

张 丽,安文雅,贾志国.平欧杂种榛果实发育动态及营养成分变化规律[J].江苏农业科学,2022,50(5):135-141.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.05.021

平欧杂种榛果实发育动态及营养成分变化规律

张 丽,安文雅,贾志国

(河北北方学院,河北张家口 075000)

摘要:为明确榛果生长发育动态及营养价值,以生产上大范围推广的平欧杂种榛达维为试验材料,研究了平欧杂种榛果实发育动态及榛果营养成分的变化规律。结果表明,平欧杂种榛果实的纵径及侧径的生长发育显示为慢—快—慢的单“S”形的动态曲线;带苞鲜质量、单果干质量、鲜质量及榛仁干质量、鲜质量均随榛果发育呈现出“S”形的生长发育曲线;榛果随采收期的延后,其可溶性蛋白含量呈现先增加再减少的趋势,可溶性糖含量表现连续下降趋势,淀粉含量则出现持续增加的变化规律;常见的天冬氨酸、甘氨酸、谷氨酸及非必需氨基酸总量随榛果发育出现先增加后下降的趋势,17 种氨基酸总量表现出一路增加的趋势;含量较高的非必需氨基酸为谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸和精氨酸;7 月 27 日 7 种必需氨基酸含量从高到低依次为苯丙氨酸>缬氨酸>亮氨酸>赖氨酸>甲硫氨酸>异亮氨酸>苏氨酸;鲜味、甜味氨基酸含量随榛果发育呈现出先增加再下降的变化规律,转折点出现在 7 月 27 日至 8 月 6 日。结果表明,平欧杂种榛达维榛果生长发育规律为单“S”形动态曲线,榛果发育期内,在 7 月 27 日至 8 月 6 日期间,榛果可溶性蛋白含量较高,可溶性糖及淀粉含量适中,鲜味、甜味氨基酸含量最高,综合考虑此时期为鲜食榛果口感及营养价值最优的时期,正值榛子干果采收前 15~20 d,因此,确定冀西北地区鲜食榛果最佳采摘时期为 7 月底至 8 月初,为平欧杂种榛在冀西北地区的栽培和鲜食榛子的开发利用奠定了理论基础。

关键词:平欧杂种榛;生长发育;动态曲线;营养成分;必需氨基酸

中图分类号: S664.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)05-0135-06

我国是榛属(*Corylus* L.)植物的原产国之一^[1],20 世纪 80 年代,梁维坚等利用原产我国的平榛与引进的欧洲榛进行种间杂交,选育出了一系列平欧杂种榛新品种^[2],兼具大果、抗寒、丰产的特点。目前,平欧杂种榛(*C. heterophylla* × *C. avellana*)是我国特有的、大力推广栽培的榛树品种,引种主要集中在东北、西北、华北等北方地区。据 2017 年不完全统计,我国平欧杂种榛栽培面积达 5 万 hm^2 以上^[3]。榛子被称为“世界四大坚果”之一,榛果蛋白质、油脂含量丰富,尤其是不饱和脂肪酸含量达到 85% 以上^[4]。鲜食榛果指脱去果苞后,不经晾晒,即可直接破壳食用,是近年来市场上新流行的榛子食用方法,因其榛仁含水量高,营养成分损失少,甜香适口,深受广大消费者的喜爱。平欧杂种榛果实的生长发育是一个动态的变化过

程,其营养价值是一个不断积累、不断变化的过程,因此,榛果的生长发育不仅是产量变化的重要研究内容,也是提高榛果品质的研究内容之一,通过充分了解榛果发育规律,进一步提高其产量和品质。前人在榛仁营养成分方面的研究多是关于油脂及脂肪酸种类及含量的分析^[5-7],本试验系统研究平欧杂种榛果实的生长发育动态及不同发育时期榛果主要营养成分的变化规律,尤其是鲜食榛果的可溶性糖含量,氨基酸组成及必需氨基酸的含量,明确鲜食榛果的营养价值,为平欧杂种榛栽培技术的推广、鲜食榛果的适时采收及进一步开发利用提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

本研究以 8 年生平欧杂种榛达维榛果为试验材料,榛果均采自河北北方学院南校区榛子苗圃,其株行距为 1.5 m × 4.0 m,正常栽培管理水平。榛果形态、营养成分指标的测定均在河北北方学院南校区生理生化实验室完成。

