

开口带壳澳洲坚果的开口效果与营养成分的相关性分析

张涛, 宋海云, 贺鹏, 许鹏, 郑树芳, 覃振师, 王文林*

(广西南亚热带农业科学研究所, 广西 崇左 532415)

摘要:以广西区内推广种植面积相对较大的桂热1号、OC、695 3个品种为研究对象,在果实进入成熟期后分批次采收成熟度不同的坚果样品,对开口合格率与不合格率、黏壳果率、果仁饱满度4个指标进行测定,同时对不同成熟度原料果仁中的脂肪、总糖、蛋白质3个营养成分的含量进行检测,再对开口合格率、黏壳果率、果仁饱满度3个指标与坚果样品果仁中的脂肪含量、总糖含量、蛋白质含量3个营养成分指标间的相关性进行分析。结果表明:不同品种的壳果原料,其开口效果存在差异,695更适合制作开口带壳澳洲坚果,而且在8月30日采收的695样品果制作的开口带壳澳洲坚果的开口合格率高,黏壳果率低,果仁饱满度高;相关性分析显示黏壳果率与果仁饱满度呈现显著负相关,果仁饱满度与脂肪含量呈现显著负相关,表明营养成分含量的不同会影响果实的加工品质。

关键词:开口带壳澳洲坚果;开口效果;营养成分;加工适宜性;相关性分析

Correlation Analysis of the Opening Effect and Nutrient Composition of Opening Nut-in-shell of *Macadamia ternifolia*

ZHANG Tao, SONG Hai-yun, HE Peng, XU Peng, ZHENG Shu-fang, QIN Zhen-shi, WANG Wen-lin*

(South Subtropic Agricultural Scientific Research Institute of Guangxi, Chongzuo 532415, Guangxi, China)

Abstract: Three varieties, GUIRE 1, OC and 695, which had relatively large generalized planting area in Guangxi region, were used as the research object, nut samples of different maturity were harvested in batches after the fruit entered the mature stage. Four indexes, qualified opening ratio, and unqualified opening ratio, rate of sticky caryopsis, plumpness of nutlet were determined, at the same time, the content of fat, total carbohydrate and protein in different maturity raw nuts was tested, then, the correlation between the three indexes of qualified opening ratio, rate of sticky caryopsis, plumpness of nutlet and the three nutritive index of fat content, total carbohydrate content and protein content was analyzed. The results indicated that the open effect of shell fruit was different in different varieties, 695 was more suitable for making opening nut-in-shell, in addition, the opening nut-in-shell made from the 695 samples collected on August 30 had high qualified opening ratio, low rate of sticky caryopsis and high plumpness of nutlet. The correlation analysis showed that there was a significant negative correlation between rate of sticky caryopsis and plumpness of nutlet, and a significant negative correlation between plumpness of nutlet and fat content, manifesting that the different nutrient content would affect the processing quality of fruit.

Key words: opening nut-in-shell of *Macadamia ternifolia*; open effect; nutritional ingredient; processing suitability; correlation analysis

基金项目:国家重点研发计划(2016YFC0502406);广西科技重大专项(桂科 AA17202037-9、AA17204058-4、AA17204058-8);崇左市科技创新平台(基地)及人才培养专项(崇科 FB2017006);广西公益基金项目(GXNYRKS201802、GXNYRKS201707、GXNYRKS201611、GXNYRKS201612);中国热带农业科学院基本科研业务费专项资金(1630052017020-6);广西南亚热带农业科学研究所自立项目(NYSZL201801);广西培养新世纪学术和技术带头人专项资金资助项目(2018)

作者简介:张涛(1986—),男(汉),研究实习员,硕士,研究方向:果蔬加工及其副产物综合利用。

*通信作者:王文林(1980—),男(汉),高级农艺师,硕士,研究方向:热带亚热带果树栽培及育种。

引文格式:

张涛,宋海云,贺鹏,等.开口带壳澳洲坚果的开口效果与营养成分的相关性分析[J].食品研究与开发,2019,40(12):11-18
ZHANG Tao, SONG Haiyun, HE Peng, et al. Correlation Analysis of the Opening Effect and Nutrient Composition of Opening Nut-in-shell of *Macadamia ternifolia*[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 11-18

澳洲坚果(*Macadamia ternifolia* F. Muell.),又名夏威夷果、昆士兰坚果等,为山龙眼科(Proteaceae)澳洲坚果属(*Macadamia* F. Muell.)热带、亚热带常见多年生的常绿乔木果树,原产于澳大利亚昆士兰州东南部和新南威尔州北部沿海的亚热带雨林地区(南纬25°~32°)^[1]。澳洲坚果果仁营养丰富,香脆可口,炒食、生食均可,品味极佳,被誉为世界上最佳的食用坚果。有研究表明澳洲坚果有助于降低血液总胆固醇,预防动脉粥样硬化,降低血小板的黏度,降低心脏病、心肌梗塞等心血管疾病的发生,因此,澳洲坚果在国际市场上备受青睐^[2-6]。

