

肖亚冬, 缪亚梅, 聂梅梅, 等. 9 个蚕豆品种生长性状与品质分析及速冻加工品质评价[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(13): 178–186.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.13.029

9 个蚕豆品种生长性状与品质分析及速冻加工品质评价

肖亚冬¹, 缪亚梅², 聂梅梅¹, 杨慧珍¹, 吴刚³, 王学军², 刘春泉¹

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏南通 226012;
3. 江苏嘉安食品有限公司, 江苏南通 226363)

摘要: 为了解不同蚕豆品种鲜食和加工特性, 对 9 个蚕豆品种的生长性状、外观及营养品质进行分析, 并开展速冻加工品质评价。结果表明, 不同品种之间的生长性状不同, 其中日本大白皮株高最高, 通 09-110-2 出籽率最高, 通蚕鲜 8 号的产量最高。不同品种外观特征有一定差别, 通 09-110-1 的荚长和籽长最长; 优 3-2 的荚宽最宽, 鲜籽百粒质量最大, 为 491.2 g, 籽粒色泽最绿。不同品种之间的营养品质差异较大, 通 09-110-2 的水分含量最高, 陵西 1 寸的叶绿素含量最高; 各品种支链淀粉含量明显高于其直链淀粉含量, 且品种间差异较大, 其中日本大白皮的支链淀粉含量最高。速冻后蚕豆叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白及直链淀粉含量均明显下降。主成分与相关性分析结果表明, L^* 、 a^* 、支链淀粉含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量和叶绿素含量可作为速冻蚕豆籽粒品质评价的核心指标; 其中陵西 1 寸最适合速冻加工, 其次为通蚕鲜 6 号和通蚕鲜 7 号, 通 09-110-2、优 3-2 和通 09-110-1 不适合速冻加工。该研究结果可为蚕豆的速冻加工提供一定的理论依据。

关键词: 蚕豆; 生长性状; 外观品质; 营养品质; 速冻加工

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)13-0178-09

蚕豆(*Vicia faba*)属豆科蝶形花亚科蚕豆属, 起源于亚洲中部和西部^[1]。我国蚕豆种植面积和产量均居世界首位^[2], 其籽粒富含蛋白质和碳水化合物, 脂肪含量低, 具有较高的营养和药用价值, 可供鲜食和加工。蚕豆蛋白质含有人体必需的 8 种氨基酸, 其中的赖氨酸具有促进人体生长发育和延缓衰老的功效^[3]; 蚕豆中的直链淀粉食用后人体血糖不易升高^[4]。新鲜蚕豆含水量高, 代谢旺盛, 易萎蔫褪色, 采摘后在常温储存易发生褐变、发霉腐烂, 降低其感官品质和食用价值。果蔬速冻后可长期贮藏, 并能较大程度地保持果蔬原有的色泽、风味和维生素等营养成分, 且食用方便, 也能对其市场的淡旺季有调节作用^[5]。因此, 对采后蚕豆进行速冻加工, 可降低其腐烂率, 提高产品价值。

目前, 国内外学者对蚕豆的研究主要集中在田间生长性状和品种筛选上, 部分学者开展了蚕豆速冻工艺研究。陈宏伟等对湖北省 129 份地方种质蚕豆籽粒的外观及品质特性进行了调查分析, 根据品质性状将其分为高蛋白品种、高脂肪品种、高淀粉

品种及三者含量适中品种^[6]。吴雨佳等通过比较不同品种不同产地青海蚕豆的品质建立了青海蚕豆品质评价方法^[7]。有研究者测定了 111 个不同蚕豆品种种子的蛋白质、单宁、钙含量等指标, 筛选出了单项优质的品种^[8]。康智明等研究了国内主栽秋蚕豆和国外主产区蚕豆品种的农艺、品质性状的遗传多样性^[9]。陈惠等分别研究了通蚕(鲜)6 号速冻加工适宜烫漂时间、微波烫漂工艺及 Cu^{2+} 添加量对蚕豆速冻加工过程中色泽的影响, 获得了通蚕(鲜)6 号蚕豆的最佳热水烫漂时间和最优微波烫漂工艺, 并发现 Cu^{2+} 质量分数对速冻蚕豆的色泽及叶绿素保留率有显著影响^[10-12]。综上, 有关不同蚕豆品种鲜食与速冻加工品质特性及评价的研究很少, 严重阻碍了蚕豆速冻加工用品种的筛选工作。

因此, 本研究结合江苏省南通市常年种植的 7 个蚕豆品种及正在筛选的 2 个蚕豆品种的田间生长性状, 分析其感官和营养品质, 评价其速冻加工特性并筛选核心品质指标, 以期对速冻加工蚕豆品种的筛选提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料、试剂与仪器

试验共计 9 个蚕豆品种, 其中 7 个为南通市主

收稿日期: 2021-09-08

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目[编号: CX(18)2019];

南通市社会民生科技计划现代农业项目(编号: MS22020031)。

作者简介: 肖亚冬(1988—), 女, 河南西华人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为果蔬加工与品质调控。E-mail: xiaoyadong2016@163.com。

要栽种品种,分别为日本大白皮、通蚕鲜 6 号、通蚕鲜 7 号、通蚕鲜 8 号、优 3-2、陵西 1 寸和大粒 1 号;2 个为江苏沿江地区农业科学研究所新育品系,为通 09-110-1 和通 09-110-2。

Folin 酚试剂,购自上海麦克林生化科技有限公司;偏磷酸、碳酸钠、酒石酸钾钠,购自南京化学试剂股份有限公司;氢氧化钠、乙酸,购自西陇化工股份有限公司;苯酚,购自成都市科龙化工试剂厂;无水乙醇、甲醇、葡萄糖、碳酸氢钠、牛血清白蛋白、浓硫酸、亚硝酸钠、硝酸铝、3,5-二硝基水杨酸、亚硫酸钠(均为分析纯),购自国药集团化学试剂有限公司;没食子酸、 $L(+)$ -抗坏血酸、芦丁标准品,购自上海源叶生物科技有限公司;2,6-二氯酚靛酚、考马斯亮蓝 G-250,购自上海蓝季科技发展有限公司;结晶酚,购自北京索莱宝科技有限公司;葡萄糖测定试剂盒,购自南京建成生物工程公司。

