

我国母乳宏量营养素分析研究进展

刘翠平, 苏米亚, 齐晓彦, 陈文亮, 郭艳红, 贾宏信

(光明乳业股份有限公司乳业研究院, 乳业生物技术国家重点实验室, 上海 200436)

摘要 综述了近年来我国母乳蛋白质、脂肪和碳水化合物3种宏量营养素分析的研究进展, 分析了乳母膳食营养及不同泌乳期对宏量营养素组成的影响, 以期对乳母调整膳食合理营养、母乳成分深入研究以及婴幼儿配方食品开发提供一些参考。

关键词 母乳; 蛋白质; 氨基酸; 脂肪; 脂肪酸; 碳水化合物

中图分类号 S3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)32-12610-04

Research Progress on Macro Nutrients of Chinese Breast Milk

LIU Cui-ping et al (Dairy Research Institute, Bright Dairy and Food Co. Ltd, State Key Laboratory of Dairy Biotechnology, Shanghai 200436)

Abstract Research progress on three kinds of macro nutrients, namely protein, fat and carbohydrates, of Chinese breast milk in recent years was reviewed. Effects of dietary nutrition and different lactation of lactating mother on components of macro nutrients was analyzed, so as to provide reference for adjusting diets to improve nutrients composition of breast milk, further study of breast milk composition and development of infant formula foods.

Key words Breast milk; Protein; Amino acids; Fat; Fatty acids; Carbohydrate

母乳为婴儿最佳食品, 含有婴儿生长发育所需的营养物质, 有“白色血液”之称, 是婴幼儿配方粉的金标准。母乳喂养的婴儿不仅智力和体力发育好, 而且抵抗力强。蛋白质、脂肪和碳水化合物宏量营养素是母乳中的主要营养成分, 对婴幼儿的生长发育有着十分重要的意义。笔者对我国母乳宏量营养素营养成分研究进展进行了综述, 为探讨母乳宏量营养素组成与饮食的关系、提倡母乳喂养、指导科学喂养婴儿和母乳化婴幼儿配方食品的研制提供理论依据。

1 母乳宏量营养素研究概况

我国母乳宏量营养素调查开始于1983年, 此后逐渐增多, 20世纪80年代主要集中在北京地区, 90年代主要集中在上海地区, 21世纪初调查地区分布较广, 涉及11个省和直辖市, 但仍以北京和上海居多; 2012年后尚未有文献报道。20世纪80年代研究内容主要集中在母乳宏量营养素含量分析, 对蛋白质氨基酸组成和脂肪脂肪酸的组成结合膳食调查进行了分析; 20世纪90年代主要集中在母乳脂肪酸组成尤其是对婴儿中枢神经系统发育有重要作用的婴儿体内不能合成的必需多不饱和脂肪酸的分析, 并对不同泌乳期脂肪酸和氨基酸组成进行了分析; 21世纪初, 研究仍以母乳脂肪酸分析为主, 对不同地区母乳脂肪酸组成分析进行比较, 对母乳宏量营养素组成进行了全面分析。

2 母乳蛋白质分析研究进展

母乳中蛋白质是新生儿构造机体的物质基础, 机体的每一个细胞和所有重要活性物质都要蛋白质参与。母乳中蛋白质含量随着泌乳期的延长其含量下降, 氨基酸的组成含量也会发生相应变化。

2.1 母乳蛋白质含量分析 由表1可知, 母乳调查常乳蛋白质平均含量在1.2%左右居多。Packard^[1]认为母乳常乳

的蛋白质含量比较恒定, 除在膳食蛋白质质量差且摄入量又严重不足的情况以外, 一般不受膳食蛋白质摄取量的影响。目前调查与Packard理论较为一致。1987年王文广等^[2]调查北京等地区母乳中营养成分, 乳母蛋白质的摄取量以城区较好, 远郊次之, 近郊较差。但蛋白质含量均在1.2%左右, 地区间无明显差别。虽然乳母蛋白质摄取量有差异, 但摄取量都是适宜的, 对乳汁中蛋白质含量的影响不明显。赵熙和和徐志云等^[3]报道了北京城区、近郊、远郊及江西某农村91名分娩后1~6月乳母乳汁中蛋白质及氨基酸含量。结果表明, 江西农村乳母每日摄入的蛋白质量远低于北京地区乳母, 其乳汁中含氮量亦较北京地区母乳的为低。江西乳母乳汁中粗蛋白质含量显著低于其他3组。北京3组乳母乳汁中粗蛋白质均无显著差异。用氨基酸总量来表示母乳中真正蛋白质含量时, 江西母乳与北京3组则差异不显著。