选定长势基本一致的 30 株平欧杂种榛达维成年树作为采果树,于子房开始膨大时第 1 次采集榛

收稿日期:2021-06-08

基金项目:河北省重点研发计划(编号:18227502D);河北省科技计划(编号:16236802D-8);河北北方学院校级科研项目(2019)。

作者简介:张 丽(1979—),女,河北保定人,博士,讲师,从事经济林与药用植物栽培育种教学与研究。E-mail:yingrizl@126.com。

通信作者:贾志国,硕士,讲师,从事园艺植物栽培育种教学与研究。E-mail:yunshanjia@126.com。

果(06-07),以后每 10 d 取样 1 次,直到果实成熟,采样时间分别为 2019 年 6 月 7 日、6 月 17 日、6 月 27 日、7 月 7 日、7 月 17 日、7 月 27 日、8 月 6 日、8 月 16 日。采集样品时,从苗圃不同区域,从榛树不同部位、方向的树冠随机选取 20 颗榛果,带果苞采摘,重复 3 次。将榛果迅速带回实验室,首先测定榛果及榛仁的纵径、横径和侧径,并对带苞榛果、榛果、榛仁分别称质量,计算平均单果鲜质量、榛仁鲜质量、带苞榛果鲜质量。其中,6 月 7 日为第 1 次采样时间,平均单果鲜质量为 0.35 g,且此时榛仁还未发育形成,直到 6 月 27 日榛仁开始发育,榛仁较小,因此,6 月 27 日以后进行榛果营养成分指标的动态测定。具体处理如下:剥去果苞,去掉果壳,取出榛仁,用锡箔纸包好,标记,放于超低温冰箱,以备后期各项营养成分指标的测定。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 榛果大小及质量的测定 利用数显游标卡尺测量榛果的纵径、横径及侧径。自榛仁开始发育后,测定榛仁的纵径、横径及侧径,并计算其平均值。利用分析天平称带苞榛果鲜质量,除去果苞,去掉榛壳,分别对榛果和榛仁称鲜质量,并计算其平均值。

1.2.2 营养成分指标的测定 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定;可溶性糖及淀粉含量采用蒽酮比色法测定^[8];利用 L-8900 全自动氨基酸分析仪(日本,日立)测定不同采样时期榛果 17 种基本氨基酸的含量,详细步骤如下:去除新鲜榛果的榛壳,每个榛仁样品称质量 0.5 g 左右,置于消解罐中,首先加入 5 mL 的 6 N 盐酸,将榛仁置于微波消解仪中溶解,温度设为 110 ℃,600 W 功率条件下,爬升 15 min,接着进行 30 min 的消解;过滤,用 6 N 盐酸定容样品液至 5 mL,3 000 r/min、离心 20 min,取上清液,用 0.02 N 盐酸稀释 22.5 倍,过 0.45 μm 针筒式滤器,上样,测定 17 种氨基酸的含量^[9]。

1.3 数据处理

应用 Microsoft Excel 软件进行数据整理和绘图,SPSS16.0 软件进行数据统计分析,用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD)比较不同处理间的差异。

2 结果与分析

2.1 平欧杂种榛达维榛果三径生长发育动态

从图 1 可以看出,平欧杂种榛达维果实的纵径

在 6 月 7 日至 6 月 27 日生长缓慢,6 月 27 日至 7 月 17 日,迅速增长,7 月 27 日至 8 月 16 日生长速度变慢,表现“慢—快—慢”的单“S”形变化过程;榛果的横径在生长发育过程内则呈现出“快—慢—快”的单“S”形的变化趋势,初期横径生长较快,6 月 27 日以后生长速度变缓,7 月 27 日以后生长速度有所增加。8 月 16 日的横径值明显高于 7 月 17 日、7 月 7 日、6 月 27 日、6 月 17 日、6 月 7 日($P < 0.05$);8 月 16 日与 8 月 6 日、7 月 27 日横径的值无明显差异;榛果侧径在 6 月 7 日至 6 月 27 日增长较慢,6 月 27 日至 7 月 7 日较快,随后变慢,与榛果纵径变化基本一致,其生长过程亦显示为单“S”形的生长曲线。8 月 6 日榛果侧径明显高于 7 月 27 日及之前采样日期的侧径($P < 0.05$),8 月 16 日与 8 月 6 日相比,侧径增加差异不明显。此外,7 月 7 日以前,达维榛果三径的生长规律为横径 > 纵径 > 侧径,7 月中旬以后纵径、侧径生长加快,至采收前三径为纵径 > 横径 > 侧径。

