

我国鲜食玉米标准体系及营养标准研究

李紫琪¹, 古艳婷¹, 郭燕枝¹, 任明英², 韩娟^{1,3*}

(1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 沂源县农业技术服务中心, 淄博 256100;
3. 农业农村部农产品质量与营养功能风险评估实验室, 北京 100081)

摘要: 近年来我国鲜食玉米产业发展迅猛, 但同时也暴露出诸多产业乱象。梳理现有鲜食玉米标准体系是促进产业标准化、规范化的重要举措。本文通过对我国现行鲜食玉米标准进行梳理, 总结出目前我国鲜食玉米标准体系中抽样及一般性检测标准较完善、技术规程体系成熟、标准体系框架已建立的特点; 同时提出我国鲜食玉米标准体系存在技术规程标准内容重复、品质分级标准混乱、缺乏营养评价指标相关标准、感官评价标准混乱、缺乏甜糯玉米和笋玉米的相关标准、标准体系结构不合理等问题; 并针对上述问题提出对应统一技术规程标准, 建立营养评价体系, 统一品质分级标准, 统一感官评价指标, 完善甜糯玉米和笋玉米相关标准的解决办法。为鲜食玉米标准体系的建设及规范化提供参考和建议。

关键词: 鲜食玉米; 营养标准; 标准体系; 分等分级; 营养指标

Study on the standard system and nutritional standard of fresh corn in China

LI Zi-Qi¹, GU Yan-Ting¹, GUO Yan-Zhi¹, REN Ming-Ying², HAN Juan^{1,3*}

[1. Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China;
2. Agricultural Technical Service Center of Yiyuan County, Zibo 256100, China; 3. Laboratory of Quality & Nutritional
Function Risk Assessment for Agro-products (Beijing), Ministry of Agriculture and Rural Affairs,
Beijing 100081, China]

ABSTRACT: In recent years, the fresh corn industry in China has developed rapidly, but at the same time it has exposed many industrial chaos. Sorting out the existing fresh corn standard system is an important measure to promote industrial standardization and standardization. This article combined the current fresh corn standards of fresh food in my country, and summarized the characteristics of sampling and general testing standards in the current fresh corn standard system, mature technical regulations and systems, and the establishment of the standard system framework; at the same time, it proposed there were still many unreasonable problems in the standards, such as the duplication of the content of technological standards, the confusion of the classification of quality and sensory evaluation, the scarcity of standards for nutrition evaluation, the dearth of identification standards for sweet-waxy and baby corn, and the inappropriate structure of the standard system. In view of the above problems, the corresponding solutions were proposed to unify the technical regulations and standards, establish the nutrition evaluation system, unify the quality grading standards, unify the sensory evaluation indexes, and improve the related standards of sweet glutinous corn and bamboo shoot corn, so as to provide references and suggestions for the construction and

基金项目: 农业农村部农产品质量安全风险评估专项(125E0707)

Fund: Supported by the Ministry of Agriculture and Rural Affairs Project of Agricultural Products' Quality and Safety Risk Assessment (125E0707)

*通信作者: 韩娟, 博士, 研究员, 主要研究方向为食物营养与健康、农产品质量与营养功能风险评估。E-mail: hanjuan@caas.cn

*Corresponding author: HAN Juan, Ph.D, Professor, Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, No.12, Zhongguancun South Street, Haidian District, Beijing 100081, China. E-mail: hanjuan@caas.cn

standardization of fresh corn standard system.

KEY WORDS: fresh corn; nutritional standard; standard system; classification and grading; nutritional indexes

0 引 言

鲜食玉米是近年来新兴的果蔬产品, 以其清甜鲜嫩、软糯多汁的口感和丰富的营养价值深受消费者喜爱。尤其经过新冠疫情, 人们对科学饮食、精准营养有了更深入的认识和了解^[1], 这促进了鲜食玉米产业空前的发展机遇。鲜食玉米一般可分为甜玉米、糯玉米及甜糯玉米 3 类, 通常采摘于玉米的乳熟后期至蜡熟初期, 具有较普通干籽粒玉米和其他主粮更高的营养价值, 一般不经过晾晒等干制加工, 而是通过真空、冷冻等方式以鲜穗形式销售^[2-3], 因此能够更加完整的保有鲜食玉米本身的口感与营养价值^[4-5]。但由于缺乏实际有效的监管以及科学合理的标准, 鲜食玉米产业存在诸如良种选育推广力度不够、品牌和质量意识薄弱等乱象^[6-7], 不仅对企业生产销售产生阻碍, 也不利于产业发展与消费者选购产品。而随着产业发展, 鲜食玉米的营养价值逐渐成为生产者与消费者共同关注的问题。当前我国鲜食玉米标准体系存在标准内容重复、品质分级标准和感官评价标准混乱、营养标准及甜糯玉米、笋玉米相关标准缺乏、等级标准体系结构不合理等问题。本文通过梳理我国现有鲜食玉米标准体系, 了解当前我国鲜食玉米标准体系建设与标准执行中存在的问题, 为我国鲜食玉米产业标准化提供思路; 同时尝试构建鲜食玉米营养标准体系, 以促进我国鲜食玉米产业提升、产品优化及市场开拓。

1 我国鲜食玉米产业现状

2002 年经专家建议及农业部批准, 取消特用玉米这一名称, 将鲜食玉米、青贮玉米和籽粒玉米一起正式分为我国玉米的 3 大品类^[8]。近年来, 我国鲜食玉米种植面积不断增加, 统计数据显示, 截止 2022 年, 我国鲜食玉米种植总面积已超 2500 万亩, 超越美国成为全球第一^[9-10]。过去因气候、土地以及光照等自然条件限制, 我国鲜食玉米呈现“南甜北糯”的种植格局。但近年来随着品种优化与技术发展, 我国鲜食玉米的种植格局逐渐被打破, 鲜食玉米的种植逐渐从南向北、由东向西转移^[11-13]。

我国是世界上最大的鲜食玉米种植、生产、加工及消费的国家^[14]。2020 年发布的农业标准 NY/T 523—2020《专用籽粒玉米和鲜食玉米》中将鲜食玉米分为甜玉米、糯玉米、甜糯玉米及笋玉米 4 类。甜玉米又称“水果玉米”, 原产于美洲, 20 世纪 80 年代引入我国大规模栽种, 主要消费方式为鲜食, 少量加工为籽粒或罐头销售^[15-17]。据 2020 年统计结果显示, 我国甜玉米种植面积约为 600 万亩^[18], 集中于广东、广西及云南等地, 尤其广东省甜玉米种植面

积占全国甜玉米种植面积的 60%^[19]。糯玉米是 16 世纪玉米传入我国后, 其第 9 条染色体上 59 号位点的 Wx 基因发生隐性突变形成的新品种^[18,20-21], 从而产生鲜食糯玉米最重要的品质特性——糯性, 最常用于鲜食^[22,23]。2020 年统计结果显示, 我国糯玉米种植面积约为 1200 万亩^[24], 占我国鲜食玉米总种植面积一半以上。糯玉米种植最早开始于江浙、广东及贵州地区, 但未形成规模化, 近年来我国糯玉米种植逐渐转移向东北、内蒙以及河北等地, 且多为规模化大型农场^[25-26]。甜糯玉米是甜玉米与糯玉米的杂交品种, 通过遗传杂交使同一穗玉米上同时具有甜质和糯质籽粒, 其口感具有甜玉米的鲜甜多汁和糯玉米的清香粘软, 是近年来新兴的玉米品种^[27]。目前我国甜糯玉米种植面积已达 300 万亩, 且仍在不断增加^[8,28]。笋玉米严格意义上属于甜玉米, 由甜玉米尚未授精的雌穗发育而来, 其生长周期短, 口感清甜鲜美, 但对玉米选种的要求较高, 常以笋玉米罐头或高端蔬菜的形式出现在市场上。笋玉米在东南亚地区如泰国消费量较大, 在我国消费者中认知度不高, 市场占有率低^[29], 产业和市场尚处发展初期, 但其具有丰富的营养价值和特殊的口感, 存在巨大的发展潜力^[30-32]。