表1 母乳中蛋白质的含量

调查时间	调查地区	调查例数	蛋白质含量//%		
			初乳	熟乳/常乳	
20世纪80年代	北京 ^[2]	城区	80	1.20	
		郊区	34	1.20	
	北京 ^[3]	远郊	51	1.20	
		城区	26	1.14	
21世纪初	江西 ^[3]	郊区	30	1.24	
		远郊	26	1.19	
	湖北 ^[4]	农村	9	1.05	
		城市	113	1.64	1.06~1.27
	上海 ^[5]	农村	109	1.79	0.99~1.43
		城区	90		1.92
21世纪初	南宁 ^[6]	郊区	30	1.18	
			120	1.32~1.89	
	内蒙古 ^[7]	7	1.33		
		66		1.20	

乳母膳食蛋白质摄取在适宜范围内母乳中蛋白质含量受乳母膳食结构的影响较小, 但受泌乳阶段的影响较大, 初

基金项目 科技部农业科技成果转化资金项目(2012GB2C000141)。

作者简介 刘翠平(1979-), 女, 山东济宁人, 工程师, 硕士, 从事婴幼儿配方乳制品的研发。

收稿日期 2013-10-11

乳蛋白质含量明显高于熟乳。21 世纪初母乳调查发现上海城区母乳中蛋白质含量明显高于其他城市,平均值达 1.92%,一方面与乳母每日膳食蛋白质摄入量高于 RDA 标准有关,另一方面可能主要与母乳样品采集阶段处于过渡乳期(产后 8~10 d)有关。2003 年,江蕙芸、陈红慧和王艳华等^[6]调查南宁市母乳汁中营养素含量,随着泌乳期的延长,乳汁中蛋白质含量逐渐下降,但均高于大多数文献报道,蛋白质含量与乳母膳食有很大关系,膳食调查发现南宁市乳母蛋白质摄入量均超过 DRIS 标准,尤其是在产后 1 个月内。

2.2 母乳蛋白质氨基酸组成分析 新生儿肠道中的消化酶发育不成熟,对蛋白质消化能力有限,许多国家对母乳喂养和配方乳喂养婴儿的血浆氨基酸研究表明^[8]婴儿对母乳中必需氨基酸的吸收更为完全,说明母乳中氨基酸成分更适合婴儿的营养需要。

2.2.1 母乳蛋白质氨基酸与膳食结构关系。乳母膳食会影响母乳蛋白质氨基酸组成。赵熙和和徐志云等^[3]调查北京城区、近郊、远郊及江西某农村 91 名分娩后 1~6 月母乳汁中氨基酸含量,发现 4 个地区氨基酸总量(18 种氨基酸之和)无显著差异,但江西地区母乳汁中酪氨酸、赖氨酸及异亮氨酸含量较低。

2.2.2 母乳蛋白质氨基酸与泌乳阶段关系。翁梅倩等^[9]研究表明随着泌乳期延长,母乳中蛋白质总量不断下降,构成蛋白质的氨基酸含量亦逐渐下降,足月儿母乳初乳氨基酸含量较成熟乳中平均高 1.57 倍。不论母初乳、过渡乳或成熟乳,其中谷氨酸/谷氨酰胺均是构成蛋白质的氨基酸中含量最为丰富的氨基酸,因为在新生儿期胃肠道发育尚不成熟,将肠道中的物质转化为能量供人体需要的能力差,而谷氨酸/谷氨酰胺则成为肠道中的主要能源物质,参与三羧酸循环供能;当机体谷氨酰胺缺乏,可导致肠粘膜萎缩。谷氨酸还能够提高锌的吸收,并被认为与是大脑兴奋性有关的一种重要的神经传递物质,在保持机体的氮平衡中起到作用。其次为亮氨酸、天冬氨酸和脯氨酸,而含硫氨基酸半胱氨酸和蛋氨酸则是构成蛋白质的氨基酸中含量最少的氨基酸;母乳中构