因澳洲坚果内层果壳坚硬,不易破壳,在前期加工试验中观察发现澳洲坚果壳果在开口后会出现黏壳、果仁饱满度不够等现象,为探索影响黏壳、果仁饱满度的因素,本研究以广西区内推广种植面积相对较大的桂热1号、OC、695 3个品种为研究对象,分批次采收成熟度不同的坚果样品,进行开口效果试验,同时对不同成熟度原料果仁中的脂肪、总糖、蛋白质3个营养成分的含量进行检测,再对开口效果与坚果样品果仁营养成分指标间的相关性进行分析,从开口效果的角度评价3个品种坚果样品加工开口带壳澳洲坚果的适宜性,探究开口效果与营养成分之间的相关性,以为开口带壳澳洲坚果的生产和加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

澳洲坚果壳果:桂热1号、OC、695,选自广西南亚热带农业科学研究所澳洲坚果种质资源圃,为广西区内推广种植面积相对较大的3个品种。从2017年8月10日进入成熟期开始,每隔10 d采收一批坚果样品,共采收了8月10日、8月20日、8月30日、9月9日、9月18日5个批次的坚果样品,后脱青皮,置于通风处自然晾干至果壳水分降到15%以下。

硫酸、硼酸、氢氧化钠、无水乙醇、无水乙醚、石油醚、乙腈、乙酸锌:北京化工厂;硫酸铜、硫酸钾、亚铁氰化钾、果糖标品、葡萄糖标品、蔗糖标品、麦芽糖标品、乳糖标品:天津市科密欧化学试剂有限公司;甲基红指示剂、溴甲酚绿指示剂、亚甲基蓝指示剂:国药集团

化学试剂有限公司;其中除乙腈为色谱纯外,其他均作为分析纯。

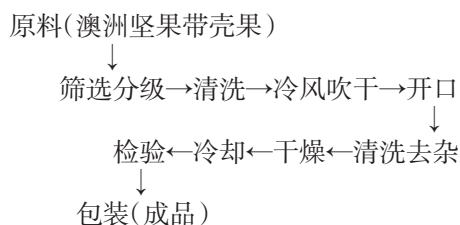
1.2 仪器与设备

TPJ2200X950X1300型澳洲坚果青皮脱皮机、FG2800X600型澳洲坚果筛选机:南宁市伟达五金机电有限责任公司;101-1S型电热鼓风干燥箱:上海力辰邦西仪器科技有限公司;KGJ1.1.16-07型澳洲坚果开口机:鹤山市合众力量机械厂;MS1160型真空封口机:东莞市凯仕电器有限公司;JA10003型分析天平:上海力辰邦西仪器科技有限公司;K9840型自动凯氏定氮仪:济南海能仪器股份有限公司;SXT-06型索氏抽提器:上海本昂科学仪器有限公司;HWS-24型恒温水浴锅:上海楚柏实验室设备有限公司;PS3100型超声波振荡器:普洛帝测控技术有限公司;85-1型磁力搅拌器:上海沪析实业有限公司;H1850型台式高速离心机:湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;ECD-3000RS型高效液相色谱仪:赛默飞世尔科技(中国)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 试验操作流程

本试验的开展按如下流程进行^[7-11]。



1.3.2 坚果原料的分级

澳洲坚果带壳果质量等级分级标准应符合 NY/T 1521-2007《澳洲坚果 带壳果》^[12]的要求,分级标准见表1。根据分级结果计算各等级所占的比例(以个数计)。

表1 澳洲坚果带壳果分级标准

Table 1 Classification criteria of *Macadamia* with shell

规格	直径/mm
特大型	≥27.5
大型	26~27.4
中型	23.5~25.9
小型	<23.5

1.3.3 原料果仁营养成分指标的检测

1.3.3.1 蛋白质含量的测定

按照 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中规定的方法进行测定^[13]。

1.3.3.2 总糖含量的测定

按照 GB 5009.8-2016《食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》中规定的方法进行测定^[14]。