CM-700d1 全自动色差计,购自日本柯尼卡美能达公司;UV-6300 型紫外可见分光光度计,购自上海美普达仪器有限公司;HJJH 游标卡尺,购自西南精密量具有限公司;BS-224-S 万分之一天平,

购自赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;DHG-907385 电热恒温鼓风干燥箱,购自上海新苗医疗器械制造有限公司;JA-3003 千分之一天平,购自上海舜宇恒平科学仪器有限公司;YLA-2000 粗脂肪测定仪,购自上海新嘉电子有限公司;恒温水浴锅,购自金坛市环保仪器厂;TG16-WS 台式高速离心机,购自长沙湘仪离心机仪器有限公司;电子计重秤,购自江苏凯丰集团有限公司。

1.2 试验设计及方法

1.2.1 蚕豆品种田间记载及产量计算 试验时间为 2017 年 11 月至 2018 年 6 月。9 个蚕豆品种种植的试验田块前茬作物为大豆,肥力中等。但因前茬大豆部分收获较晚,导致蚕豆播种偏迟。2017 年 11 月 7—8 日耕地、整地施肥;11 月 10 号播种,播后用精异丙甲草胺封闭除草,出苗后用密啉防治蜗牛;2018 年 4 月 4 日,追施尿素 5 kg/667 m²,防治蚜虫和蜗牛,未防治病害;5 月 16 日,取样 5 穴考种,并取一定面积(约 3.47 m²)测实产;最后按 0.85 的缩值系数计算每个品种的鲜荚产量。9 个蚕豆品种的田间记载如表 1 所示。

表 1 9 个蚕豆品种主要生育期

品种	播种期 (月-日)	出苗期 (月-日)	开花期 (月-日)	花色	鲜荚采收期 (月-日)
日本大白皮	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
通蚕鲜 6 号	11-10	11-24	04-02	紫花	05-14
通蚕鲜 7 号	11-10	11-24	04-04	紫花	05-17
通蚕鲜 8 号	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
通 09-110-1	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
通 09-110-2	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
优 3-2	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
陵西 1 寸	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16
大粒 1 号	11-10	11-24	04-03	紫花	05-16

1.2.2 蚕豆籽粒速冻工艺 蚕豆籽粒速冻流程为新鲜蚕豆荚→预冷→挑选、去壳→清洗→沸水烫漂→冷却、沥干→单体速冻→速冻蚕豆粒。

1.3 品质测定

1.3.1 尺寸、质量 各品种随机选取 10 个鲜蚕豆荚样品,用游标卡尺测量其荚长、荚宽、荚厚;用电子计重秤测定各品种的百荚质量、百粒质量,平行测定 5 次。

1.3.2 色泽 采用手持式全自动色差计测定新鲜和速冻蚕豆的色泽。其中, L^* 为亮度值, L^* 越大代表亮度越大; a^* 代表红绿, a^* 为正值时,值越大表示

样品越接近红色, a^* 为负值时,绝对值越大代表样品越接近绿色; b^* 代表黄蓝, b^* 为正值时,值越大表示样品越接近黄色, b^* 为负值时,绝对值越大表示样品越接近蓝色^[13]。本次试验每次测量前用校准板黑板和白板进行仪器校准,校准结束后按照仪器指示进行测定。

1.3.3 水分含量 根据 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[14]测定鲜食蚕豆中的水分含量。

1.3.4 维生素 C 含量 根据 GB 5009.86—2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》中

第三法,采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[15]测定新鲜和速冻蚕豆中的维生素 C 含量。具体操作:称取 2.00 g 样品加入 10 mL 2% 草酸,匀浆,用 2% 草酸定容至 25 mL;静置 30 min 后,10 000 r/min 离心 20 min,过滤上清液;用移液管吸取 10 mL 滤液于 50 mL 锥形瓶中,以标定过的 2,6-二氯酚靛酚溶液滴定至粉红色并在 15 s 内不褪色即为终点。

$$W = \frac{(Y_0 - Y_1) \times A \times Z}{B \times X} \times 100\%; \quad (1)$$

式中:W 为样品中抗坏血酸(维生素 C)含量,mg/100 g;Y₁ 为空白滴定所用染料量,mL;Y₀ 为样品滴定所用染料量,mL;B 为样品质量,g;X 为样品滴定吸取溶液体积,mL;Z 为样品溶液定容后的总体积,mL;A 为每 1 mL 染料溶液相当于抗坏血酸的毫克数。

1.3.5 叶绿素含量 采用分光光度计法^[16]测定叶绿素的含量。称取真空冷冻干燥(vacuum freeze drying,VFD)的蚕豆粉末 1.00 g,放入研钵中,加入少量石英砂和碳酸钙及 3 mL 95% 乙醇研磨成匀浆,再加 95% 乙醇 10 mL,转移至试管中避光提取 4 h 后采用抽滤装置进行抽滤,将滤液置于 25 mL 具塞试管中,用 95% 乙醇定容,摇匀。以 95% 的乙醇作为空白对照,分别在 649、665 nm 处测定混合溶液的吸光度并计算叶绿素的含量,然后换算为鲜质量的叶绿素含量(mg/g)。计算公式如下:

$$C_a = 13.95D_{665\text{ nm}} - 6.88D_{649\text{ nm}}; \quad (2)$$

$$C_b = 24.96D_{649\text{ nm}} - 7.32D_{665\text{ nm}}; \quad (3)$$

$$C_T = C_a + C_b。 \quad (4)$$

式中:D_{665 nm} 为叶绿素在 665 nm 处的吸光度;D_{649 nm} 为叶绿素在 649 nm 处的吸光度;C_a 为叶绿素 a 的含量;C_b 为叶绿素 b 的含量;C_T 为总叶绿素的含量。