我国南方如云南、两广地区、福建、海南及江浙沪等地, 人们对鲜食玉米的接受程度较高, 也已形成消费鲜食玉米的习惯, 是鲜食玉米消费的成熟市场; 近年来随着物流、仓储以及保鲜技术的发展, 除去上述地区, 一些省市也逐渐成为鲜食玉米的新兴市场: 安徽、河南、甘肃、四川及天津等地也出现不少鲜食玉米产品^[33]。市场的扩大与发展对鲜食玉米产品品质和产业发展提出了更高的要求。

2 我国鲜食玉米相关标准现状

产业的高质量、规范化发展离不开标准法规的支撑^[34], 我国现行鲜食玉米相关标准共有 93 项, 包含国家标准 1 项、行业标准 4 项(含农业标准 2 项和轻工标准 2 项)、地方标准 54 项、团体标准 34 项。鲜食玉米相关的国家标准较少, 仅有 1 项, 为 GB/T 22639—2008《甜玉米罐头》。该标准针对甜玉米罐头的术语定义、分类、检验方法及规则、标签标识以及包装储运进行规定。2 项农业标准则分别为 NY/T 980—2006《罐装甜玉米加工技术规范》和 NY/T 523—2020, NY/T 523—2020 对鲜食玉米进行系统定义, 并规定鲜食玉米加工、检验、包装、标签标识以及储运过程的相关内容。2 项轻工标准主要规定鲜食玉米加工产品玉米笋罐头和糯玉米淀粉的定义、加工等内容; 地方标准与团体标准多为不同鲜食玉米品种或鲜食玉米与不同品种农产品间套作的生产技术规程。

2.1 我国鲜食玉米标准体系现状

我国鲜食玉米标准目前依据种类可分为 4 类: (1)鲜食玉米标准: 这一类标准或名中含有“鲜食”二字、或为有关鲜食玉米的粗略概念, 通常包含鲜食玉米技术规程以及少量对鲜食玉米整体概念进行定义的内容; (2)甜玉米标准: 包含甜玉米生产、加工、贮藏及不同品种技术规程相关内容; (3)糯玉米标准: 包括糯玉米生产加工技术规程及一些地方品种和间作套作技术的相关内容; (4)甜糯玉米及笋玉米标准: 包括甜糯玉米种植加工等技术规程内容。

2.1.1 鲜食玉米标准

当前我国现行鲜食玉米标准共 36 项, 其中行业标准 2 项(轻工标准 1 项、农业标准 1 项)、团体标准 15 项、地方标准 19 项; 玉米的技术规程共计 17 项, 鲜食玉米概念性标准 12 项, 检测分析标准 1 项, 品种标准 6 项, 加工产品标准 1 项。技术规程标准对鲜食玉米选种育种、种植加工、灌溉除虫及采收贮藏等生产加工中特殊操作条件进行了规定; 概念性标准以 NY/T 523—2020 为代表, 主要对鲜食玉米的术语概念等进行定义; 检测分析标准仅有 DB 32/T 2265—2012《鲜食玉米中直链淀粉和支链淀粉含量的测定双波长分光光度法》一部, 主要对鲜食玉米中不同种类淀粉含量测定方法进行规定。

NY/T 523—2020 是目前鲜食玉米领域执行效力最高的标准, 该标准依据外观和蒸煮评分之和形成品质评分, 对 4 类玉米进行粗略等级划分, 并对检验、包装及储运过程的安全操作进行规定。

2.1.2 甜玉米标准

目前我国甜玉米标准共 23 项, 农业行业标准 1 项、团体标准 3 项、地方标准 19 项。从内容看, 目前甜玉米标准中有技术规程 15 项、概念性标准 4 项、质量分级标准 1 项、品种标准 2 项及产品标准 2 项。甜玉米技术规程中多为生产技术规程, 也有部分贮运操作规程如团体标准 T/LSSGB 001—024—2019《丽水山耕: 甜玉米贮运操作规程》; 保鲜包装技术规程如地方标准 DB32/T 1465—2009《甜玉米保鲜包装技术规程》, 其规定鲜食甜玉米保鲜包装原料及加工贮藏要求; 此外还有鲜食甜玉米速冻粒、速冻穗及罐装甜玉米等加工技术规程, 从各个环节对不同鲜食甜玉米的加工过程进行细致规定。概念性标准主要对鲜食玉米进行整体定义, 并规定不同品种甜玉米生产加工、包装储运及检验分析等环节的具体内容。

由于甜玉米的加工性质诸如甜、鲜、香等食味特性显著优于糯玉米, 因此在甜玉米标准中还对甜玉米加工产品, 如甜玉米罐头、速冻玉米粒产品进行规定。甜玉米的质量分级标准 DB14/T 1188—2016《甜玉米鲜穗质量分级》是目前我国唯一对鲜食玉米质量等级进行系统规定的标准, 该标准通过对甜玉米进行感官评价和理化指标检验(秃尖长度、果穗长度等 7 项指标), 将甜玉米分为优等品、一等

品和二等品 3 个等级。

2.1.3 糯玉米标准

糯玉米中的淀粉全为支链淀粉, 因此粘性较普通玉米更大、口感也更粘稠^[35]。研究表明, 糯玉米中支链淀粉含量丰富, 相对于普通玉米更易消化吸收, 其吸收率甚至可达 85%以上; 糯玉米中赖氨酸和蛋白质含量相对普通玉米也更丰富^[36-37], 是一种营养与食用价值都极高的主粮^[26], 糯玉米是我国种植量、产量及消费量最大的一类鲜食玉米。目前我国糯玉米标准中包括 1 项轻工行业标准、8 项团体标准及 16 项地方标准; 依据标准内容, 糯玉米标准中有 17 项技术规程、4 项概念性标准、1 项产品标准以及 3 项品种标准。糯玉米标准中同样有栽培、生产及加工等环节的技术规程, 且多为某一品种糯玉米的技术规程; 概念性标准中除去 GB/T 22326—2008《糯玉米》对糯玉米的定义、术语及各个环节相关操作进行规定外, 其余团体标准及地方标准均为对地方品种的具体概念、种植条件及标签标识等的要求, 差异化十分明显。

2.1.4 甜糯玉米及笋玉米标准

我国甜糯玉米产业起步较晚, 标准相对较少, 以团体标准为主(8 项团体标准)。从标准类型来看, 有 1 项鲜穗质量分级标准和 7 项技术规程标准。技术规程中包含栽培及加工方面的技术规定, 基本涵盖甜糯玉米的生产端。由于甜糯玉米的特殊性(包括甜、糯两种玉米的特征), 其加工、包装及储运过程可参照现有的甜、糯玉米标准进行。笋玉米标准相对更少, 仅在轻工行业标准 QB/T 4627—2019《玉米笋罐头》和 NY/T 523—2020 中有所体现。