1.3.3.3 脂肪含量的测定

按照 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中规定的方法进行测定^[15]。

1.3.4 开口效果的评价方法

1.3.4.1 开口合格率、不合格率的测定

以开口合格率、不合格率两个指标来对澳洲坚果的开口效果进行评价。即每次称取 2.2 kg 坚果样品,进行筛选分级,选取大果和中果进行开口试验。分别对大果、中果的开口合格、不合格果的个数进行计数。开口合格的标准是开口间距合适,果壳不开裂^[10,16-19]。开口合格率、不合格率的计算公式如下:

$$F_1/\% = N_1/N \times 100 \quad (1)$$

$$F_2/\% = N_2/N \times 100 \quad (2)$$

式中: N 为开口壳果总个数; F_1 为开口合格率,%; N_1 为开口合格果个数; F_2 为开口不合格率,%; N_2 为开口不合格果个数。

1.3.4.2 黏壳果率的测定

选取包装完成的开口果 3 袋,分别进行开口取仁,分别观察记录开口果的总个数,黏壳果的个数,计算黏壳果率后求平均值^[18]。

黏壳果率按如下公式计算。

$$F_3/\% = N_3/N \times 100 \quad (3)$$

式中: F_3 为黏壳果率,%; N 为开口壳果总个数, N_3 为黏壳果个数。

1.3.4.3 果仁饱满度的测定

选取包装完成的开口果 3 袋,分别进行开口取仁,分别称量记录饱满果仁、碎果仁的质量^[19]。果仁饱满度按如下公式计算。

$$F_4/\% = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \times 100 \quad (4)$$

式中: F_4 为果仁饱满度,%; W_1 为饱满仁质量,g; W_2 为碎仁质量,g。

1.3.5 数据统计与相关性分析

本研究通过 Excel 2007 进行试验数据的汇总分析,再采用 SPSS19.0 对开口合格率、黏壳果率、果仁饱满度与果仁的营养成分指标(蛋白质、总糖、脂肪含量)

间的相关性进行分析^[20-22]。

2 结果与分析

2.1 3 个品种澳洲坚果果形的对比

3 个品种澳洲坚果果形如图 1~图 3 所示,果形指数如图 4 所示。



图 1 桂热 1 号的果形

Fig.1 The fruit shape appearance of GUIRE 1



图 2 OC 的果形

Fig.2 The fruit shape appearance of OC



图 3 695 的果形

Fig.3 The fruit shape appearance of 695

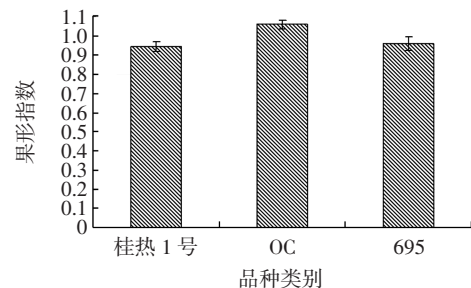


图 4 3 个品种澳洲坚果果形指数的对比

Fig.4 Comparison of the fruit shape index of three varieties of macadamia

由图 2 明显可以发现,OC 的果形呈现中间大,两

头尖的长圆形,果形指数大于1,而且明显地高于其他两者;而桂热1号和695的果形指数在0.94~0.96之间,为圆形或近圆形。

2.2 开口效果的评价与分析

2.2.1 开口合格率、不合格率的测定结果与分析

桂热4号、OC、695 3个品种各时期的坚果样品的开口合格率、不合格率如图5~图10所示。

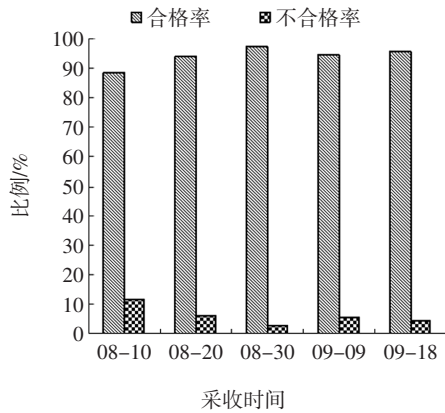


图5 桂热1号大果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.5 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in big-sized fruit of GUIRE No.1

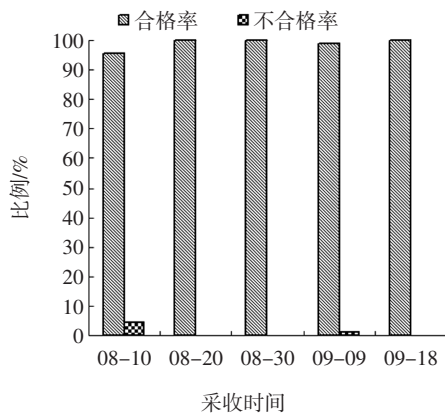


图6 桂热1号中果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.6 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in medium-sized fruit of GUIRE No.1

由图5可知,8月30日采收的桂热1号大果的开口效果最好,完好率最高,为97.37%,不合格率最低,为2.63%;8月10日采收的开口效果最差,合格率最低,为88.46%,不合格率最高,为11.54%。由图6可知,8月20日、8月30日以及9月18日采收的桂热1号中果的开口品质好,合格率为100%,不合格率均为0;8月10日和9月9日采收的坚果样品,其开口合格率分别为95.58%和98.70%,不合格率分别为4.41%和1.30%。对比图5和图6可知,桂热1号中果的开口效果明显优于大果。