1.3.6 可溶性糖含量 采用蒽酮比色法^[17]测定可溶性糖含量。称取样品 1.00 g,加 2 mL 蒸馏水研磨成匀浆,连同残渣一同用蒸馏水定容至 100 mL,室温下浸提 30 min,7 500 r/min 离心 20 min,取上清液适当稀释。吸取 2 mL 提取液于大试管中,加入 4 mL 蒽酮试剂摇匀,10 min 后于 620 nm 处比色,记录吸光度,从标准曲线上查出蔗糖浓度。

$$M = \frac{C \times V}{m \times 1\,000} \times 100\%。 \quad (5)$$

式中:M 为可溶性糖含量,%;C 为标准曲线上查得的蔗糖浓度,μg/mL;V 为样品总体积,mL;m 为样品

质量,mg。

1.3.7 可溶性蛋白含量 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[18]测定可溶性蛋白含量。称取鲜样 1.00 g,加少许蒸馏水研磨成匀浆,用蒸馏水定容至 50 mL。室温下浸提 30 min,7 500 r/min 离心 20 min,取上清液适当稀释。吸取 1 mL 提取液于试管中,加入 5 mL 考马斯亮蓝 G-250 试剂摇匀,2 min 后于 595 nm 处比色,记录吸光度,从标准曲线上查出可溶性蛋白含量。

1.3.8 异黄酮含量 采用三波长比色检测法测定异黄酮含量。称取 1.00 g 真空冷冻干燥(VFD)蚕豆粉,加入 10 mL 60% 甲醇,在 45 kHz、360 W、低于 45 ℃ 的条件下超声 20 min。8 000 r/min 低温离心 20 min,取 0.5 mL 适当稀释。分别在 243、263、283 nm 处测定吸光度^[19],从标准曲线计算出含量。

1.3.9 直链淀粉和支链淀粉含量 将林美娟等测定鲜食玉米中直链淀粉和支链淀粉含量的方法^[20]稍作修改,具体如下。将鲜蚕豆籽粒样品置于鼓风干燥箱中烘干,测其水分含量 W₁;精确称取 1.000 0 g VFD 蚕豆粉放入索氏脂肪抽提器中,加入 35 mL 石油醚,65 ℃ 回流脱脂 6 h,然后放入干燥箱中烘干至恒质量,测得粗脂肪含量 W₂。准确称取脱脂样品 0.100 0 g 置于 25 mL 烧杯中,加入 1 mol/L KOH 10 mL,然后于 85 ℃ 水浴中充分搅拌 20 min,冷却后用蒸馏水定容至 25 mL,摇匀静置 15 min 后过滤,精准量取滤液 5 mL,加 10 mL 蒸馏水,以 2 mol/L 盐酸和 0.1 mol/L 盐酸溶液调 pH 值至 3.0,加 0.5 mL 碘试剂,用蒸馏水定容至 25 mL,于常温下静置 25 min 后,以蒸馏水作空白对照,分别在 629、463 nm (直链淀粉)和 553、738 nm (支链淀粉)处测定吸光度,并从各标准曲线中算出淀粉含量。再根据回归方程分别求出蚕豆籽粒中直链淀粉和支链淀粉的含量,公式如下:

$$Z = \frac{Y_1 \times 25 \times 25}{S \times m \times 1\,000 \times (1 - W_1 - W_2)} \times 100\%; \quad (6)$$

$$G = \frac{Y_2 \times 25 \times 25}{S \times m \times 1\,000 \times (1 - W_1 - W_2)} \times 100\%。 \quad (7)$$

式中:25、25 分别是 2 次定容的体积,mL;S 为吸取的滤液体积,mL;Y₁ 为直链淀粉的浓度,mg/mL;Y₂ 为支链淀粉的浓度,mg/mL;m 为脱脂样品的质量,g;W₁ 为 60 ℃ 条件下的含水量,%;W₂ 为脂肪含量,%;Z 为直链淀粉含量,%;G 为支链淀粉含量,%。

1.4 数据处理与统计分析

每个样品平行测定 3 次,采用 Excel 2019 对 9 种蚕豆的各个指标进行数据统计。采用 SPSS 25.0 软件和 Duncan’s 多重比较法分别进行相关性和显著性分析($P<0.05$)。通过主成分分析和相关性分析进行核心评价指标的筛选。

2 结果与分析

2.1 不同品种蚕豆生长性状和外观品质分析

本试验中取样考种和实产测定均为同一天,在 9 个蚕豆品种中,通蚕鲜 6 号最早熟,通蚕鲜 7 号最晚熟,其余品种介于二者之间,从播种到最佳采收各品种间生育日期相差 2~3 d,对产量数据会有一些的影响,但在当地并不明显。

9 个品种鲜食蚕豆的生长性状和产量如表 2 所

示,不同品种之间的生长性状不同。各品种生长期间的株高为 81.8~96.0 cm,其中陵西 1 寸最低,日本大白皮最高;底荚高度为 18.8~26.7 cm,其中通 09-110-2 最低,优 3-2 最高;有效分枝数为 3.2~4.4 个/株,各品种之间最多相差 1 个有效分枝;节数为 15.8~20.7 节/株;单株荚数为 6.7~16.2 个,其中通 09-110-2 最多;单株鲜荚质量为 186.8~320.7 g,通 09-110-2 最大。各品种鲜荚产量为 1 104.3~1 499.5 kg/667 m²,其中通蚕鲜 8 号排名第一,大粒 1 号最低。不同蚕豆品种出籽率为 33.2%~39.5%,其中大粒 1 号出籽率最低,通 09-110-2 最高。综合以上 9 种鲜食蚕豆的生长性状和产量可知,通蚕鲜 8 号、通蚕鲜 6 号、通 09-110-1、通蚕鲜 7 号综合性状较好,产量较高,排列前 4 位。