除鲜食玉米相关标准外, 吉林省对食用玉米的营养评价出台了 DB22/T 2814—2017《食用玉米营养品质评价》, 在一定程度上填补了我国玉米营养评价标准的空白。但该标准中对玉米营养品质评价项目仅有水分含量、容重、粗蛋白、脂肪、脂肪酸值及亚油酸含量 6 项, 所得营养评价结果不能对玉米营养价值进行全面概括; 且该标准虽对食用玉米进行粗略分级, 但分级指标仍为上述 6 项, 针对鲜食玉米其他营养成分如氨基酸、维生素及碳水化合物等的检测方法无规定, 使依据该标准对食用玉米进行营养评价所得结果可参考性不强; 此外, 由于鲜食玉米最终进入人体被消化吸收, 因此可从生理学角度出发对鲜食玉米的营养价值进行评价, 使用生理学指标如血糖生成指数(glycemic index, GI)等来衡量玉米进入人体被消化吸收后发生的变化^[38], 从而客观评价鲜食玉米对人体营养状况的影响。

2.2 我国鲜食玉米标准体系的特点

我国鲜食玉米标准体系存在 3 个特点。一是鲜食玉米产业起步晚, 发展速度快, 产业标准体系不完善。从现行标准发布时间来看, 我国鲜食玉米标准在 2004—2011 年期间大量出台, 但多为地方标准, 国家标准及行业标准数量少且多为概念性标准。二是当前我国鲜食玉米标准体系呈

现头重脚轻的状态。大多标准集中于生产加工环节,对流通销售环节乃至鲜食玉米本身营养品质评价和分等分级的关注度低,且内容较为分散。三是涉及鲜食玉米营养品质的标准尚存空白,针对营养品质、营养成分检测及以营养价值作依据的分等分级标准存在空缺。

2.2.1 抽样及一般性检测标准较完善

近年来鲜食玉米市场不断扩大,生产公司品质控制和市场监督的检验检测都需对玉米进行抽样,以满足随机检测的需求。孙丽娟等^[12]在 2019 年对我国鲜食玉米标准存在的问题进行分析总结时,曾提到我国鲜食玉米的抽样检测标准不完善,2020 年出台的 NY/T 523—2020 中对此问题进行了完善和修正。

从我国农产品整体抽样及检验标准来看,推荐性 GB/T 5491—1985《粮食、油料检验 扦样、分样法》中对粮食在流通、仓储及销售中的扦样工具、方法及分样方法进行规定;我国农业标准 NY/T 5344.2—2006《无公害食品 产品抽样规范 第 2 部分:粮油》中对产地抽样也进行细致规定;NY/T 523—2020 中检验方法部分引用了这两部标准对鲜食玉米采样方法进行规定。针对鲜食玉米加工产品如鲜食玉米罐头、速冻穗及速冻粒等,我国现有 GB/T 30642—2014《食品抽样检验通用导则》中也有相应规定。

2.2.2 技术规程体系成熟

我国鲜食玉米标准中技术规程有 57 项(表 1),其中生产规程 22 项,数量最多;其次是加工规程,有 14 项。可以看出我国鲜食玉米技术规程包含育种栽培、生产、加工、包装及贮运及间作套作和良好农业规范的技术规程等,意味着我国鲜食玉米技术规程体系相对成熟,产业链前端技术层面的标准及规范已相当完善。

表 1 我国鲜食玉米技术规程类型及数量
Table 1 Types and quantities of technical regulations of fresh corn in China

标准技术类型	数量/项
生产技术规程	22
育种及栽培技术规程	9
间作、套作技术规程	4
良好农业规范	1
加工技术规程	14
包装技术规程	2
贮运技术规程	5
总计	57

2.2.3 标准体系框架已建立

完整的产业标准体系包括产业链前端生产加工技术规程、中端贮藏流通的相关标准及最终产品流通进入市场的安全检验和分等分级标准。当前鲜食玉米生产加工等前端环节的技术规程、涉及鲜食玉米整体性概念及产品检验标准较多,标志我国鲜食玉米标准体系已初步建立。但产

品进入市场后的抽检标准、市场监管和企业品控所需的营养品质分析及加工品分等分级标准等,在现有的鲜食玉米标准体系中少有体现。

2.3 我国鲜食玉米标准体系存在的问题

我国鲜食玉米标准数量多,针对生产、加工、包装、储藏、运输及检验分析等各个环节的技术规程占多数。虽已有少部分质量分级及检测标准,但整体来看,我国鲜食玉米标准体系结构仍然失衡,绝大部分标准集中于生产加工环节,针对鲜食玉米营养和感官品质的相关标准依旧空缺。当前我国鲜食玉米发展过程中因标准和监管缺失导致的产业乱象不容忽视,通过研究我国现有鲜食玉米标准,发现标准中的缺口,从中寻找突破口,进一步完善、优化我国现有的鲜食玉米标准体系,以促进鲜食玉米产业高质量发展。具体问题如下。

2.3.1 技术规范标准内容重复

目前我国鲜食玉米标准中涉及技术规程内容大同小异,都包含术语定义、播种前土地处理、品种选择、播种、田间管理、病虫害防治、收获贮藏以及建档管理等。除不同品种鲜食玉米对播种期要求不同外,其余部分内容重复率高,且许多标准涵盖的内容不全面。例如内蒙古自治区地方标准 DB15/T 2166—2021《鲜食玉米生产技术规程》和辽宁省地方标准 DB21/T 1312—2004《无公害食品 鲜食玉米生产技术规程》的内容都含有鲜食玉米的生产条件、播种处理、种植管理、虫害防治以及采收贮藏环节的技术规范,且规定的内容也有重复。

以甜玉米技术规程为例,DB13/T 760—2006《甜玉米生产技术规程》中对甜玉米的定义为“糖类含量是普通玉米的 2~10 倍”,而 DB44/T 544—2008《甜玉米生产技术规程》将甜玉米定义为“玉米的胚乳中控制糖份转化的基因发生隐性突变的类型,其籽粒在乳熟末期的干基可溶性糖含量 $\geq 10\%$ ”,鲜食玉米技术规程标准的术语定义存在差异;此外,不同地区甜玉米生产技术规程的结构差异较大,如 DB13/T 760—2006 中除术语定义外还包含基础条件、产量指标、安全指标、播种技术及田间管理和收获期的相关规定,而 DB 32/T 877—2005 的结构相对简单,仅包含栽培措施一类。

尽管不同地区和品种鲜食玉米种植条件、播种时间及产品加工存在差异,但除去特殊品种鲜食玉米生产技术规程外,其余标准的重复不仅使生产者和监管部门难以规范生产过程,且造成资源浪费。此外,标准内容重复还带来执法的混乱^[39]。此外,不同地区技术规程标准的术语表述也存在差异。

2.3.2 现有分级标准不完善

我国鲜食玉米分级标准可分为 3 类(表 2): (1)鲜穗质量分级:以玉米本身理化检验结果作为指标进行分级;(2)鲜穗营养品质分级:以鲜食玉米主要营养成分作为指标,

