,从而识别高风险变质的食材^[2]。

2.4 光谱快检无损筛查

光谱快速检测是目前新兴的无损快检技术,主要借助近红外光谱、高光谱成像技术等,不用破坏生鲜食品原有结构,只要扫描食材光谱信号,就能精准分析营养成分、变质程度、新鲜度等级,不仅适合大批量、多品类冷藏生鲜快速筛查,还具备无损、高效、高通量的优势,完美符合冷链规模化检测的基本要求。其中,近红外光谱快检设备体积小、方便携带,能直接在现场对冷藏果蔬、肉类、水产品进行扫描,数秒内便能得到完整的检测数据,分析可溶性固形物、蛋白质、脂肪氧化程度等重要指标,有效判定食材新鲜度;高光谱成像技术应用,全域全方位扫描食材,直观呈现变质区域、微生物污染分布情况,即使局部轻微的变质,也可精准识别,从而避免了感官检测与单点检测的不足^[3]。

2.5 电子鼻快检异味识别

电子鼻快速检测技术主要模拟人体嗅觉的系统,以高精度传感器阵列获取生鲜食品变质产生的挥发性有机气体,从而识别异味类型浓度,快速分析冷藏生鲜变质情况,特别适合早期无外观变质、仅释放细微异味的食材筛查,既能弥补感官嗅觉的不足,又具备一定的检测灵敏度。因为生鲜食品在冷藏中,微生物代谢、脂肪氧化、蛋白质降解等一系列反应,会出现醇类、醛类、胺类等多种挥发性气体,而且不同变质情况对应的气体组分差异明显,电子鼻能有效获取微量气体,再以内置智能算法分析,

快速辨别食材新鲜度、变质等级,有效区分正常、轻微变质、严重变质等食材。相较人工嗅觉,电子鼻完全不受主观因素、身体状态等因素影响,可识别微弱异味,早期变质判定准确率远超感官检测。针对常规冷藏、低温冷藏中存在的隐性变质食材,检测效果非常出众。与此同时,电子鼻设备操作简便,检测耗时短,仅需数分钟,能现场完成检测,非常适合各类冷藏条件的批量筛查。该技术不用任何样品处理,非侵入式检测不会污染食材,可快速甄别异味异常食材,然后锁定变质隐患,还能和感官检测、理化检测高效互补,从而构建全方位的冷藏生鲜品质快检体系,从而提升品质判定的全面性及精准度。

3 结语

基于以上分析,不同冷藏条件下生鲜食品品质变化规律有本质区别,恒温低温冷藏能够延缓品质衰减,变温、高湿冷藏会加剧食材劣变,由此可见,温湿度稳定性是控制生鲜品质的核心手段,各类生鲜食材只有匹配合适的冷藏模式,才能最大程度锁住新鲜、降低储运损耗。各类快速检测方法同样各有优劣及侧重,感官速检适用现场快速初筛,理化、微生物快检实现品质精准判定及食安风险排查,光谱、电子鼻快检主要彰显了高效无损的技术优势,多元技术协同发力构建全方位、多层次品质检测体系。总之,只有科学把控冷藏条件和品质变化内在联系,配合高效配合的快速检测技术,才能真正确保生鲜食品冷链全流程品质的科学管控,减少储运损耗,全力保障生鲜食品安全及品质,推动生鲜行业持续发展。

[参考文献]

- [1]刘锐,武亮,张影全,等.基于低场核磁和差示量热扫描的面条面团水分状态研究[J].农业工程学报,2015(09):288-294.
- [2]韩洋,马婧.生鲜农产品冷链物流配送模式的选择与评价[J].中国物流与采购,2024(21):85-86.
- [3]张宜新,刘通,张峰.冷链贮运中生鲜食品劣变的快检技术研究进展[J].食品科学,2024,45(15):295-305.

作者简介:

李贺(2004—),男,汉族,内蒙古自治区通辽市人,本科,研究方向:食品加工与保鲜技术。