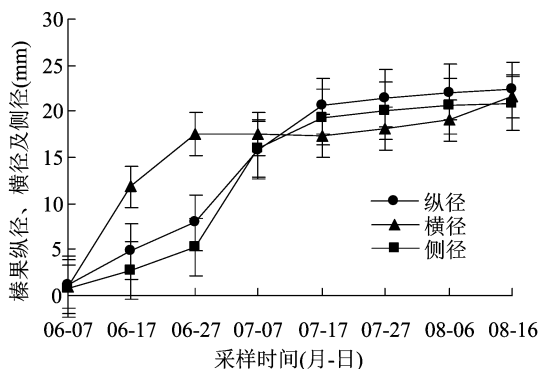


图1 不同生长发育期榛果纵径、横径及侧径的变化

2.2 平欧杂种榛达维榛果鲜质量发育动态

从图 2 可以看出,带苞鲜质量随采样时期出现了逐渐增长的变化趋势,且 8 月 16 日时带苞鲜质量值最大,明显高于 7 月 17 日、7 月 7 日、6 月 27 日、6 月 17 日、6 月 7 日($P < 0.05$);8 月 16 日与 8 月 6 日、7 月 27 日的带苞鲜质量无明显差异;单果鲜质量在榛果发育期内表现出上升的趋势,6 月 17 日至 6 月 27 日快速生长,6 月 27 日至 8 月 6 日生长缓慢。8 月 16 日的单果鲜质量明显高于其他采样日期,平均单果鲜质量为 3.25 g;6 月 27 日至 8 月 6 日的单果鲜质量均无明显差异。榛仁鲜质量随生育期的延长呈现出逐渐增加的趋势,榛仁在 6 月 27 日左右开始形成,前期明显增长,7 月 27 日至 8 月 16 日缓慢增长,8 月 16 日的鲜质量明显高于其他时期,单果榛仁鲜质量平均达到 0.97 g。

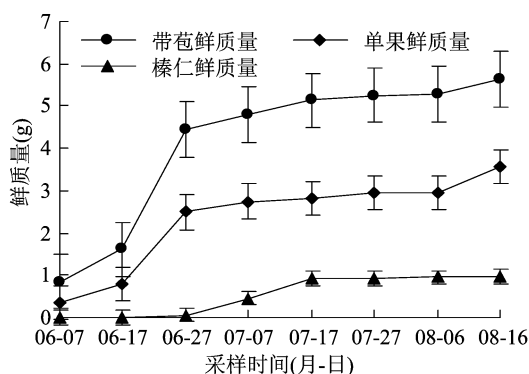


图2 不同生长发育期榛果鲜质量的变化

2.3 平欧杂种榛达维榛果干质量发育动态

从图3可以看出,平欧杂种榛达维榛果的单果干质量、榛仁干质量均随采样时期逐渐增加。单果干质量6月17日前增长较慢,在6月17日至7月7日出现第1次生长高峰,8月6日出现第2次生长高峰,总体呈现出“慢—快—慢—快”的双“S”形动态曲线;榛仁自6月27日左右显现,其干质量至7月中旬迅速增长,即榛仁快速膨大期,7月中旬至8月中旬榛仁干质量缓慢增加,并趋于稳定,即处于榛果的硬核期。

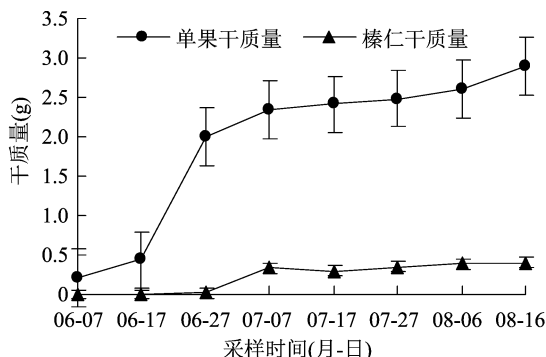
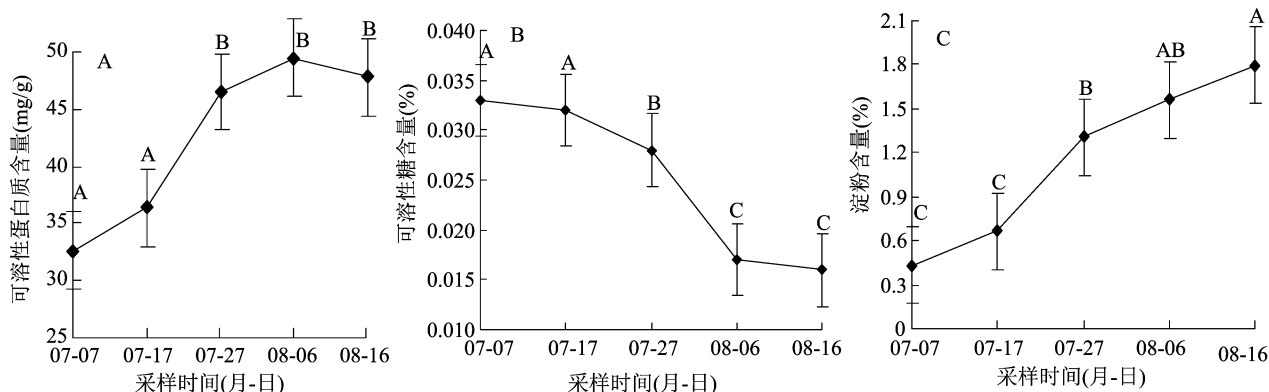