表 2 我国鲜食玉米分级标准
Table 2 Classification standards of fresh corn in China

标准名	标准号	分级类型	分级指标	等级划分
《甜玉米鲜穗质量分级》	DB14/T 1188—2016	鲜穗质量分级	感官指标、表观理化指标、可溶性糖含量	3 等(优等、一等、二等)
《专用籽粒玉米和鲜食玉米》	NY/T 523—2020	鲜穗质量分级、鲜穗感官分级	可溶性糖含量/直链淀粉含量、品质评分、表观理化指标	3 等(1 等、2 等、3 等)
《丽水山耕：甜玉米贮运操作规程》	T/LSSGB 001—024—2019	鲜穗质量分级	鲜穗玉米表观品质	3 等(一级、二级、三级)
《吉林糯玉米》	DB22/T 1543—2011	鲜穗质量分级、鲜穗感官分级	表观理化指标、感官评价指标	3 等(1 等、2 等、3 等)
《速冻甜玉米粒》	DB22/T 1806—2013	感官品质分级	色泽、切粒、风味口感	2 等(A 级、B 级)
《甜玉米生产技术规程》	DB441900/T 04—2006	感官品质分级	外观、色泽、排列、饱满度及柔韧性、口感、种皮厚度	3 等(一级、二级、三级)
《甜玉米罐头》	GB/T 22369—2008	感官品质分级	色泽、口味及气味、组织形态	2 等(优等、一等)
《食用玉米营养品质评价》	DB22/T 2814—2017	营养品质分级	水分含量、容重、粗蛋白、脂肪、脂肪酸值、亚油酸含量	3 等(I 级、II 级、III 级)

从营养角度对玉米进行分级；(3)鲜穗及产品感官分级：以感官评价结果作为分级依据，除对简单蒸煮后的鲜穗进行感官分级外，还可对鲜食玉米产品如罐头和冷冻籽粒等以此方法分级。其中感官分级应用范围最广，鲜穗质量分级则主要依据玉米表观测量结果如苞叶、籽粒颜色及一致性等而定，其指标衡量和等级划分方法比较成熟。但鲜食玉米营养品质分级存在较大空白，指标体系不完善、针对性不强且代表性差。

甜玉米的质量分级标准 DB14/T 1188—2016 是目前我国唯一对鲜食玉米质量等级进行系统规定的标准，该标准通过对甜玉米进行感官评价和理化指标检验(秃尖长度、果穗长度等 7 项指标)，将甜玉米分为优等品、一等品和二等品 3 个等级。但分等分级的指标较粗糙，对鲜食甜玉米本身的营养价值也未能进行明确分等分级。可以说，我国目前针对鲜食玉米的分等分级仍停留在感官评价和表观理化指标的层面，用以划分等级的指标难以衡量甜玉米的营养价值，这也是当前我国鲜食玉米质量分等分级需要进一步解决和优化的难题。

农产品分等分级是质量兴农战略的重要一环，分等分级不仅有助于农产品定价流通、且能够促进发展标准化农业^[40]。当前我国农产品营养标准体系尚未成型，以营养品质为分级依据、率先建立分等分级标准体系对鲜食玉米产业意义重大^[41]。目前我国鲜食玉米标准中涉及等级划分的内容大都以表观理化指标和感官指标作为分级依据，基本能够从表观与感官层面对鲜食玉米进行分类，以营养品质作为指标划分等级的标准仅有吉林省地方标准 DB22/T

2814—2017 一项，但其用于分类的指标种类少且代表性不强，导致营养品质分级结果难以作为鲜食玉米贸易流通的良好依据；此外，不同标准分级指标数值存在差异，使同一农产品依据不同标准进行分级时可能会出现不同的结果，从而造成产品品质分级的混乱^[41-42]。当前不仅缺乏能够统一划分鲜食玉米等级的标准，且划分的等级数量也存在差异，造成最终分级结果的分歧，从而引发市场监管的混乱和消费者的疑惑，对于定价销售和购买消费都存在影响，十分不利于产业发展。

2.3.3 缺乏营养检测标准

尽管我国鲜食玉米标准众多，但多集中在鲜食玉米生产加工过程，对于鲜食玉米营养成分的权威检测分析方法和营养价值评价方法缺少相关研究和标准，且这样的现象并不只存在于鲜食玉米一种农产品中。

我国目前在农产品营养标准方面的空白较大，现有标准中仅有 GB/Z 21922—2008《食品营养成分基本术语》和吉林省地方标准 DB22/T 2814—2017 2 项标准涉及农产品及食品领域的营养术语规范和营养品质评价，国内真正涉及农产品营养评价的标准仅有 DB22/T 2814—2017。

DB22/T 2814—2017 在术语定义方面引用 GB 2715—2016《食品安全国家标准 粮食》、GB/T 20570—2015《玉米储存品质判定规则》及农业标准 NY/T 519—2002《食用玉米》中有关普通玉米、色泽等的定义。要求部分细分为感官、营养品质和安全 3 个方面，感官要求部分粗略规定如色泽风味、杂质含量及霉变粒等内容。在营养品质方面，规定了营养品质评价指标的具体数值范围是此标准与其他

标准最大的区别。但值得注意的是, 标准对于营养品质评价指标的设置存在不足, 标准将水分等 6 项指标列为食用玉米营养品质评价和分等分级依据, 但从玉米本身的营养价值来看, 这 6 项指标不能全面地衡量玉米的营养品质。碳水化合物(主要淀粉)、矿物质、维生素(尤其叶酸)及蛋白质和氨基酸等都是玉米重要的营养成分^[43-45], 对玉米进行营养品质评价, 这几类营养素的检测和分析是必不可少的。尽管对评价指标的选取存在问题, 但该标准的出台为我国农产品营养品质分级标准提供了模板和思路。

当前我国鲜食玉米标准中能作为检验参考依据的仅有农业行业标准 NY/T 523—2020 和江苏省地方标准 DB32/T 2265—2012。NY/T 523—2020 依据国际标准方法规定了鲜食玉米中蛋白质、水分、淀粉、脂肪及可溶性糖的检测方法, 但缺乏维生素、矿物质等重要营养素的检测分析方法; DB32/T 2265—2012 对鲜食玉米中淀粉含量测定的方法进行了规定, 能够帮助企业、检测机构及市场监管部门统一检验方法, 利于产品流通和产业标准化。目前, 我国对各类营养成分检测分析方法大都制定了相应标准, 但通常以营养素分类, 有时同种营养素存在多种国际标准检测方法, 在对鲜食玉米进行营养评价时, 检测方法不同可能导致结果差异, 一些常用于其他粮油农产品的检测方法用于鲜食玉米时, 因成分差异可能导致结果出现误差, 如我国对粮食粗脂肪测定就存在 GB/T 24902—2010《玉米粗脂肪含量测定 近红外法(干基)》和 NY/T 4—1982《谷物、油料种子粗脂肪测定方法》两项标准, 进行评价时若未规定使用哪一种方法, 将使最终结果出现误差。

2.3.4 感官评价标准混乱

感官评价是衡量食用农产品和食品质量最重要的指标之一, 感官品质也是消费者选择农产品的重要依据。当前鲜食玉米感官评价多以质量指标的形式分布在概念性标准中, 且用于评分的指标不一(表 3), 如农业行业标准 NY/T 523—2020 中选择使用玉米的蒸煮品质对鲜食玉米进行感官评价: 玉米简单蒸煮后品尝, 通过对蒸煮玉米的气味、色泽、甜度(或糯性)、适口性(包括脆嫩性或柔嫩性和皮的薄厚)