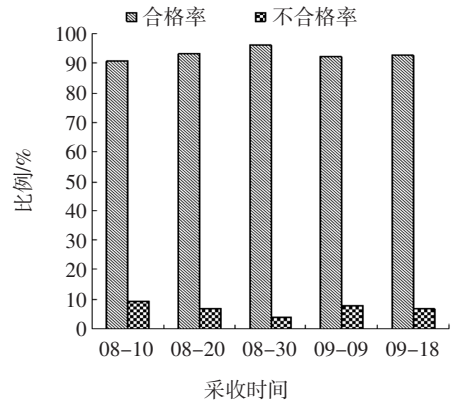


图7 OC大果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.7 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in big-sized fruit of OC

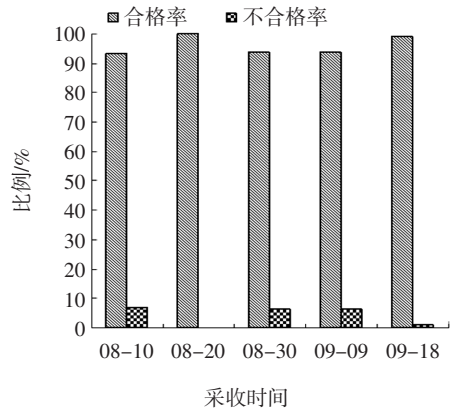


图8 OC中果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.8 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in medium-sized fruit of OC

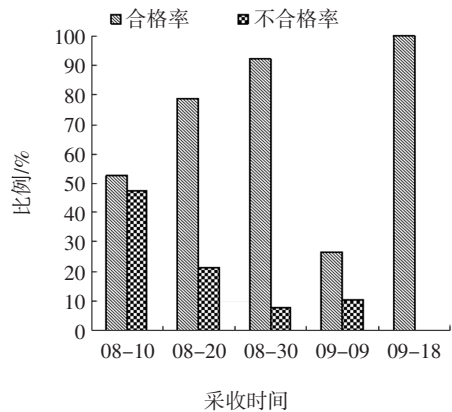


图9 695大果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.9 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in big-sized fruit of 695

由图7可知,8月30日采收的OC大果的开口效果最好,合格率最高,为95.91%,不合格率最低,为4.09%;8月10日采收的开口效果最差,合格率最低,为90.65%,不合格率最高,为9.35%。由图8可知,

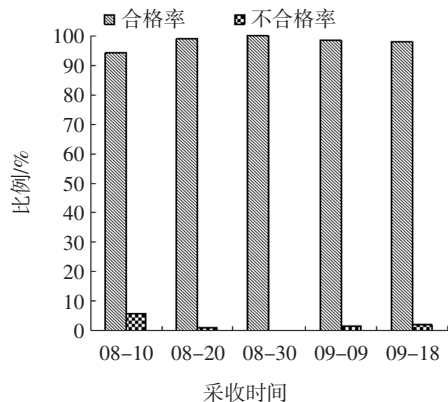


图 10 695 小果各时期开口合格率与不合格率的比较

Fig.10 Comparison of the opening ratio of qualified and unqualified between different periods in medium-sized fruit of 695

8月20日采收的OC中果的开口效果最好,完好率为100%,不合格率为0;9月18日采收的坚果样品开口效果次之,其开口合格率为98.97%,不合格率为1.03%。对比图7和图8可知,OC中果的开口效果也优于大果。

由图9可知,9月18日采收的695大果的开口效果最好,合格率最高,为100%,不合格率最低,为0;9月9日采收的开口效果最差,合格率最低,为26.47%,不合格率较高,为10.29%。由图10可知,8月30日采收的695中果的开口效果最好,开口合格率为100%,不合格率为0;8月10日采收的坚果样品开口效果最差,合格率最低,为93.97%,不合格率最高,为6.03%。对比图5和图6可知,695中果的开口效果明显优于大果。

从3个品种坚果样品大果和中果的开口合格率、不合格率比较来看,3个品种的中果开口效果要优于大果。OC的果型偏大,而且呈长圆形,果壳脆,在开口的时候容易裂开,所以OC不太适合制作开口果,因此在后续试验中不再对OC进行试验分析。

2.2.2 黏壳果率、果仁饱满度的测定结果与分析

桂热1号开口带壳澳洲坚果黏壳果率、果仁饱满度的变化如图11~图12所示。

由图11可知,由8月20日和9月18日采收的桂热1号样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率低,其中8月20日的最低,为30.64%,9月9日的黏壳果率最高,为45.70%;8月10日至8月20日呈现下降趋势,随后在8月20日至9月9日之间上升,9月9日至9月18日再次下降。由图12可知,由在8月20日采收的桂热1号样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度最低,为73.51%,8月30日的果仁饱满度最高,为83.36%;8月10日至8月20日呈现下降趋