表 2 9 个品种新鲜蚕豆生长性状和产量

品种	株高 (cm)	底荚高度 (cm)	有效分枝 数(个/株)	节数 (节/株)	单株荚数 (个)	单荚粒数 (粒)	单株鲜荚 质量(g)	小区鲜荚 产量 (kg)	折合鲜荚 产量 (kg/667 m ²)	出籽率 (%)	鲜荚产量 排名
日本大白皮	96.0	21.5	4.3	18.0	12.5	2.0	301.2	6.105	1 174.1	38.9	7
通蚕鲜 6 号	90.2	25.2	4.2	17.7	10.7	2.0	295.3	6.789	1 305.6	33.5	2
通蚕鲜 7 号	82.6	20.2	4.0	19.2	11.2	1.9	245.4	6.565	1 262.6	35.5	4
通蚕鲜 8 号	93.0	21.0	4.2	18.0	14.2	1.8	272.3	7.797	1 499.5	34.6	1
通 09-110-1	88.8	20.3	3.2	18.8	9.3	2.8	308.5	6.784	1 304.7	38.7	3
通 09-110-2	89.3	18.8	3.5	20.7	16.2	2.6	320.7	6.248	1 201.6	39.5	6
优 3-2	84.3	26.7	3.2	15.8	6.7	2.1	186.8	6.309	1 213.3	36.9	5
陵西 1 寸	81.8	19.8	3.3	18.7	9.2	2.3	247.8	5.921	1 138.7	37.5	8
大粒 1 号	82.0	19.2	4.4	18.0	10.8	2.3	299.0	5.742	1 104.3	33.2	9

9 个品种鲜蚕豆的外观特征如表 3 所示,各品种荚长、荚宽、籽长、籽宽和鲜籽百粒质量以平均值计,不同品种间的各参数有一定差异,其中鲜籽百粒质量差异最大。各品种的荚长为 11.0~13.6 cm,荚

宽为 2.3~2.9 cm,籽长为 3.0~3.3 cm,籽宽为 2.0~2.3 cm,鲜籽百粒质量为 315.1~491.2 g。其中,通 09-110-1 的荚长和籽长最长,优 3-2 的荚宽最宽,各品种间的籽宽相差不大;优 3-2 的鲜籽

表 3 9 个品种鲜蚕豆的外观特征

品种	荚长 (cm)	荚宽 (cm)	籽长 (cm)	籽宽 (cm)	鲜籽百粒 质量(g)	青荚 颜色	籽粒色泽		
							L^*	a^*	b^*
日本大白皮	11.2	2.6	3.1	2.2	460.7	绿	64.15±1.23a	-6.54±0.69a	27.46±1.05b
通蚕鲜 6 号	12.6	2.8	3.2	2.3	479.5	绿	64.29±1.04a	-8.21±0.59bc	29.14±1.70b
通蚕鲜 7 号	11.8	2.4	3.1	2.1	451.4	绿	62.58±3.58a	-6.85±1.12a	25.32±2.92c
通蚕鲜 8 号	11.6	2.5	3.0	2.1	396.2	绿	63.15±2.17a	-7.64±0.92b	28.05±3.24b
通 09-110-1	13.6	2.7	3.3	2.2	488.5	浅绿	62.79±2.57a	-8.36±0.60d	28.73±1.90b
通 09-110-2	12.9	2.3	3.2	2.0	315.1	浅绿	57.80±1.90b	-9.40±0.57e	32.38±2.11a
优 3-2	11.0	2.9	3.2	2.3	491.2	深绿	59.15±1.70b	-9.64±0.48e	31.90±1.19a
陵西 1 寸	11.8	2.7	3.2	2.2	468.5	绿	63.62±2.05a	-8.37±0.65d	28.55±1.91b
大粒 1 号	12.7	2.6	3.1	2.1	451.8	绿	63.28±1.46a	-7.98±0.39bc	27.96±1.55b

注:测定的色泽的数值为“平均值±标准差”;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 4、表 5 同。

百粒质量最大,为 491.2 g,且各品种均超过了 300 g,说明它们均具有较高的产量。

由表 3 可知,9 个品种鲜蚕豆籽粒的亮度值 L^* 的变化范围为 57.80 ~ 64.29,除通 09-110-2 和优 3-2 较小以外,其他品种之间差异不显著。各品种红度值 a^* 的变化范围为 -9.64 ~ -6.54,品种间具有显著性差异($P < 0.05$)。其中,优 3-2 的 a^* 绝对值最大,说明该品种籽粒色泽最绿,也反映在其青菜颜色为深绿色;其次为通 09-110-2,二者之间差异不显著;日本大白皮籽粒色泽绿色最浅,通蚕鲜 7 号与其差异不显著;其他品种籽粒色泽介于以上品种之间。

2.2 不同品种蚕豆籽粒营养品质分析

9 个品种鲜蚕豆的营养成分如表 4 所示,共包括 6 个常规指标和 2 个风味指标。由表 4 可知,9 个蚕豆品种籽粒水分含量为 69.01% ~ 72.83%,其中通 09-110-1 水分含量最高,与通蚕鲜 8 号、通蚕鲜 7 号、通 09-110-2 和优 3-2 品种间差异不显著;通蚕鲜 6 号水分含量最低,为 69.01%,显著低于其他品种($P < 0.05$)。新鲜蚕豆中,不同品种间的维生素 C 含量相差不大,其中陵西 1 寸的含量最低,与大粒 1 号、通 09-110-2、通蚕鲜 6 号和通蚕鲜 7 号差异不显著。陵西 1 寸中叶绿素含量为 0.68 mg/g,显著高于其他品种($P < 0.05$);通蚕鲜 7 号、通 09-110-1 和大粒 1 号中叶绿素含量分别为 0.33、0.31、0.28 mg/g,三者之间差异不显著,并且由表 3 可知,这 3 个品种间的 L^* 也无显著差异,说明叶绿素含量与 L^* 具有一定的关联性。