及滋味进行评分, 以感官评价的整体评分(70 分)和外观评分(30 分)加和的结果对鲜食玉米进行品质等级划分。除蒸煮评分外, 许多标准同时选用籽粒色泽、气味及组织形态等外观品质对鲜食玉米进行综合品质评价和分级, 但不同标准所选择的评价指标略有差异, 例如吉林省地方标准 DB22/T 2096—2014 中针对鲜食糯玉米感官评价仅选择外观作为指标, 对苞叶完整性和颜色、果穗、籽粒和种皮等进行规定; 而广西省地方标准 DB45/T 2209—2020 中将色泽、口感风味及千粒重作为感官评价指标。同样是糯玉米标准, 2 项标准感官评价指标的选取就存在很大差异。

不同种类鲜食玉米感官品质都有所差异, 如甜玉米最明显的感官特性是甜味, 而糯玉米的粘性则为最特殊的口感来源^[46], 针对不同鲜食玉米应有不同感官评价指标用以衡量其感官品质, NY/T 523—2020 中对于不同鲜食玉米的感官指标进行细致划分, 但因其发布时间短, 许多包含感官评价的鲜食玉米标准中此部分内容未按照最新标准进行制定和修改, 导致我国鲜食玉米感官评价标准范围存在重叠且内容不完整。此外, 鲜食玉米还会通过冷冻和真空等手段进行加工, 或将其制作成速冻粒以及罐头产品等, 对于这类产品, 目前虽存在相关感官评价标准, 但指标仍不完整, 需要借鉴 NY/T 523—2020 标准中相应内容及其他食用农产品如甘薯的感官评价方法^[47]对其指标选取、内容制定及最终分级方式和等级划分数量进行完善和改进。

2.3.5 缺乏甜糯玉米和笋玉米相关标准

鲜食玉米标准体系中新兴品类甜糯玉米和笋玉米的相关标准规定较少。据统计, 当前甜糯玉米标准均为团体标准, 笋玉米标准仅有轻工标准 QB/T 4627—2019《玉米笋罐头》1 项。涉及这两种玉米的标准原本有四川省地方标准 DB51/T 880—2009《甜糯玉米》和农业标准 NY/T 690—2003《笋玉米》, 前者于 2014 年被废止, 后者于 2020 年被 NY/T 523—2020 取代。最新鲜食玉米农业标准 NY/T 523—2020 的出台整合了我国现有鲜食玉米的 4 大品种, 对诸如甜玉米、甜糯玉米及笋玉米等此前缺乏标准定义的专有名称进行解释, 但仍缺乏甜糯玉米和笋玉米的专有标准。

表 3 我国鲜食玉米感官评价标准
Table 3 Sensory evaluation standards of fresh corn in China

标准名	标准号	感官评价方法/感官评价指标	是否分级
《专用籽粒玉米和鲜食玉米》	NY/T 523—2020	蒸煮品质、外观品质	是
《速冻甜玉米粒》	DB22/T 1806—2013	色泽、切粒、风味及口感	是
《甜玉米罐头》	GB/T 22369—2008	色泽、滋味气味、组织形态	是
《吉林糯玉米》	DB22/T 1543—2011	外观品质、蒸煮品质(气味、口味、糯性、果皮肉嫩度)	否
《地理标志产品 忻城糯玉米》	DB45/T 2209—2020	色泽、千粒重、口感、滋味	否
《地理标志产品 乾安糯玉米》	DB22/T 2096—2014	外观	否

甜糯玉米同时具有两种玉米口感和营养价值，其外观品质与感官品质可参照现有甜玉米和糯玉米的相关内容，这一点在 NY/T 523—2020 感官评价附录中有所体现。但目前鲜食甜糯玉米的标准体系尚在起步阶段，现有甜糯玉米技术规程集中在栽培和加工阶段，缺乏灌溉、防治病虫害及加工贮运等环节的技术规程。

NY/T 523—2020 中对笋玉米的定义是以鲜食玉米幼穗(未授粉雌穗)作为食用对象的一类鲜食玉米。笋玉米通过采摘鲜食甜玉米未经授粉的雌穗得到，其可溶性固形物及蛋白质含量丰富，口感脆嫩且风味清新甘甜，常用于高档菜肴和罐头的制作^[48-50]。当前我国对笋玉米的研究较少，笋玉米的产业规模不大，缺乏规范化的规定。当前我国仅有 NY/T 523—2020 一项标准中对笋玉米的概念、标准规格及品质指标等进行规定，针对笋玉米生产加工等技术规程、检测、感官及营养评价方法等仍未有规范化的标准出台或相应草案的拟定。此外，除笋玉米罐头外，其相关产品也缺少安全检测规定，亟待完善补充。

2.3.6 现有标准体系结构不合理

整体来看，我国鲜食玉米标准体系结构呈现头重脚轻的特征。我国目前有鲜食玉米标准 93 项，其中产业链前端的生产技术规程有 35 项之多，占我国现行鲜食玉米标准的 35%以上，加工、包装及贮运等技术规程有 21 项，显示出我国鲜食玉米标准体系的不完善性：(1)过多注重生产端，包装和贮运环节的相关操作规程相对缺乏；(2)我国鲜食玉米安全标准相对完善，但与营养品质相关的标准十分缺乏；(3)我国鲜食玉米标准以地方标准为主，但各地标准数量及完善程度不一(表 4)，鲜食玉米主产区的标准数目较多，其体系也较为完善，甘肃地区的鲜食玉米标准虽多，但都为品种审定标准。一些新兴种植地区如海南、河南及湖南等地的鲜食玉米标准体系尚未建立；(4)我国农产品检测标准体系相对完善，鲜食玉米特有检测标准相对匮乏。

总的来说，我国现有鲜食玉米标准体系内容丰富、涵盖范围较广，但存在产业链技术规程发展不平衡、安全标准与营养标准发展不平衡、地方标准发展不平衡及缺少专有检验标准等问题，导致我国当前鲜食玉米标准体系结构的不合理，对研究者厘清标准体系、整理和完善现有标准等工作的开展产生阻碍，更为鲜食玉米市场的监管增加了难度和障碍。

3 对策及建议

针对鲜食玉米标准体系的上述问题，提出如下建议。

3.1 统一技术规程

当前我国不同省市鲜食玉米技术规程标准的术语表达存在差异，要对鲜食玉米技术规程进行统一，首先要对术语进行统一。不同地区技术规程标准仅对甜玉米这一概

念的界定就存在差异，对于这个问题，建议采取农业行业标准 NY/T 523—2020 对甜玉米的定义：“籽粒在适宜采收期可溶性糖含量(鲜样)≥6.0%的甜质型玉米”作为甜玉米统一概念定义。不同地区鲜食玉米具体的种植要求存在差异，但可以通过统一生产技术规程的结构对鲜食玉米种植过程进行规范：将技术规程分为术语、基础条件(包括种质、基肥)、播种技术(包含种质、基肥、播种以及除草)、田间管理(除草、施肥、灌溉、病虫害防治)以及分级采收，再依据不同地区或不同品种种植需求进行详细规定。