图3 不同生长发育期榛果干质量的变化

2.4 平欧杂种榛达维榛果发育期间营养成分的变化



图中不同大写字母表示不同时间差异极显著($P < 0.01$)

图4 不同生长发育期间榛果可溶性蛋白、可溶性糖及淀粉含量的变化

化规律

2.4.1 平欧杂种榛果发育期可溶性蛋白、可溶性糖及淀粉含量的变化 从图4可以看出,整个榛果发育期可溶性蛋白含量呈现先增加再减少的趋势,前期可溶性蛋白积累较快,后期有所下降,果实发育期间7月7日、7月17日之间的可溶性蛋白含量无显著性差异,7月27日、8月6日、8月26日3个时期之间差异不显著,但极显著高于前面2个时期($P < 0.01$),且8月6日达到最大值,可溶性蛋白含量为49.48 mg/g。之后又有所降低(图4-A)。

随着榛果生长发育进程,可溶性糖含量整体呈现持续下降趋势。7月7日、7月17日的可溶性糖含量没有显著差异,8月6日、8月16日的可溶性糖含量也没有显著性差异。7月27日的可溶性糖含量较高,之后可溶性糖含量迅速降低。在5个采摘时期中,榛果可溶性糖含量最高的是7月7日,为0.033%,8月16日最后1次采样时降到0.016%(图4-B)。

整个榛果发育期从采摘开始起淀粉含量呈现不断增加的趋势。8月16日淀粉含量极显著高于7月27日之前,从图4-C可以看出,7月27日为一个转折点,在此之前淀粉含量上升的斜率比较陡,至此往后的淀粉含量值上升则较缓慢,逐渐趋于稳定。7月7日采摘榛果的淀粉含量为0.432%,随着榛果发育淀粉含量逐渐增加,8月16日为1.796%,与7月7日相比,增加了3.16倍。

2.4.2 平欧杂种榛果发育期间17种基本氨基酸含量的变化 从表1可以看出,随着榛果发育期的延长,4种非必需氨基酸天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸的含量及非必需氨基酸的总量呈现出先增加后减少的趋势,17种氨基酸总量表现出逐渐增加

的规律;必需氨基酸赖氨酸亦大致呈现出了先升后降的规律;丙氨酸和必需氨基酸苯丙氨酸表现出了逐渐增加的规律;其他非必需氨基酸和 5 种必需氨基酸随着榛果的发育未发现明显的变化规律,但在不同的发育时期,各氨基酸的含量也存在明显的差异。值得一提的是,必需氨基酸中亮氨酸、苯丙氨酸,赖氨酸及必需氨基酸总量在榛果采收的后 3 个时期,即 7 月 27 日、8 月 6 日、8 月 16 日明显高于前面 3 个时期,且亮氨酸、苯丙氨酸及必需氨基酸含量均在 8 月 16 日达到最大值,必需氨基酸总量所占比也达到最高,为 32.8%;在榛果发育的各个时期均未检测到半胱氨酸的存在,7 月 27 日以前未检测到丝氨酸,酪氨酸在榛果发育前期存在,7 月 27 日以后未检测到,脯氨酸仅在 7 月 27 日检测到少量(0.195 mg/g),苏氨酸也是含量较少的氨基酸,仅在 7 月 17 日、8 月 16 日检测到少量。所有时期的检测结果均表明,不管在任何一个发育阶段,17 种氨基酸中谷氨酸含量最高,排在第 1 位,8 月 6 日最高,达 5.097 mg/g,7 月 17 日以前非必需氨基酸含量排在前三位的是谷氨酸 > 精氨酸 > 丙氨酸;而 7

月 27 日、8 月 6 日非必需氨基酸含量排在前 3 位的是谷氨酸 > 天冬氨酸 > 甘氨酸,精氨酸、丙氨酸紧随其后,8 月 16 日甘氨酸有所下降,排第 5 位。7 种必需氨基酸中含量最高的是苯丙氨酸,8 月 16 日含量最高,为 3.125 mg/g,7 月 27 日必需氨基酸含量从高到低依次为苯丙氨酸 > 缬氨酸 > 亮氨酸 > 赖氨酸 > 甲硫氨酸 > 异亮氨酸 > 苏氨酸,7 月 27 日以后采摘的榛果,必需氨基酸排在前 3 的是苯丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸。综合比较 17 种氨基酸的组成比例,可以看出,7 月 27 日至 8 月 6 日是一个转折点,7 月 27 日含量最高的是谷氨酸 > 天冬氨酸 > 甘氨酸,之后甘氨酸开始下降,苯丙氨酸明显增加;8 月 6 日前 3 名是谷氨酸 > 天冬氨酸 > 苯丙氨酸。总之,榛果的不同发育时期,17 种基本氨基酸含量不同,各种氨基酸的组成和比例也随之变化,新鲜榛果 17 种氨基酸含量可达 21.0 mg/g 左右,必需氨基酸大约是 6.9 mg/g。