直链淀粉是 D -葡萄糖基以 α -(1,4)糖苷键连接的多糖链,支链淀粉中葡萄糖分子之间除了以 α -(1,4)糖苷键相连外,其支链是以 α -(1,6)糖苷键相连^[21]。由表 4 可知,各品种鲜蚕豆中的支链淀粉含量明显高于直链淀粉,但不同品种直链淀粉与支链淀粉的比例相差很大。其中,日本大白皮中支链淀粉含量最高,为 666.03 mg/g,占总淀粉含量的 79.09%;陵西 1 寸支链淀粉与直链淀粉含量相近,分别为 482.46、460.56 mg/g。因直链淀粉具有特殊的分子结构和理化性质,与支链淀粉相比,其消化降解的速率更慢^[22-23],并且有研究表明,抗性淀粉得率与原料中直链淀粉含量成正比^[24]。抗性淀粉作为食品中膳食纤维的重要功能成分,是一种不被消化的淀粉,非常适合肥胖人群食用。因此,直链淀粉占比更高的蚕豆品种食用后更加利于人体的健康和营养。由表 4 可知,不同蚕豆品种直链淀粉含量由高到低依次为陵西 1 寸 > 大粒 1 号 > 通 09-110-1 > 通蚕鲜 6 号 > 通蚕鲜 7 号 > 优 3-2 > 通 09-110-2 > 日本大白皮 > 通蚕鲜 8 号。

可溶性糖含量能够在一定程度上反映出蚕豆籽粒的甜度,可溶性蛋白含量则对其口感有一定影响^[25]。由表 4 可知,各品种间的可溶性糖含量差异显著($P < 0.05$),变化范围为 17.56 ~ 50.91 mg/g,大粒 1 号的含量为 50.91 mg/g,显著高于其他品种,其次为通蚕鲜 7 号、优 3-2,通 09-110-2 的含量最低,为 17.56 mg/g。不同品种间的异黄酮含量差异不显著,且含量较少。

表 4 9 个品种鲜蚕豆的营养成分

品种	水分含量 (%)	维生素 C 含量 (mg/100 g)	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	直链淀粉含量 (mg/g)	支链淀粉含量 (mg/g)	可溶性蛋白 含量(mg/g)	异黄酮含量 (mg/100 g)
日本大白皮	70.86 ± 0.17c	50.00 ± 13.56a	0.37 ± 0.18bcd	18.02 ± 3.13c	176.03 ± 12.84e	666.03 ± 80.27a	103.65 ± 5.42e	0.05 ± 0.00a
通蚕鲜 6 号	69.01 ± 0.43d	47.94 ± 3.77ab	0.49 ± 0.09b	29.49 ± 1.24b	313.18 ± 50.09c	530.24 ± 80.85abc	114.65 ± 0.92c	0.05 ± 0.01a
通蚕鲜 7 号	71.75 ± 0.49abc	44.66 ± 1.24ab	0.33 ± 0.11d	31.66 ± 2.38b	267.77 ± 22.75cd	496.77 ± 167.14bc	132.30 ± 1.56a	0.05 ± 0.00a
通蚕鲜 8 号	72.65 ± 0.51a	52.32 ± 0.96a	0.49 ± 0.07bc	29.96 ± 0.84b	169.03 ± 13.10e	661.14 ± 14.21a	107.56 ± 0.44d	0.05 ± 0.00a
通 09-110-1	72.83 ± 0.51a	54.49 ± 2.35a	0.31 ± 0.02d	19.81 ± 5.48e	379.33 ± 22.45b	576.60 ± 68.83ab	65.92 ± 1.50g	0.05 ± 0.00a
通 09-110-2	72.17 ± 0.36ab	48.44 ± 1.29ab	0.33 ± 0.04cd	17.56 ± 3.14c	186.21 ± 6.99e	489.01 ± 20.66bc	75.56 ± 2.46f	0.05 ± 0.00a
优 3-2	71.80 ± 0.75abc	50.02 ± 4.24a	0.36 ± 0.03bcd	31.15 ± 4.39b	251.22 ± 2.10d	410.20 ± 63.92c	131.46 ± 5.11a	0.05 ± 0.00a
陵西 1 寸	71.23 ± 0.61bc	39.15 ± 4.30b	0.68 ± 0.20a	19.70 ± 3.63c	460.56 ± 39.18a	482.46 ± 6.73bc	109.82 ± 7.92cd	0.05 ± 0.01a
大粒 1 号	70.99 ± 0.97c	47.23 ± 5.16ab	0.28 ± 0.03d	50.91 ± 0.20a	391.19 ± 16.50b	573.89 ± 65.85ab	124.96 ± 1.28b	0.05 ± 0.01a

2.3 速冻蚕豆籽粒品质分析

由表 5 可知,9 个品种速冻蚕豆各指标间具有显著差别。其中 09-110-1 维生素 C 含量最高,为

79.77 mg/100 g,其次为通蚕鲜 6 号;日本大白皮叶绿素含量最低,其他品种间差异不显著;陵西 1 寸可溶性糖含量最高,为 38.46 mg/g,其次分别为通蚕