表 4 我国鲜食玉米地方标准统计
Table 4 Local standards statistics of fresh corn in China

地区代号	地区(省、直辖市、自治区)	标准数目/项
DB13/T	河北	2
DB14/T	山西	3
DB15/T	内蒙古	1
DB21/T	辽宁	2
DB22/T	吉林	3
DB23/T	黑龙江	1
DB32/T	江苏	9
DB33/T	浙江	1
DB34/T	安徽	2
DB36/T	江西	3
DB37/T	山东	2
DB41/T	河南	2
DB44/T	广东	4
DB45/T	广西	4
DB46/T	海南	1
DB50/T	重庆	1
DB51/T	四川	3
DB62/T	甘肃	10

3.2 建立鲜食玉米营养评价体系

当前我国不仅缺乏农产品营养成分检测方法标准，同时在农产品营养品质评价的相关领域也少有科学可靠的标准以供参考。建议参考现有食品国家安全标准、农产品标准及鲜食玉米标准体系，尤其 NY/T 523—2020 中对鲜食玉米营养素检测的方法，建议依据国际标准方法对鲜食玉米中维生素、矿物质、氨基酸及脂肪酸检测分析方法进行详细规定，以消除不同检测方法对分析结果产生的影响。

3.3 统一品质分级标准

以 NY/T 523—2020 中品质分级标准为蓝本，应将鲜食玉米品质等级判别分为营养品质与感官品质两方面，对营养素(蛋白质、脂肪酸、矿物质、维生素及可溶性糖或支链淀粉)含量进行等级划分，以维生素 C 为例，依据主要品

种鲜食玉米营养素检测分析结果,将鲜食玉米中维生素含量划分为一、二、三等,一等维生素 C 含量低于某阈值,二等在某阈值范围之间,三高于某阈值,在对加工农产品进行标识时,以维生素 C 等级一、二、三进行标注,以供消费者选择;再综合感官评分结果对鲜食玉米整体品质进行等级划分。此外,在分级时要规范化等级名称:统一以一、二、三等进行评级。

3.4 统一感官评价指标

以 NY/T 523—2020 感官评价内容作为蓝本。将感官评价划分为外观评价与蒸煮得分评价两部分,外观评分包含苞叶、果穗、籽粒表面及整体情况,蒸煮得分评价包含气味、色泽、甜度(或糯性)、适口性(种皮的薄厚程度、柔软性或脆性)、滋味。以上述评价指标综合评估鲜食玉米的感官品质,以供鲜食玉米品质分级。

3.5 制定甜糯玉米及笋玉米标准

制定鲜食甜糯玉米及笋玉米标准,或在甜玉米和糯玉米标准中添加相应内容,对两类鲜食玉米感官评价和品质分级的相关内容进行相应规定,建议制定甜糯玉米和笋玉米相关的种植、采收、加工等相关技术规程。此外还需建立笋玉米的感官评价标准:建议从穗长、气味、色泽、口感(脆性及鲜嫩程度)及滋味 5 个方面进行感官评价体系的构建,以适应市场需求。

4 结束语

近五年来,我国鲜食玉米产业蓬勃发展,鲜食玉米新品种也渐次进入市场,消费需求旺盛。从产业布局来看,当前鲜食玉米的种植分布已打破了“南甜北糯”的种植格局,据统计,四川省的鲜食糯玉米种植面积不亚于吉林省,这也证明了我国鲜食玉米的产业格局正在发生巨大的改变^[51]。产业的良性发展需要一系列政策标准的支撑,当前各地政府对于鲜食玉米这一新兴产业的支持力度极大。以吉林省为例,当地政府不仅支持鲜食玉米企业的发展,且主办了多届全国鲜食玉米大会,为产业内交流和合作提供了平台;在标准方面,目前我国鲜食玉米标准中体量最大的就是地方标准,现行的 54 部鲜食玉米地方标准涵盖鲜食玉米的概念性标准、各类技术规程、质量分级标准、专有检验检测标准以及良好农业规范 5 个方面,标准的完善能够规范产业发展,为产品质量把关。此外,吉林省还颁布了食用玉米的营养品质评价标准,这是我国第一部食用农产品营养品质评价标准。

尽管当前我国鲜食玉米标准体系的框架已经建立,但仍存在技术规程标准重复、品质分级标准不完善、感官评价标准混乱、甜糯玉米和笋玉米标准缺失、标准体系结构不合理及营养品质评价标准空白等一系列问题,极大阻碍我国鲜食玉米产业的发展。随着人民群众营养健康观念

的提升,人们对食物及食用农产品的营养价值越来越重视,当前许多商家都在大力宣传其产品的营养价值,但大多并不能通过实验数据或营养评价结果加以证明。除此之外,现有的营养评价研究众多,但内容各有偏重,所采用的方法及标准也各不相同,彼此存在差异,结果难以对比或相互印证;且现有的营养品质评价标准尚不完善。

本文通过了解当前我国鲜食玉米产业发展现状,梳理归纳现行鲜食玉米标准,总结当前我国鲜食玉米标准体系的特点与问题,就鲜食玉米营养评价标准缺失这一问题提出相应解决方案,为我国鲜食玉米的产品提质和产业开拓提供借鉴与参考。

参考文献

- [1] 《中国居民膳食指南科学研究报告(2021)》正式发布[J]. 食品与健康, 2021, (4): 4.
Scientific research report on dietary guidelines for Chinese residents (2021) has been released [J]. Food Health, 2021, (4): 4.
- [2] 魏林. 竹叶提取物对鲜食玉米保藏效果的影响[J]. 食品科技, 2022, 47(3): 57–62.
WEI L. Effect of bamboo leaf extract on preservation of fresh corn [J]. Food Sci Technol, 2022, 47(3): 57–62.
- [3] 司婉芳. 鲜食玉米保鲜包装技术及包装材料研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2019.
SI WF. Study on fresh maize preservation packaging technology and packaging material [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2019.
- [4] 周海宁, 彭新新, 张晨光, 等. 伊犁河谷鲜食玉米栽培技术及制种要点[J]. 中国种业, 2022, (5): 144–146.
ZHOU HN, PENG XX, ZHANG CG, et al. Cultivation techniques and seed production points of fresh maize in Yili river valley [J]. Chin Seed Ind, 2022, (5): 144–146.
- [5] 吾甫尔·阿不都, 帕合尔·阿布来提. 有机鲜食玉米产业发展现状与合理栽培技术研究[J]. 农机使用与维修, 2022, (4): 107–109.
WUPUER ABD, PAHIRDIN ABLT. Development status and reasonable cultivation techniques of organic fresh corn industry [J]. Agric Mach Using Maint, 2022, (4): 107–109.
- [6] 白鹏. 阜阳市鲜食玉米产业发展现状、问题及建议[J]. 园艺与种苗, 2021, 41(8): 85–86.
BAI P. Development status, problems and suggestions of fresh corn industry in Fuyang [J]. Hortic Seed, 2021, 41(8): 85–86.
- [7] 史鸿儒. 辽宁鲜食玉米产业发展问题与对策研究[J]. 园艺与种苗, 2021, 41(8): 81–82.
SHI HR. Problems and countermeasures of fresh maize industry in Liaoning Province [J]. Hortic Seed, 2021, 41(8): 81–82.
- [8] 徐丽, 赵久然, 卢柏山, 等. 我国鲜食玉米种业现状及发展趋势[J]. 中国种业, 2020, (10): 14–18.
XU L, ZHAO JR, LU BS, et al. Current situation and development trend of fresh corn seed industry in China [J]. Chin Seed Ind, 2020, (10): 14–18.
- [9] 俞斌, 许亚俊, 荷娜娜, 等. 杭州市鲜食玉米产业现状及发展对策[J]. 中国种业, 2022, (5): 52–54.
YU B, XU YJ, QING NN, et al. Present situation and development countermeasures of fresh corn industry in Hangzhou [J]. Chin Seed Ind, 2022, 2(5): 52–54.