2.4.3 平欧杂种榛榛果发育期间呈味氨基酸含量的变化 坚果中氨基酸的组成和含量是衡量其营养价值和感官风味的重要指标,且与呈味氨基酸组

表 1 不同生长发育期榛果 17 种基本氨基酸含量的变化

氨基酸种类	名称	含量(mg/g)					
		06-27	07-07	07-17	07-27	08-06	08-16
非必需氨基酸	天冬氨酸(Asp)	0.218	0.256	0.932	2.619	2.873	2.438
	丝氨酸(Ser)	0.000	0.000	0.000	0.953	1.011	0.767
	谷氨酸(Glu)	2.791	3.552	4.893	4.851	5.097	4.923
	甘氨酸(Gly)	0.000	0.114	0.426	2.103	2.160	1.547
	丙氨酸(Ala)	1.090	1.215	1.544	1.596	1.642	1.824
	半胱氨酸(Cys)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	酪氨酸(Tyr)	0.294	0.144	0.319	0.000	0.000	0.000
	组氨酸(His)	0.195	0.329	0.189	0.287	0.283	0.278
	精氨酸(Arg)	1.095	2.331	4.494	1.847	1.780	2.323
	脯氨酸(Pro)	0.000	0.000	0.000	0.195	0.000	0.000
	非必需氨基酸总量	5.681	7.940	12.797	14.453	14.846	14.101
必需氨基酸	缬氨酸(Val)	0.430	0.630	0.415	1.100	0.524	1.236
	甲硫氨酸(Met)	0.426	0.382	0.144	0.413	0.364	0.282
	异亮氨酸(Ile)	0.056	0.085	0.000	0.100	0.081	0.497
	亮氨酸(Leu)	0.206	0.272	0.090	0.744	0.705	0.888
	苏氨酸(Thr)	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000	0.318
	苯丙氨酸(Phe)	0.608	0.592	0.620	1.222	2.705	3.125
	赖氨酸(Lys)	0.240	0.322	0.232	0.686	0.661	0.522
	必需氨基酸总量	1.966	2.283	1.734	4.265	5.040	6.868
	必需氨基酸占比(%)	25.7	22.3	11.9	22.8	25.3	32.8
17 种氨基酸总量		7.647	10.223	14.532	18.718	19.886	20.969

成有一定的关系^[10]。呈味氨基酸一般分为鲜味、甜味、苦味及芳香族氨基酸,其中鲜味氨基酸包括天冬氨酸和谷氨酸,属于甜味氨基酸的有甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、脯氨酸及苏氨酸,苦味氨基酸侧链较长,如亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、酪氨酸、色氨酸、组氨酸、赖氨酸和精氨酸,芳香族氨基酸主要包括酪氨酸、色氨酸和苯丙氨酸^[11]。从表 2 可以看出,鲜味、甜味氨基酸的含量随榛果发育呈现出先增加再下降的变化规律,8 月 6 日鲜味氨基酸含量及比例含量最高,占 40.1%,甜味氨基酸在 7 月 27 日含量最高,占 25.9%;苦味、及芳香族氨基

酸含量基本是随榛果成熟度的增加而提高,7 月 27 日、8 月 6 日苦味氨基酸所占比例显著低于其他 4 个时期,8 月 16 日苦味及芳香族氨基酸含量最高,分别为 8.870、3.125 mg/g。综合分析可知,7 月 27 日至 8 月 6 日是鲜味、和甜味氨基酸含量最高的时期,苦味氨基酸的相对含量在这 2 个时期反而较低,甜味、鲜味氨基酸的含量与食品的味感存在正相关关系^[12],从鲜食的角度,确定冀西北地区鲜食榛果的采收时期为 7 月底至 8 月初,正值榛子干果采收前 15 d 左右。

表 2 不同生长发育期榛果呈味氨基酸含量的变化

采样日期 (月-日)	鲜味氨基酸 含量(mg/g)	鲜味氨基酸 百分比(%)	甜味氨基酸 含量(mg/g)	甜味氨基酸 百分比(%)	苦味氨基酸 含量(mg/g)	苦味氨基酸 百分比(%)	芳香族氨基酸 含量(mg/g)	芳香族氨基酸 百分比(%)
06-27	3.008	39.3	1.090	14.3	3.123	40.8	0.901	11.8
07-07	3.808	37.3	1.328	13.0	4.704	46.0	0.736	7.2
07-17	5.826	40.1	2.203	15.2	6.360	43.8	0.938	6.5
07-27	7.470	39.9	4.848	25.9	5.986	32.0	1.222	6.5
08-06	7.970	40.1	4.813	24.2	6.739	33.9	2.705	13.6
08-16	7.362	35.1	4.456	21.3	8.870	42.3	3.125	14.9