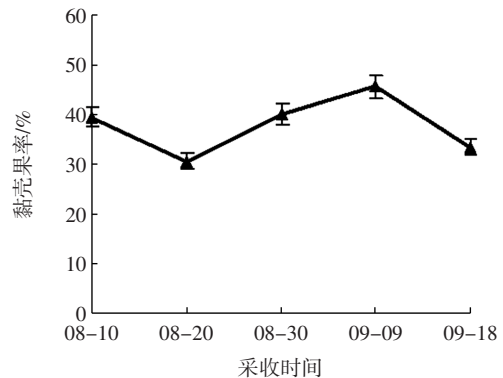


图 11 桂热1号开口带壳果的黏壳果率的变化

Fig.11 The change of rate of sticky caryopsis in opening nut-in-shell of GUIRE 1

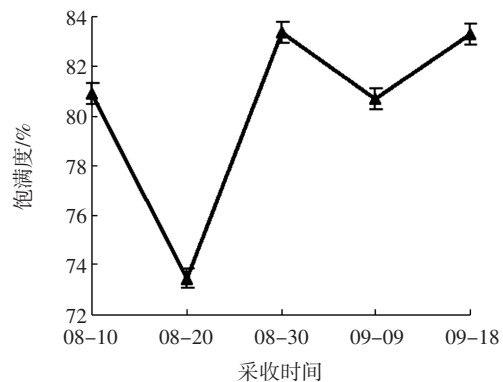


图 12 桂热1号开口带壳果仁饱满度的变化

Fig.12 Changes of plumpness of nutlet in opening nut-in-shell of GUIRE 1

势,在8月20日最低,随后在8月20日至8月30日之间上升,在8月30日达到最大值,8月30日至9月9日再次下降,9月9日至9月18日再次上升。

695开口带壳澳洲坚果黏壳果率、果仁饱满度的变化如图13~图14所示。

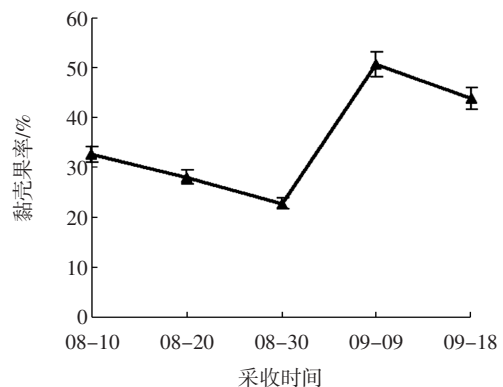


图 13 695 开口带壳果的黏壳果率的变化

Fig.13 The change of rate of sticky caryopsis in opening nut-in-shell of 695

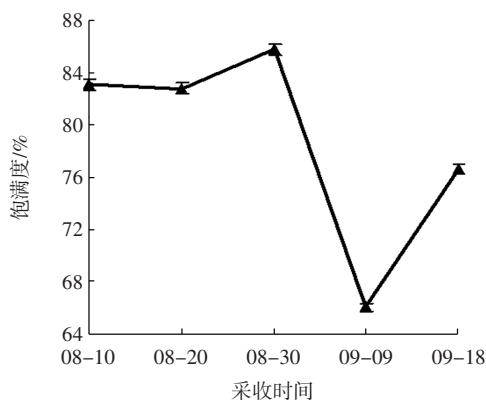


图 14 695 开口带壳果仁饱满度的变化

Fig.14 Changes of plumpness of nutlet in opening nut-in-shell of 695

由图 13 可知,由在 8 月 30 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率低,为 22.76%;8 月 10 日至 8 月 30 日呈现下降趋势,但随后在 8 月 30 日至 9 月 9 日上升,9 月 9 日至 9 月 18 日再次下降。

由图 14 可知,由在 8 月 30 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度最高,为 85.76%,9 月 9 日的果仁饱满度最低,为 66.05%;8 月 10 日至 8 月 30 日呈现缓慢上升趋势,在 8 月 30 日达到最高值,随后在 8 月 30 日至 9 月 9 日迅速下降,在 9 月 9 日最低,9 月 9 日至 9 月 18 日再次上升。