- [10] 郭丽华, 尉京红, 马蕴菲, 等. 河北省鲜食玉米产业发展形势及高质量发展建议[J]. 中国蔬菜, 2022, (3): 9–13.
- GUO LH, WEI JH, MA YF, *et al.* Hebei province fresh corn industry development situation and high quality development suggestions [J]. Chin Veg, 2022, (3): 9–13.
- [11] 袁华军. 糯玉米主食化开发利用探讨—糯玉米与粮食供给侧改革[J]. 四川农业科技, 2021, (1): 84–86.
- YUAN HJ. Discussion on the development and utilization of waxy corn staple food—Waxy corn and grain supplyside reform [J]. Sichuan Agric Sci Technol, 2021, (1): 84–86.
- [12] 孙丽娟, 赵志宏, 贺娟, 等. 我国鲜食玉米相关标准问题分析及对策[J]. 作物杂志, 2019, (2): 46–50.
- SUN LJ, ZHAO ZH, HE J, *et al.* Analysis of fresh corn standards and its countermeasures in China [J]. Crops, 2019, (2): 46–50.
- [13] 我国鲜食玉米形成“南甜北糯”种植格局[J]. 农村百事通, 2015, (24): 14.
- Fresh corn was planted in sweet south and waxy north [J]. Nongcun Baishitong, 2015, (24): 14.
- [14] 周海, 丁守斌, 郭少臣, 等. 优质鲜食甜糯玉米新品种万糯 188 的选育及高产栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2022, (4): 255–257.
- ZHOU H, DING SB, GUO SC, *et al.* Selection and breeding of new high quality fresh sweet glutinous corn variety Mannuo 188 and high yield cultivation technology [J]. Bull Agric Sci Technol, 2022, (4): 255–257.
- [15] 李国琰, 张雁, 廖娜, 等. 过热蒸汽烫漂对甜玉米主要营养成分及感官品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2021. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode>
- LI GY, ZHANG Y, LIAO N, *et al.* The effect of superheated steam blanching on the main nutrients and sensory quality of sweet corn [J]. J Chin Cereal Oil Ass, 2021. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode>
- [16] 任梦云, 杜龙岗, 王美兴, 等. 甜玉米可溶性糖组分特征及其采后降解规律分析[J]. 分子植物育种, 2021. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode>
- REN MY, DU LG, WANG MX, *et al.* Analysis on the characteristics of soluble sugar components in sweet corn and its degradation during postharvest storage [J]. Mol Plant Breed, 2021. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode>
- [17] 李坤, 黄长玲. 我国甜玉米产业发展现状、问题与对策[J]. 中国糖料, 2021, 43(1): 67–71.
- LI K, HUANG CL. Current production status, problem and countermeasure on sweet corn industry in China [J]. Sugar Crops Chin, 2021, 43(1): 67–71.
- [18] 任艳, 郑常祥, 徐建霞, 等. 糯玉米的营养价值及综合利用[J]. 农技服务, 2019, 36(9): 55–57.
- REN Y, ZHENG CX, XU JX, *et al.* Nutritional value and comprehensive utilization of waxy corn [J]. Agric Technol Serv, 2019, 36(9): 55–57.
- [19] 陈学文, 刘养卉. 广东地区鲜食玉米产业的发展现状及优化措施探讨[J]. 热带农业工程, 2021, 45(4): 74–76.
- CHEN XW, LIU YH. Discussion on the development status and optimization measures of fresh corn industry in Guangdong Province [J]. Trop Agric Eng, 2021, 45(4): 74–76.
- [20] 赵久然, 卢柏山, 史亚兴, 等. 我国糯玉米育种及产业发展动态[J]. 玉米科学, 2016, 24(4): 67–71.
- ZHAO JR, LU BS, SHI YX, *et al.* Development trends of waxy corn breeding and industry in China [J]. J Maize Sci, 2016, 24(4): 67–71.
- [21] 李艳茹, 吉士东, 郑大浩. 糯玉米的营养价值和发展前景[J]. 延边大学农学报, 2003, 25(2): 4.
- LI YR, JI SD, ZHENG DH. Nutritive value and developmental prospect of waxy corn [J]. Agric Sci J Yanbian Univ, 2003, 25(2): 4.
- [22] 王娟紫, 乔勇进, 王春芳, 等. 鲜食糯玉米采后生理与保鲜技术的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2022. DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.031814.
- WANG JZ, QIAO YJ, WANG CF, *et al.* Research progress on postharvest physiological and preservation technology of fresh waxy corn [J]. Food Ferment Ind, 2022. DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.031814
- [23] 张玲, 韩基明, 丁卫英, 等. 不同品种糯玉米淀粉特性的比较研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(12): 6–13.
- ZHANG L, HAN JM, DING WY, *et al.* Comparative study on the properties of different kinds of waxy corn starches [J]. Chin Cond, 2021, 46(12): 6–13.
- [24] 史亚兴, 徐丽, 赵久然, 等. 中国糯玉米产业优势及在“一带一路”发展中的机遇[J]. 作物杂志, 2019, (2): 15–19.
- SHI YX, XU L, ZHAO JR, *et al.* Waxy maize industry advantages in China and opportunities in the development of the belt and road [J]. Crops, 2019, (2): 15–19.
- [25] 李祥艳, 唐海涛, 张彪, 等. 我国鲜食甜、糯玉米产业现状及前景分析[J]. 农业科技通讯, 2014, (8): 5–8.
- LI XY, TANG HT, ZHANG B, *et al.* Present situation and prospect of sweet and waxy corn industry in China [J]. Bull Agric Sci Technol, 2014, (8): 5–8.
- [26] 张莉, 孙迷平. 浅谈糯玉米在中国的产业化发展[J]. 农业科技通讯, 2009, (3): 5–6.
- ZHANG L, SUN MP. Talk about waxy corn's industrialization development in China [J]. Bull Agric Sci Technol, 2009, (3): 5–6.
- [27] 侯俊峰, 韩海亮, 陈斌, 等. 甜玉米和糯玉米品质特征和育种相关研究概述[J]. 农业科技通讯, 2021, (12): 9–13.
- HOU JF, HAN HL, CHEN B, *et al.* Review on quality characteristics and breeding of sweet corn and waxy corn [J]. Bull Agric Sci Technol, 2021, (12): 9–13.
- [28] 曾斌, 付从贵, 李素敏, 等. 甜糯型鲜食玉米新品种评价及穗部性状灰色关联分析[J]. 农业科技通讯, 2020, (5): 92–96.
- ZENG B, FU CG, LI SM, *et al.* Evaluation of new varieties and grey correlation analysis of ear characters of sweet-waxy fresh maize [J]. Bull Agric Sci Technol, 2020, (5): 92–96.
- [29] 鲜食玉米出现三大“产业热点”[J]. 世界热带农业信息, 2019, (7): 19–20.
- Three “hot industries” of fresh corn [J]. World Trop Agric Inf, 2019, (7): 19–20.
- [30] 高君慧, 王学迁, 郭增志, 等. 不同用途的玉米品种介绍[J]. 现代农村科技, 2020, (11): 20.
- GAO JH, WANG XQ, GUO ZZ, *et al.* Introduction of maize varieties for different uses [J]. Mod Rural Sci Technol, 2020, (11): 20.
- [31] 史长庆. 笋玉米生产及栽培技术[J]. 吉林农业, 2016, (13): 49.
- SHI CQ. Shoot corn production and cultivation technology [J]. Agric Jilin, 2016, (13): 49.
- [32] 张庆娜, 傅迎军, 孙殷会, 等. 专用型笋玉米的引进与筛选[J]. 黑龙江