3 讨论与结论

榛果作为四大坚果之首,与核桃、杏仁、腰果一样,其可食用部分是包含在坚硬的外果皮以内的成熟种子,榛果生长初期主要是果皮的生长发育,中后期才是包含榛仁的果实生长发育过程。本研究 中平欧杂种榛达维果实的纵径及侧径的生长发育均呈现出“慢—快—慢”的单“S”形的动态曲线,而横径虽然也表现出单“S”形的生长发育规律,但却是“快—慢—快”的生长趋势,表明榛果横径的生长早于纵径、侧径,榛果发育过程中先增加的是宽度,后增加的是长度和厚度。榛果和榛仁鲜质量与榛果纵径、侧径变化规律一致,综合榛果大小和鲜质量指标的变化,平欧杂种榛果实生长发育符合“慢—快—慢”的单“S”形的生长曲线。这与王琦等 5 个平欧杂种榛果实生长动态研究中的结论^[13]一致,刘娇等在研究核桃果实生长规律 Logistic 模型时也得出了类似的结论^[14],许梦洋等研究表明,6 个薄壳山核桃品种的果实质量呈“缓慢—快速—缓慢”的生长规律^[15]。本研究中榛果干质量“慢—快—慢—快”的变化规律表明,平欧杂种榛达维生长发育过程中有 2 个生长高峰,一是榛果快速膨大期,另一个是榛仁营养物质积累期,这 2 个高峰期是

影响榛果产量和品质的关键时期,而榛仁发育后期,营养物质不断积累,但其鲜质量后期增加不显著,主要是由于发育后期榛仁含水量下降与营养物质积累相抵消的缘故。董敏等研究板栗的结论为果实体积和质量的动态变化曲线均呈双“S”形,存在 2 个明显的生长高峰^[16],与本研究结果一致。平欧杂种榛达维榛果在生长发育过程中,体积和质量在不断增加,榛仁的各项营养成分也在随之不断变化。随着榛果的发育,可溶性蛋白含量先是以较快的速率累积,此时,可溶性糖含量也维持在较高的水平,说明榛果是当时的生长中心,大量的光合产物以可溶性状态流入榛仁,如葡萄糖、蔗糖、游离氨基酸等,用于榛仁的进一步充实和发育。7 月 27 日可以看成榛仁营养物质积累的转折点,可溶性蛋白积累速度下降,其含量趋于稳定,后期甚至有所降低,而可溶性糖含量显著减少,相反,淀粉含量不断增加,此时是榛仁营养物质积累和转化旺盛的阶段,呈现可溶性糖含量与淀粉含量减少的变化趋势,存在着可溶性糖向淀粉转化的可能性,可通过研究此时期淀粉合成酶活性的变化进一步验证。榛仁发育后期脂肪酸大量合成,脂肪合成的原料来自糖类物质,糖类转化成脂肪也是可溶性糖含量下降的另一原因。冯亚莉关于杂交榛果实发育的研

究证实,乙酰辅酶 A 羧化酶在榛仁成熟期含量最高,该酶是脂肪酸合成代谢过程的关键酶,葡萄糖含量与不饱和脂肪酸含量呈显著负相关^[17]。板栗^[16]、核桃^[18]果实成熟后期也有可溶性糖含量下降的报道。榛仁成熟后期具有自然脱水干燥特性,一些大分子酶类蛋白质失活解体,推测榛仁成熟后期蛋白质含量降低可能与酶分子减少有关。

榛果富含脂肪,属于油脂种子,前人关于榛果营养价值的研究主要针对采收后的干果,对榛果油脂组成及价值的分析较多^[19-20],关于榛果蛋白质及氨基酸的组成研究较少。本研究中平欧杂种榛达维榛果 17 种氨基酸总量达到了 21 mg/g 左右,其中必需氨基酸含量在榛果发育后期占 22.8% ~ 32.8%,常君等研究了核桃^[21]、杏仁^[22]的氨基酸组成,核桃必需氨基酸占 30.4%,与这 2 种干果相比,必需氨基酸的比例不相上下,但榛果的氨基酸含量看似并没有优势,主要原因是由于本试验的样品是新鲜榛果,不同时期榛果含水量在 50% ~ 70% 之间,而核桃、杏仁的研究均采用的烘干样品,应该排除含水量的影响。此外,非必需氨基酸的总量及含量排在前几位的氨基酸动态变化规律与可溶性蛋白含量基本相符,如谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸等,均表现先升后降的规律,7 月 27 日至 8 月 6 日这一阶段不仅可溶性蛋白质的积累速率变慢,甚至含量下降,而且氨基酸的组成也发生了转变,尤其是对榛果口感风味有一定影响的呈味氨基酸的比例,这一阶段,以苯丙氨酸为首的苦味氨基酸所占比例最低,而以甘氨酸为首的甜味氨基酸和鲜味氨基酸分别在 7 月 27 日、8 月 6 日积累到最高值,因此,相比炒熟的榛子,榛果鲜食的口感更甜更香。前人在干果^[21-22]、百合^[23]、竹笋^[24]、黄花菜^[25]上均有关于呈味氨基酸的报道。河北张家口地区榛子采收季节在 8 月中旬以后,而 7 月底 8 月初鲜食榛果就可以采收了,且不需晾晒,炒熟,可使榛子提前上市 20 d 以上,极大促进了榛子产业的发展。