桂热 1 号、695 两种开口带壳澳洲坚果黏壳果率的对比如图 15 所示。

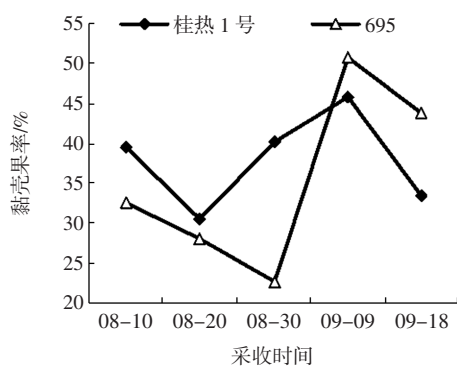


图 15 两种开口带壳澳洲坚果黏壳果率的对比

Fig.15 The comparison of rate of sticky caryopsis in opening nut-in-shell of two kinds of Macadamia

由图 15 可知,在 8 月 10 日、8 月 20 日、8 月 30 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率都要低于由在相应时间段采收的桂热 1 号样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率,在 9 月 9 日、9 月 18 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率高于由在相应时间段采收的桂热 1 号样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率。

两种开口带壳澳洲坚果果仁饱满度的对比如图 16 所示。

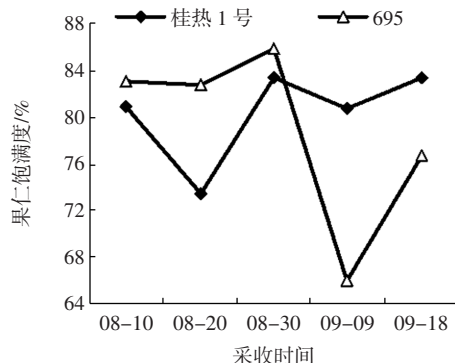


图 16 两种开口带壳澳洲坚果果仁饱满度的对比

Fig.16 The comparison of plumpness of nutlet in opening nut-in-shell of two kinds of Macadamia

由图 16 可知,在 8 月 10 日、8 月 20 日、8 月 30 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度要高于由在相应时间段采收的桂热 1 号样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度,在 9 月 9 日、9 月 18 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度低于由在相应时间段采收的桂热 1 号样品制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度。由对黏壳果率和果仁饱满度的结果的综合分析,可知由在 8 月 30 日采收的 695 样品制作的开口带壳澳洲坚果的黏壳果率低,果仁饱满度高,相较于桂热 1 号,695 更适合制作开口带壳澳洲坚果。

2.3 695 原料果仁营养成分指标的检测结果与分析

695 原料果仁营养成分的变化情况如图 17 所示。

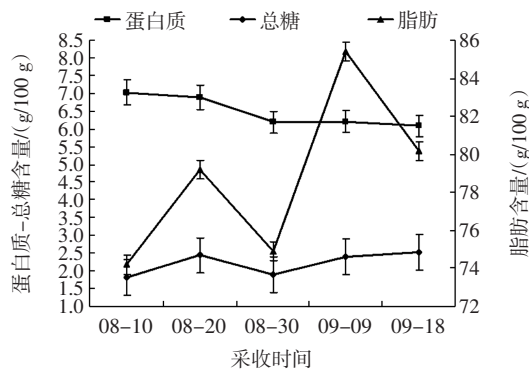


图 17 695 原料果仁营养成分的变化情况

Fig.17 Changes of nutritional content in raw nuts of 695

由图 17 可以直观地发现,蛋白质含量从 8 月 10 日到 9 月 18 日的整个过程中呈现下降的趋势,8 月 10 日到 8 月 30 日下降趋势明显,其后的过程中呈现缓慢下降趋势;总糖含量从 8 月 10 日到 9 月 18 日的整个过程中呈现上升的趋势,8 月 10 日到 8 月 20 日上升趋势明显,8 月 20 日到 8 月 30 日下降,但仍高于 8 月

10 的含量,其后的过程中呈现持续上升的趋势;脂肪含量从 8 月 10 日到 9 月 18 日的整个过程中呈现波浪式上升的趋势,8 月 10 日到 8 月 20 日上升出现第一个峰值,8 月 20 日到 8 月 30 日下降,8 月 30 日到 9 月 9 日再次上升出现第二个峰值,达到最大值,其后迅速下降,但 9 月 18 日的含量仍高于 8 月 10 日的含量。

表 2 695 各指标的变异情况分析
Table 2 Variation analysis among indicators of 695

项目	开口合格率/%	黏壳果率/%	果仁饱满度/%	脂肪含量/(g/100 g)	总糖含量/(g/100 g)	蛋白质含量/(g/100 g)
最大值	100	50.7	85.8	85.400	2.530	7.030
最小值	94	22.8	66.1	74.200	1.830	6.090
平均值	97.9	35.6	78.9	78.780	2.218	6.484
标准差	2.3	11.5	7.9	4.529	0.331	0.444
变异系数 CV/%	2.382	32.250	10.017	5.749	14.917	6.845