表 5 9 个品种速冻蚕豆的品质分析

品种	L^*	a^*	b^*	维生素 C 含量 (mg/100 g)	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	异黄酮含量 (mg/100g)	直链淀粉含量 (mg/g)	支链淀粉含量 (mg/g)
日本大白皮	61.20 ± 1.98	8.18 ± 0.95	26.21 ± 1.68	60.78 ± 2.88d	0.12 ± 0.02b	27.81 ± 1.83bc	32.34 ± 3.29bc	0.0489 ± 0.00a	107.18 ± 2.37d	461.72 ± 23.51c
大粒 1 号	53.93 ± 2.42	-14.09 ± 1.11	32.64 ± 2.99	68.54 ± 13.43bc	0.27 ± 0.14a	24.35 ± 0.19cd	31.30 ± 1.86c	0.0486 ± 0.00a	186.90 ± 6.49a	594.31 ± 20.81b
通 09 - 110 - 1	58.14 ± 2.31	-15.31 ± 1.17	36.54 ± 3.04	79.77 ± 1.18a	0.28 ± 0.00a	23.33 ± 3.33cd	19.21 ± 0.53f	0.0488 ± 0.00a	101.82 ± 1.11d	420.74 ± 49.46c
通 09 - 110 - 2	59.97 ± 3.13	-10.24 ± 1.41	23.95 ± 2.42	71.93 ± 2.29bc	0.22 ± 0.00ab	20.60 ± 1.83d	19.59 ± 0.51ef	0.0480 ± 0.00a	139.62 ± 7.84c	413.61 ± 25.99c
优 3 - 2	60.30 ± 2.48	-9.43 ± 1.34	25.40 ± 3.44	65.00 ± 1.60cd	0.26 ± 0.11a	25.87 ± 3.65bcd	23.11 ± 2.86de	0.0484 ± 0.00a	176.62 ± 13.43a	637.50 ± 19.25ab
通蚕鲜 6 号	59.65 ± 2.60	-9.31 ± 1.31	23.93 ± 2.39	73.94 ± 4.68ab	0.16 ± 0.02ab	30.32 ± 4.19b	25.82 ± 2.45d	0.0487 ± 0.00a	178.24 ± 4.73a	593.64 ± 20.79b
通蚕鲜 7 号	60.79 ± 4.19	-9.65 ± 0.67	23.49 ± 1.89	58.46 ± 2.80de	0.25 ± 0.14ab	22.85 ± 3.35cd	50.32 ± 0.24a	0.0492 ± 0.00a	106.22 ± 7.83d	472.10 ± 26.08c
通蚕鲜 8 号	61.94 ± 2.24	-9.59 ± 0.63	24.39 ± 1.61	51.62 ± 1.27e	0.17 ± 0.01ab	23.80 ± 0.98cd	48.39 ± 2.31a	0.0488 ± 0.00a	109.65 ± 9.69d	410.25 ± 58.33c
陵西 1 寸	61.64 ± 2.61	-10.83 ± 0.84	25.62 ± 1.52	51.66 ± 1.55e	0.26 ± 0.10ab	38.46 ± 1.18a	35.09 ± 3.19b	0.0496 ± 0.00a	158.55 ± 11.62b	686.16 ± 24.08a

鲜 6 号、日本大白皮;通蚕鲜 7 号和通蚕鲜 8 号的可溶性蛋白含量较高,分别为 50.32、48.39 mg/g;不同品种间异黄酮含量差异不显著,同鲜样表现一致,含量变化不大;大粒 1 号直链淀粉含量较高,其次为通蚕鲜 6 号;陵西 1 寸支链淀粉含量最高,其次为优 3 - 2,大粒 1 号和通蚕鲜 6 号差异不显著。对比表 4 可知,速冻加工后,除通蚕鲜 8 号外,其余品种维生素 C 含量在速冻样品中均明显提高;叶绿素、可溶性蛋白及直链淀粉含量均明显下降;支链淀粉含量的变化趋势没有一致性,其中优 3 - 2、通蚕鲜 6 号和陵西 1 寸在速冻后其含量明显提高,日本大白皮、通 09 - 110 - 1、通 09 - 110 - 2 和通蚕鲜 8 号的含量明显下降。因此,速冻加工对蚕豆籽粒品质的影响较大,为了进一步筛选适宜速冻加工的蚕豆品种,有必要对其进行核心指标的筛选和品质评价研究。

2.4 速冻蚕豆品质评价分析

2.4.1 速冻蚕豆籽粒评价指标的主成分分析 速冻蚕豆籽粒品质指标具有不同的量纲及数量级,为避免其对结果的影响,在数据分析前首先对原始数据进行标准化处理。表 6、表 7 分别是通过 SPSS 25.0 进行主成分分析获得的方差贡献分析表和主成分载荷矩阵。每个主成分的方差表示对应成分能够描述原有信息的多少。根据主成分理论分析,若前 n 个主成分的累积贡献率达到了 80%,则这 n 个主成分就能反映足够的信息^[26]。由表 6 可知,前 3 个主成分的特征值大于 1,其中第 1 主成分的贡献率为 42.62%,第 2 主成分的贡献率为 25.55%,第 3 主成分的贡献率为 12.38%,累计贡献率超过 80%,因此,可用前 3 个主成分代替原来 10 个指标来评价速冻蚕豆的品质。

由表 7 可以看出,第 1 主成分以 L^* 、异黄酮含量的影响为主且二者贡献方向一致,其次为红绿参数 a^* 、黄蓝参数 b^* 及可溶性蛋白含量,其中 b^* 与其他指标的贡献方向相反,第 1 主成分主要指向速冻籽粒的色泽。第 2 主成分以支链淀粉含量、可溶性糖含量及直链淀粉含量为主,主要指向速冻籽粒的淀粉指标;第 3 主成分以维生素 C 含量为主,黄蓝参数 b^* 和可溶性蛋白含量为辅,主要指向速冻籽粒的营养成分。根据各主成分的贡献率,说明对速冻蚕豆籽粒理化品质影响较大的指标是 L^* 、 a^* 、异黄酮含量、支链淀粉含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量和可溶性蛋白含量。

表 6 速冻蚕豆籽粒品质指标的方差贡献分析结果

主成分	初始特征值			旋转平方和载入		
	方差特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)	方差特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	4.26	42.62	42.62	3.21	32.09	32.09
2	2.56	25.55	68.17	2.55	25.50	57.59
3	1.24	12.38	80.55	2.30	22.96	80.55

注:提取方法为主成分分析;旋转方法为具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。表 7 同。

表 7 各品质指标的主成分载荷矩阵

评价指标	载荷值		
	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分
L^*	0.852	-0.223	0.111
a^*	0.843	-0.088	0.362
b^*	-0.817	-0.016	-0.391
维生素 C 含量	-0.624	-0.072	0.596
叶绿素含量	-0.309	0.132	-0.031
可溶性糖含量	0.431	0.308	0.029
可溶性蛋白含量	0.777	-0.055	-0.374
异黄酮含量	0.851	0.141	-0.040
直链淀粉含量	-0.397	0.304	0.112
支链淀粉含量	-0.009	0.387	0.013

2.4.2 速冻蚕豆籽粒评价指标相关性分析 采用 SPSS 25.0 对 9 个品种速冻蚕豆籽粒的各品质指标数据进行统计分析,结果如表 8 所示。由表 8 可知,除 L^* 、 a^* 、叶绿素含量和异黄酮含量外,各指标的变异系数都高于 20%,说明不同品种速冻蚕豆的品