本试验研究了平欧杂种榛达维榛果的生长发育动态及发育期营养成分的变化规律,由榛果纵径、侧径及鲜质量的变化规律可知,平欧杂种榛果实生长发育符合“慢—快—慢”的单“S”形的生长曲线;随着榛果采收时期的延后,可溶性糖含量不断减少,淀粉含量则呈现不断上升的趋势,可溶性蛋白含量,天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、精氨酸及非必需氨基酸的含量都呈现先上升再下降的趋势,必需

氨基酸和 17 种氨基酸总量则持续增加;7 月 27 日至 8 月 6 日是可溶性蛋白和主要氨基酸积累的转折点,甜味、鲜味氨基酸含量最高,此时,鲜食榛果风味最佳且榛果的综合营养价值最高。

参考文献:

- [1] 王贵禧. 中国榛属植物资源培育与利用研究(I):榛种质资源研究[J]. 林业科学研究,2018,31(1):105-112.
- [2] 梁维坚,许万英. 欧洲榛子与平榛种间杂交杂种后代某些遗传倾向的分析[C]//中国园艺学会成立六十周年纪念暨第六届年会论文集. 上海,1989:261-264.
- [3] 解明,王道明. 辽宁省经济林产业发展状况调研(五):辽宁省平欧杂种榛产业现状、存在问题及发展建议[J]. 辽宁林业科技,2019(2):38-40,59.
- [4] 蒋江照,刘子煜,梁丽松,等. 平欧杂种榛坚果种仁发育期品质形成规律[J]. 林业科学,2018,54(12):42-51.
- [5] Haghtalab N, Shayesteh N, Aramideh S. Insecticidal efficacy of *Castor* and hazelnut oils in stored cowpea against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae)[J]. Journal of Biological Sciences,2009,9(2):175-179.
- [6] Durmaz G, Gökmen V. Effect of refining on bioactive composition and oxidative stability of hazelnut oil[J]. Food Research International, 2019,116:586-591.
- [7] 田文翰,梁丽松,王贵禧. 不同品种榛子种仁营养成分含量分析[J]. 食品科学,2012,33(8):265-269.
- [8] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 任学敏,邢会存,李金娜,等. 狼毒根、茎中蛋白质和氨基酸的分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(20):74-76.
- [10] 高桂琴,赵雪娇,仲昭欣,等. 15 种坚果果仁氨基酸组成及含量差异分析[J]. 食品安全质量检测学报,2020,11(4):1173-1179.
- [11] 李明良,陈双林,郭子武,等. 覆土栽培对高节竹笋呈味氨基酸的影响[J]. 浙江林业科技,2015,35(2):54-57.
- [12] 赵卿宇,胡锦蓉,沈群. 四种大米味感品质研究[J]. 中国粮油学报,2019,34(4):17-23.
- [13] 王琦,宋锋惠,史彦江,等. 平欧杂种榛果实生长动态与品质分析[J]. 新疆农业科学,2019,56(8):1487-1494.
- [14] 刘娇,杜春花,范志远,等. “云新高原”核桃果实生长发育规律研究[J]. 西北林学院学报,2017,32(3):113-115,133.
- [15] 许梦洋,贾晓东,罗会婷,等. 6 个薄壳山核桃品种的果实发育过程及果实结构和性状变化[J]. 植物资源与环境学报,2020,29(2):46-54.
- [16] 董敏,丁之恩,闫晗,等. 板栗种实生长发育中营养物质积累及动态模型建立[J]. 核农学报,2016,30(6):1143-1148.
- [17] 冯亚莉. 杂交榛果实发育过程中糖类与脂肪酸相关性研究[J]. 山西林业科技,2020,49(3):18-20.
- [18] 常君,任华东,姚小华,等. 薄壳山核桃‘Mahan’品种果实动态发育分析及营养物质积累规律研究[J]. 经济林研究,2019,37(3):90-94,127.