由表 2 可知,黏壳果率的变异系数最大,为 32.25%,其次为总糖含量,为 14.92%,第三为果仁饱满度,为 10.02%。表明黏壳果率、总糖含量、果仁饱满度不稳定,有较大的改善空间,而开口合格率、脂肪含量、蛋白质含量则趋于稳定,在现有的基础上进行改善的空间

2.4 695 开口合格率、黏壳果率、果仁饱满度与果仁营养成分含量间的相关性分析

表 2 为由 695 样品果制作的开口带壳澳洲坚果的开口合格率、黏壳果率、果仁饱满度与果仁脂肪含量、总糖含量、蛋白质含量 3 个营养成分指标间的变异情况分析。

较小。

表 3 为由 695 样品果制作的开口带壳澳洲坚果的开口合格率、黏壳果率、果仁饱满度与果仁脂肪含量、总糖含量、蛋白质含量 3 个营养成分指标间的相关性分析。

表 3 695 各指标间的相关性分析
Table 3 Correlation analysis among indicators of 695

项目	开口合格率	黏壳果率	果仁饱满度	脂肪含量	总糖含量	蛋白质含量
合格率	1					
黏壳果率	-0.174	1				
果仁饱满度	-0.039	-0.944*	1			
脂肪含量	0.318	0.826	-0.924*	1		
总糖含量	0.38	0.592	-0.578	0.799	1	
蛋白质含量	-0.561	-0.412	0.448	-0.443	-0.333	1

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

由表 3 可知,黏壳果率与果仁饱满度呈现显著负相关,果仁饱满度与脂肪含量呈现显著负相关。

图 18 为由 695 样品果制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度与黏壳果率随着采收时间不同而变化的情况。

由图 18 所示可明显地发现,当果仁饱满度增加时,黏壳果率则下降,相反,当果仁饱满度下降时,黏壳果率则增加,这印证了黏壳果率与果仁饱满度呈现显著负相关。

图 19 为由 695 样品果制作的开口带壳澳洲坚果的果仁饱满度与原料果仁脂肪含量随着采收时间不同而变化的情况。由图 19 所示可明显地发现,当原料果仁脂肪含量增加时,果仁饱满度则下降,相反,当原

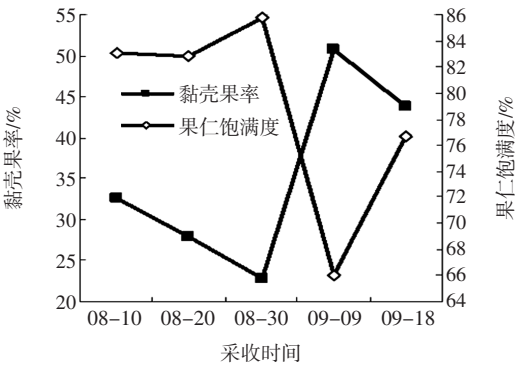


图 18 果仁饱满度与黏壳果率随着采收时间不同而变化的情况
Fig.18 Changes of rate of sticky caryopsis and plumpness of nutlet with different harvest time

料果仁脂肪含量下降时,果仁饱满度则上升,这印证

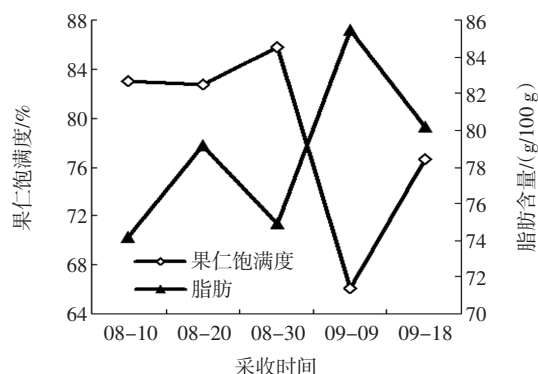


图 19 果仁饱满度与原料果仁脂肪含量随着采收时间不同而变化的情况

Fig.19 Changes of rate of sticky caryopsis and fat content in raw nuts with different harvest time

了果仁饱满度与脂肪含量呈现显著负相关。

3 讨论与结论

澳洲坚果果壳较厚,硬度高,开口难度大。郭刚军等采用人工开口机进行开口,考察了果壳含水量与开口效果之间的关系,结果表明当果壳水分含量下降到 15.11 %左右时,开口效果合适^[9,23]。本研究采用机械自动开口,也将澳洲坚果果壳的水分降至 15 %以下,但是开口合格率并未全部达到 100 %,大果的开口合格率要明显低于中果,其中 OC 的果型偏大,而且呈长圆形,果壳薄、脆,在开口的时候容易裂开,表明开口效果除了与果壳水分含量有关外,还可能与果实的形状、大小以及果壳的厚度有关。通过对 3 个品种坚果原料开口效果的综合分析,相较于桂热 1 号、OC、695 更适合制作开口带壳澳洲坚果,而且在 8 月 30 日采收的 695 样品果制作的开口带壳澳洲坚果的开口合格率高,黏壳果率低,果仁饱满度高。