质指标差别较大。例如, a^* 的极大值为 -8.18,极小值为 -15.31,变异系数为 5.63%,表明速冻蚕豆品种间的色泽差异不显著;叶绿素含量的极小值为 0.12 mg/g,极大值为 0.28 mg/g,变异系数为 0,说明不同蚕豆品种经速冻加工之后,叶绿素含量与鲜样差异不显著,且品种间无差异,这与 a^* 的变化吻合;蚕豆的可溶性糖含量在经过烫漂速冻后变化没有规律性,5 个品种的含量增加、4 个品种的含量减少,变异系数为 27.71%,可溶性蛋白含量的变异系数为 131.04%,表明在经过速冻之后,二者的含量均发生了较大变化,并且可溶性蛋白含量降低更多;速冻蚕豆籽粒的维生素 C 含量变异系数接近 100%,说明在烫漂过程中其含量损失较多,变化很大;蚕豆中直链和支链淀粉含量的变异系数超过 1 000%,这可能与二者含量变化没有规律性有关。根据各指标测定值分布表可初步了解 9 种速冻蚕豆品质评价指标的情况,并作为进一步数据分析的参考依据。

表 8 9 个品种速冻蚕豆籽粒品质指标测定数据分布

项目	L^*	a^*	b^*	维生素 C 含量 (mg/100 g)	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	异黄酮含量 (mg/100 g)	直链淀粉含量 (mg/100 g)	支链淀粉含量 (mg/100 g)
极小值	53.95	-15.31	22.57	51.62	0.12	20.60	19.21	0.048 0	101.82	410.25
极大值	61.94	-8.18	36.54	79.77	0.28	38.46	50.32	0.049 6	186.90	686.16
平均值	59.73	-10.74	26.76	64.63	0.22	26.38	31.69	0.048 8	140.53	521.15
标准差	2.461	2.37	4.68	9.84	0.06	5.36	11.45	0.000 5	35.25	106.79
变异系数(%)	6.05	5.63	21.93	96.87	0.00	27.71	131.04	0.000 0	1 242.71	11 403.27

表 9 为速冻蚕豆籽粒的品质评价指标之间的相关性分析结果。由表 9 可知,用于表示色泽的亮度参数 L^* 与红绿参数 a^* 呈显著正相关,与黄蓝参数 b^* 呈显著负相关,红绿参数 a^* 与黄蓝参数 b^* 呈极显著负相关,说明速冻蚕豆籽粒亮度 L^* 越大,籽粒的颜色越绿。可溶性蛋白含量与维生素 C 含量呈显著负相关,说明在维生素 C 含量越低的情况下,可溶性蛋白含量越高。异黄酮含量与黄蓝参数 b^*

呈显著负相关,与可溶性糖含量呈显著正相关,而可溶性糖含量与支链淀粉含量呈显著正相关,支链淀粉含量与直链淀粉含量呈极显著正相关,说明蚕豆籽粒颜色越绿,异黄酮含量越高,可溶性糖含量也越高,直链淀粉含量与支链淀粉含量也越高。由表 9 可知,速冻蚕豆各品质指标之间具有一定的相关性,表明有些指标可以用与之显著相关的指标替代,本研究中主要考虑速冻蚕豆籽粒的外观

和营养方面的指标。因此,在筛选核心指标时,速冻籽粒色泽的 L^* 和 a^* 虽有显著的相关性,但考虑到亮度和绿色具有明显不同,两者都保留;叶绿素含量与其他指标无相关性,故应当保留;可溶性蛋白含量由维生素 C 含量代替;异黄酮含量由可溶性

糖含量代替;支链淀粉含量代表直链淀粉含量。综上,结合主成分与相关性分析结果,可选择 L^* 、 a^* 、支链淀粉含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量和叶绿素含量 6 个评价指标作为速冻蚕豆籽粒品质评价的核心指标。

表 9 速冻蚕豆籽粒品质指标标准化数据间的相关性

指标	相关系数									
	L^*	a^*	b^*	维生素 C 含量	叶绿素含量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	异黄酮含量	直链淀粉含量	支链淀粉含量
L^*	1.00									
a^*	0.74 *	1.00								
b^*	-0.68 *	-0.91 **	1.00							
维生素 C 含量	-0.38	-0.21	0.15	1.00						
叶绿素含量	-0.30	-0.37	0.13	0.20	1.00					
可溶性糖含量	0.24	0.25	-0.31	-0.40	-0.07	1.00				
可溶性蛋白含量	0.58	0.51	-0.50	-0.79 *	-0.18	0.05	1.00			
异黄酮含量	0.62	0.60	-0.69 *	-0.58	0.07	0.68 *	0.58	1.00		
直链淀粉含量	-0.45	-0.27	0.21	0.17	0.23	0.35	-0.36	-0.23	1.00	
支链淀粉含量	-0.27	-0.05	-0.06	-0.18	0.30	0.74 *	-0.12	0.32	0.81 **	1.00

注: * 表示在 0.05 水平上(双侧)显著相关; ** 表示在 0.01 水平上(双侧)显著相关。

综合各因子和主成分数据分析获得不同蚕豆品种速冻后的总得分,如表 10 所示。由表 10 可知,陵西 1 寸品种最适合速冻加工,其次分别为通蚕鲜

6 号、通蚕鲜 7 号和日本大白皮,通 09-110-2、优 3-2 和通 09-110-1 得分均为负值,不适合速冻加工。

表 10 9 个品种速冻蚕豆各因子和主成分得分

品种	因子 1 得分	因子 2 得分	因子 3 得分	主成分 1 得分	主成分 2 得分	主成分 3 得分	总得分
日本大白皮	0.72	-0.68	0.19	1.49	-1.08	0.21	0.48
大粒 1 号	-0.15	0.55	0.72	-0.32	0.87	0.81	0.23
通 09-110-1	-0.27	-0.79	1.46	-0.55	-1.26	1.63	-0.44
通 09-110-2	-1.66	-0.88	-0.73	-3.42	-1.41	-0.81	-2.38
优 3-2	-1.46	0.95	-0.82	-3.01	1.52	-0.92	-1.25
通蚕鲜 6 号	0.06	0.61	1.50	0.13	0.97	1.67	0.64
通蚕鲜 7 号	0.87	-0.57	-0.68	1.80	-0.90	-0.76	0.55
通蚕鲜 8 号	0.94	-1.00	-0.96	1.95	-1.60	-1.07	0.36
陵西 1 寸	0.93	1.81	-0.68	1.92	2.89	-0.76	1.82