刘衍晨,白惠敏,乔 鹏,等. 蛭石为主的复合基质对辣椒植株生长发育及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(5):141-145.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.05.022

蛭石为主的复合基质对辣椒植株生长发育及产量的影响

刘衍晨^{1,2}, 白惠敏¹, 乔 鹏¹, 徐 诚^{1,2}, 白新慧¹, 张 娟^{1,2}

(1. 塔里木大学植物科学学院,新疆阿拉尔 843300;

2. 塔里木大学南疆特色果树高效优质栽培与深加工技术国家地方联合工程实验室,新疆阿拉尔 843300)

摘要:以新疆产蛭石为主,与炉渣、菇渣复配,从而筛选出适合新疆南疆地区温室辣椒生产的基质配方。试验采用随机区组设计,以纯蛭石为对照,共设 5 个处理,对不同基质配方的化学性状及辣椒株高、茎粗、叶面积及果实动态发育进行测定。结果表明: $T_3(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=2:1:1)$ 处理下辣椒株高与其他处理差异显著, $T_5(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=4:1:1)$ 处理在茎粗、叶面积、单株果数、单果质量、单株产量、折合产量较其他处理有显著提高且均优于对照。综合辣椒生长及果实品质指标可以得出,在南疆温室条件下,最适宜辣椒生长期栽培的基质配方为 $T_5(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=4:1:1)$ 。

关键词:蛭石;辣椒;株高;茎粗;单果质量;产量

中图分类号:S641.304

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2022)05-0141-05

基质是一种代替土壤为种植作物提供养分与根际环境材料^[1],富含植物生长所需要的氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)等 12 种元素^[2-3]。目前生产中常用的基质包括草炭、蛭石、炉渣等^[4],其中草炭是不可再生资源,其价格昂贵,是限制它作为基质栽培主材料的主要因素^[5]。而新疆拥有全国最大的蛭石产区,现如今蛭石也大量用作栽培基质,具有吸水性强等特性^[6],如果利用蛭石为主作为辣椒生产栽培基质,可以降低生产成本,提高农民经济收入。

辣椒(*Capsicum annuum* L.)为茄科辣椒属植物,在新疆广泛种植。目前已知无土栽培基质大多使用泥炭、蛭石、菇渣、炉渣、珍珠岩等^[7],这些基质不仅来源广、易获取,而且菇渣和炉渣价格低廉。刘超杰等的研究表明,混配基质中随着蛭石含量的增加^[8],辣椒株高、茎粗^[9]、单株叶面积^[10]和生物量逐步升高,添加保水性能良好的蛭石,有助于辣椒幼苗的生长。复配基质对辣椒纵横径^[11]、单果质量^[12]、单株产量^[13]及产量^[14]的影响不同。

本试验以猪大肠辣椒为试材,以新疆产蛭石为主要基质,复配炉渣、菇渣,以纯蛭石为对照,探究不同基质配比的化学性状以及对辣椒株高、茎粗、叶面积、单果质量、折合产量的影响,旨在筛选出适合南疆地区辣椒温室栽培的基质配方,并为温室基质栽培辣椒提供理论依据和技术支持。

收稿日期:2021-08-20

基金项目:新疆生产建设兵团科技攻关项目(编号:2018BB046)。

作者简介:刘衍晨(1997—),男,新疆哈密人,硕士研究生,主要从事设施栽培研究。E-mail:1847194299@qq.com。

通信作者:张 娟,博士研究生,副教授,研究方向为设施栽培。

E-mail:50237606@qq.com。

[19] Koyuncu M A, İslam A, Küçük M. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage[J]. Grasas y Aceites, 2005, 56(4): 263-266.

[20] Balta M F, Yanılgaç T, Aşkın M A, et al. Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19(6/7): 681-686.

[21] 常 君, 张潇丹, 王开良, 等. 不同薄壳山核桃无性系种仁氨基酸组成的比较[J]. 经济林研究, 2020, 38(4): 125-133.

[22] 张俊环, 张美玲, 姜凤超, 等. 不同种和品种杏资源种仁中的重要营养成分评价[J]. 中国果树, 2021(2): 49-54.

[23] 王馨雨, 王蓉蓉, 王 婷, 等. 不同品种百合内外鳞片游离氨基酸组成的主成分分析及聚类分析[J]. 食品科学, 2020, 41(12): 211-220.

[24] 莫润宏, 汤富彬, 丁 明, 等. 雷竹笋不同部位的游离氨基酸含量[J]. 浙江农业科学, 2012, 53(7): 961-963.

[25] 刘 伟, 张 群, 李志坚, 等. 不同品种黄花菜游离氨基酸组成的主成分分析及聚类分析[J]. 食品科学, 2019, 40(10): 243-250.