研究表明,澳洲坚果果实在生长发育的过程中,营养物质的含量会不断变化,特别是果实在成熟的过程中变化更明显,同时不同基因型澳洲坚果的营养成分还存在差异^[24-26]。本研究以 3 个品种的澳洲坚果壳果为原料,进行开口带壳澳洲坚果的开口效果试验,表明不同品种的壳果原料,其开口效果存在差异。同时对开口效果与果仁脂肪含量、总糖含量、蛋白质含量 3 个营养成分指标间的相关性进行分析,结果显示黏壳果率与果仁饱满度呈现显著负相关,果仁饱满度与脂肪含量呈现显著负相关,这也证明营养成分含量的不同会影响果实的加工品质。

参考文献:

[1] Russ Stephenson. Macadamia: Domestication and commercialization[J]. Chronica Horticulture, 2005, 45(2): 11-15

[2] 贺熙勇,倪书邦.世界澳洲坚果种质资源与育种概况[J].中国南方果树, 2008, 37(2): 34-38

[3] 陆超忠.澳洲坚果优质高效栽培技术[M].北京:中国农业出版社, 2000: 9

[4] Jun Yang. Brazil nuts and associated health benefits: A review [J]. Food Science and Technology, 2009, 42: 1573-1580

[5] 贺熙勇,陶亮,柳颀,等.我国澳洲坚果产业概况及发展趋势[J].热带农业科技, 2015, 38(3): 12-16

[6] 贺熙勇,陶亮,柳颀,等.国内外澳洲坚果产业发展概况及趋势[J].中国热带农业, 2017(1): 4-11

[7] 古和平.浅述云南澳洲坚果加工工艺[J].福建热作科技, 2007, 32(1): 23-25

[8] 周程,邹建云,李文华,等.云南澳洲坚果采收、贮藏与加工技术[J].热带农业科技, 2009, 32(3): 18-19

[9] 邹建云,郭刚军.澳洲坚果果仁加工工艺条件研究[J].热带作物学报, 2013, 34(11): 2295-2300

[10] 李建欢.澳洲坚果干燥过程物理特性研究[D].昆明:昆明理工大学, 2012: 1-6

[11] 彭志东,邹建云,郭刚军.澳洲坚果开口产品规模化生产技术[J].热带农业科技, 2017, 40(3): 10-14

[12] 农业部热带作物及制品标准化技术委员会. 澳洲坚果 带壳果: NY/T1521-2007[S].北京:中国农业出版社, 2007: 1-2

[13] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB5009.5-2016[S].北京:中国标准出版社, 2016: 1-5

[14] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定: GB5009.8-2016[S].北京:中国标准出版社, 2016: 1-4

[15] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB5009.6-2016[S].北京:中国标准出版社, 2016: 1-2

[16] 黄克昌.澳洲坚果果仁不同含水量破壳效果初步试验[J].热带农业科技, 2003, 26(2): 42-43

[17] 李建欢,杨薇.澳洲坚果热风干燥过程中果壳收缩特性[J].农业工程学报, 2012, 28(11): 268-273

[18] 王文军.食用向日葵主要性状对产量、饱满度的影响[J].哈尔滨师范大学自然科学学报, 2017, 33(2): 104-107

[19] 张昆,万勇善,刘凤珍.遮光对花生产量、成熟饱满度及品质的影响[J].中国粮油学报, 2009, 24(11): 91-96

[20] 梁梅,周蓉,邹滔,等.番茄农艺性状与果实主要营养成分相关性分析[J].西北农业学报, 2013, 22(5): 91-100

[21] 陈咪佳.山核桃主要营养成分比较及其加工影响的研究[D].临安:浙江农林大学, 2017: 13

[22] 孙坪,肖千文,黄丽媛.石棉核桃坚果品质指标相关性研究[J].北方园艺, 2011(20): 5-9

[23] 郭刚军,邹建云,徐荣,等.调味开口带壳澳洲坚果加工工艺条件研究[J].热带作物学报, 2012, 33(11): 2054-2059

[24] 王文林,曾辉,邹明宏,等.不同基因型澳洲坚果的营养成分分析与品质模糊评判[J].广东农业科学, 2009(5): 33-36

[25] M A Nagao. Macadamia Cultivation and Physiolog Critical Reviews in plant[J]. Sciences, 1992, 10(5): 459-463

[26] 徐晓玲,徐奕言,彭雪清.澳洲坚果果实发育过程中养分变化规律的探讨[J].云南热作科技, 1996, 19(3): 19-21