3 结论

不同蚕豆品种生长性状差别较大,通蚕鲜 8 号、通 09-110-1、通蚕鲜 6 号、通蚕鲜 7 号的综合性状较好,产量较高。分析 9 种新鲜蚕豆的外观和理化品质可知,不同蚕豆品种的色泽和营养成分差别较大,通蚕鲜 6 号水分含量最低,陵西 1 寸的叶绿素含量最高;各品种支链淀粉含量明显高于其直链淀粉含量,品种间差异较大,其中日本大白皮的支链

淀粉含量最高,陵西 1 寸的直链淀粉含量最高;比较鲜蚕豆叶绿素含量与其色泽指标发现,二者之间具有一定的相关性。

经过速冻加工后的蚕豆品质变化较大,除通蚕鲜 8 号外,其余品种维生素 C 含量在速冻样品中均明显提高;叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白及直链淀粉含量均明显下降;而支链淀粉含量的变化趋势没有一致性。与鲜蚕豆不同,速冻加工后通 09-110-1 维生素 C 含量最高,日本大白皮叶绿素含量

最低,陵西 1 寸可溶性糖含量最高,通蚕鲜 7 号和通蚕鲜 8 号可溶性蛋白含量较高,大粒 1 号直链淀粉含量较高,陵西 1 寸支链淀粉含量最高。经主成分和相关性分析,获得评价速冻蚕豆制品的 6 个核心指标,分别为 L^* 、 a^* 、支链淀粉含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量和叶绿素含量,获得适宜速冻加工的蚕豆品种为陵西 1 寸、通蚕鲜 6 号、通蚕鲜 7 号和日本大白皮。

参考文献:

- [1]程须珍,王述民. 中国食用豆类品种志[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2009.
- [2]华天懿. 维生素 A 缺乏对儿童生长发育的影响及我国儿童维生素 A 营养现状[J]. 中国儿童保健杂志,2005,13(6):519-521.
- [3]Low J W, Arimond M, Osman N, et al. A food - based approach introducing orange - fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique[J]. The Journal of Nutrition, 2007, 137(5):1320-1327.
- [4]马代夫,李 强,李秀英,等. 甘薯高胡萝卜素食用品种的亲本筛选[J]. 中国农业科学,2009,42(3):798-808.
- [5]邢淑婕,刘开华. 蔬菜速冻工艺研究进展[J]. 长江蔬菜,2004(1):37-41.
- [6]陈宏伟,李 莉,刘昌燕,等. 129 份湖北蚕豆地方种质的子粒外观及品质性状分析[J]. 湖北农业科学,2016,55(24):6377-6380,6384.
- [7]吴雨佳,申士富,钱 静,等. 青海蚕豆的品质评价及其不同来源的差异比较[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):234-236.
- [8]严清彪,刘玉皎. 不同蚕豆制品的品质分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(31):15153-15154,15161.
- [9]康智明,郑开斌,徐晓俞,等. 不同蚕豆品种农艺及品质性状的遗传多样性分析[J]. 福建农业学报,2015,30(3):249-252.
- [10]陈 惠,王学军,陈满锋,等. “通蚕(鲜)6 号”蚕豆速冻加工适宜烫漂时间的研究[J]. 长江大学学报(自然科学版),2010,7(3):63-65,113.
- [11]陈 惠,唐明霞,袁春新,等. 响应面法优化速冻蚕豆的微波烫漂工艺[J]. 浙江农业学报,2013,25(6):1373-1377.

- [12]陈 惠,唐明霞,宋居易,等. Cu^{2+} 质量分数对速冻加工蚕豆色泽的影响与分析[J]. 农产品加工,2015(2):4-6.
- [13]姜晓青. 菜用大豆速冻与干制加工适性及其品质评价[D]. 南京:南京农业大学,2014:10-11.
- [14]中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [15]中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定:GB 5009.86—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [16]石连旋,颜 宏. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2013.
- [17]文赤夫,董爱文,李国章,等. 蒽酮比色法测定紫花地丁中总糖及还原糖含量[J]. 现代食品科技,2005,21(3):122-123,130.
- [18]李小方,张志良. 植物生理学实验指导[M]. 5 版. 北京:高等教育出版社,2016.
- [19]张海军,王 英,苏连泰,等. 东北地区栽培大豆品种籽粒异黄酮含量分析及不同测定方法优化比较[J]. 大豆科学,2011,30(6):979-986.
- [20]林美娟,宋江峰,李大婧,等. 用双波长分光光度法测定鲜食玉米中直链淀粉和支链淀粉含量[J]. 江西农业学报,2010,22(12):117-119,123.
- [21]孟令瑞,孙明茂,苗锦山,等. 玉米直链淀粉含量遗传研究进展[J]. 食品安全导刊,2012(9):72-74.
- [22]赵芳芳,张爱忠,姜 宁,等. 淀粉对动物胃肠道菌群影响的研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医,2015(15):71-74.
- [23]Zhao F F, Ren W, Zhang A Z, et al. Effects of different amylose to amylopectin ratios on rumen fermentation and development in fattening lambs [J]. Asian - Australasian Journal of Animal Sciences, 2018, 31(10):1611-1618.
- [24]Lee S K, Mun S H, Shin M S. Effect of heating conditions on the resistant starch formation [J]. Agricultural Chemistry & Biotechnology, 1997, 40(3):220-224.
- [25]陈长之. 长江中下游地区夏播菜用大豆品质性状的鉴定、相关及遗传变异研究[D]. 南京:南京农业大学,2002.
- [26]黄 英,张 波,武晓娟,等. 基于主成分分析的绿豆沙加工用品种筛选[J]. 食品科学,2012,33(13):104-107.