- 农业科学, 2016, (2): 1–4.
- ZHANG QN, FU YJ, SUN YH, *et al.* Introduction and selection of special baby maize [J]. Heilongjiang Agric Sci, 2016, (2): 1–4.
- [33] 闫重波. 浅谈鲜食玉米种植的发展前景及栽培管理技术[J]. 河南农业, 2022, (7): 42–43.
- YAN CB. Discussion on the development prospect and cultivation management technology of fresh corn planting [J]. Agric Henan, 2022, (7): 42–43.
- [34] 杨丽娟, 薛伟敏, 杜为公. 国家标准对中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易的影响研究[J]. 世界农业, 2021, (11): 23–34.
- YANG LJ, XUE WM, DU WG. Research on the effects of national standards on agricultural trade [J]. World Agric, 2021, (11): 23–34.
- [35] 范瑞, 陈永欣, 董立红, 等. 黑果皮糯玉米的营养保健功能及食品开发利用[J]. 农产品加工, 2020, (13): 66–68.
- FAN R, CHEN YX, DONG LH, *et al.* Nutrition and health function of black- peel waxy corn and its food development and utilization [J]. Farm Prod Process, 2020, (13): 66–68.
- [36] 税红霞, 何丹, 王秀全, 等. 糯玉米支链淀粉含量与主要性状的灰色关联度分析[J]. 耕作与栽培, 2022, 42(1): 6–9.
- SHUI HX, HE D, WANG XQ, *et al.* Grey correlation degree analysis for amylopectin contents and main traits of waxy maize [J]. Tillage Cultivat, 2022, 42(1): 6–9.
- [37] 张晓英, 周彦伟, 吴然, 等. 我国糯玉米生产现状及发展趋势浅析[J]. 新农业, 2021, (13): 14.
- ZHANG XY, ZHOU YW, WU R, *et al.* The current situation and development trend of waxy corn production in China [J]. New Agric, 2021, (13): 14.
- [38] 赵晓燕, 张晓伟, 王萌, 等. 饅制品中淀粉消化特性及生物活性物质的研究[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(9): 14–21.
- ZHAO XY, ZHANG XW, WANG M, *et al.* Digestion characteristics of starch and bioactive substance in nang product [J]. J Chin Cereal Oil Ass, 2021, 36(9): 14–21.
- [39] 刘哲. 克服标准重复助力经济发展: 第十四届中国标准标准化论坛[C]. 中国海南海口, 2017.
- LIU Z. Overcoming duplication of standards will boost economic development: Proceedings of the 14th China standardization forum [C]. Haikou, Hainan, China, 2017.
- [40] 聂文静. 基于消费者视角的农产品质量分级研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2018.
- NIE WJ. Study on quality grading of agricultural products from the perspective of consumers [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2018.
- [41] 朱宏, 梁克红, 徐海泉, 等. 我国农产品营养标准体系现状与发展建议[J]. 中国农业科学, 2019, 52(18): 3145–3154.
- ZHU H, LIANG KH, XU HQ, *et al.* Review and suggestion for nutrition standard of agricultural products in China [J]. Chin Agric Sci, 2019, 52(18): 3145–3154.
- [42] 洪潇. 农业标准化与农产品质量分等分级阐述[J]. 农业与技术, 2020, 40(13): 165–166.
- HONG X. Agricultural standardization and agricultural product quality classification elaboration [J]. Agric Technol, 2020, 40(13): 165–166.
- [43] ISLAM MS, LIU JA, JIANG L, *et al.* Folate content in fresh corn: Effects of harvest time, storage and cooking methods [J]. J Food Compos Anal, 2021. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.104123
- [44] 卢柏山, 董会, 史亚兴, 等. 不同品种鲜食玉米体外抗氧化能力综合评价[J]. 华北农学报, 2021, 36(S1): 101–110.
- LU BS, DONG H, SHI YX, *et al.* Comprehensive evaluation of antioxidant capacity *in vitro* of different varieties of fresh corn [J]. Acta Agric Boreal-Sin, 2021, 36(S1): 101–110.
- [45] MD-SHARIFUL ISLAM. 小麦和鲜食玉米贮藏及加工过程中的叶酸稳定性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- MD-SHARIFUL ISLAM. Folate stability analysis in wheat and fresh corn during storage and processing [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2021.
- [46] 李国琰, 李巧玲, 张雁, 等. 鲜食玉米挥发性风味成分分析技术及变化规律研究进展[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(15): 210–218.
- LI GY, LI QL, ZHANG Y, *et al.* Research advances on analysis technology and changes of volatile flavor compounds in fresh corn [J]. Food Res Dev, 2021, 42(15): 210–218.
- [47] 贾赵东, 马佩勇, 边小峰, 等. 鲜食甘薯食用品质感官评价技术规程[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(23): 185–189.
- JIA ZD, MA PY, BIAN XF, *et al.* Technical procedure for sensory evaluation of edible quality of fresh sweet potato [J]. Jiangsu Agric Sci, 2021, 49(23): 185–189.
- [48] 韩伟, 吕莹莹, 张萌, 等. 我国特用玉米生产现状与发展对策[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(28): 39–41.
- HAN W, LV YY, ZHANG M, *et al.* Production situation and development strategies of specific usage maize in China [J]. J Anhui Agric Sci, 2017, 45(28): 39–41.
- [49] 王小强, 李占林, 武建凯, 等. 我国特用玉米生产利用现状及发展趋势[J]. 园艺与种苗, 2012, (10): 58–61.
- WANG XQ, LI ZL, WU JK, *et al.* Production utilization status and development of special corn in China [J]. Horticult Seed, 2012, (10): 58–61.
- [50] 马国良, 林亚君, 吴冬红. 浅谈特用玉米的发展状况及对策[J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2007, (2): 11–17.
- MA GL, LIN YJ, WU DH. Brief introduction to the development status and countermeasures of special maize [J]. J Liaoning Agric Technol Coll, 2007, (2): 11–17.
- [51] 颜学海. 四川省鲜食玉米种业发展现状与思考[J]. 中国种业, 2021, (10): 23–24.
- YAN XH. The present situation and thinking of fresh corn seed industry in Sichuan Province [J]. Chin Seed Ind, 2021, (10): 23–24.

(责任编辑: 韩晓红 于梦娇)

作者简介

李紫琪, 硕士研究生, 主要研究方向为食物营养质量安全。

E-mail: usk1029@163.com

韩娟, 博士, 研究员, 主要研究方向为食物营养与健康、农产品质量与营养功能风险评估。

E-mail: hanjuan@caas.cn