成蛋白质的氨基酸中亮氨酸和天冬氨酸的含量在不同哺乳乳期虽然呈下降趋势,但始终保持在较高水平,亮氨酸可以促进蛋白质的合成,延迟蛋白质的降解;新生儿的出生体重与其体内亮氨酸的量呈正相关。

张兰威和周晓红^[10]的分析结果与翁梅倩等结论相似,人乳氨基酸总量随泌乳期(尤其是初乳阶段)延长而有很大下降,蛋白水解氨基酸中以谷氨酸含量最多,占蛋白水解氨基酸总量的 15.14%(初乳期)、18.11%(常乳第 1 个月)和 19.10%(常乳第 2 个月);亮氨酸为第 2 位结构氨基酸,天门冬氨酸为第 3 位氨基酸,而异亮氨酸在第 2 泌乳月后由第 4 位被脯氨酸和赖氨酸取代,说明人乳在各阶段蛋白水解氨基酸在变化。

徐丽、杜彦山和马健等^[11]调查河北某地区母乳氨基酸组成,18 种氨基酸组成含量随着泌乳期的延长大致呈下降趋势,谷氨酸、亮氨酸和天门冬氨酸与翁梅倩、张兰威等研究结论相一致,谷氨酸含量在 4 个泌乳阶段处于最高水平,亮氨酸和天门冬氨酸在不同泌乳期呈下降趋势,但与其他氨基酸相比仍保持较高水平。色氨酸处于最低水平,与翁梅倩报道的半胱氨酸和蛋氨酸是构成母乳蛋白质的氨基酸中浓度最少的氨基酸不一致。产生这种差异的原因可能与产妇膳食摄入的蛋白质差异有关。

2.3 母乳蛋白质种类及组成分析 母乳蛋白质主要有酪蛋白和乳清蛋白 2 类。乳清蛋白主要包括乳铁蛋白、 α -乳白蛋白和免疫球蛋白。酪蛋白主要是 β -酪蛋白和 κ -酪蛋白。母乳蛋白质易于消化,大部分都参与新生儿免疫性和非免疫性的防御作用。初乳中乳清蛋白与酪蛋白的比例是 90:10,常乳中乳清蛋白与酪蛋白的比例是 60:40,泌乳后期人乳乳清蛋白与酪蛋白的比例是 50:50^[12]。

受检测方法的局限,目前报道国内研究母乳中乳清蛋白及酪蛋白种类及组成文献较少。2009 年 SHI YD 等^[7]调查了内蒙古地区不同泌乳阶段(初乳、过渡乳、成熟乳)母乳基本组成,分析了乳清蛋白组成,乳清蛋白占总蛋白 66.7%,以 α -乳清蛋白,乳铁蛋白和 SIgA 为主(表 2)。

表 2 母乳蛋白质组成

种类	α -乳清蛋白//mg/ml	乳铁蛋白//mg/ml	血清白蛋白//mg/ml	IgM 含量//mg/ml	IgG 含量//mg/ml	IgA 含量//mg/ml
初乳	3.23 ± 0.34	3.04 ± 0.16	0.27 ± 0.05	0.12 ± 0.03	0.46 ± 0.08	1.48 ± 0.30
过渡乳	3.11 ± 0.16	3.01 ± 0.10	0.30 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.22 ± 0.15	1.07 ± 0.14
成熟乳	2.45 ± 0.47	2.05 ± 0.37	0.19 ± 0.26	0.08 ± 0.02	0.19 ± 0.11	0.33 ± 0.26

3 母乳脂肪分析研究进展

母乳脂肪是婴儿能量的主要来源,不仅可提供 0~6 月婴儿所需能量的 45%~50% 和 35%~40% (6~12 月)左右,而且可提供婴儿生长发育所必需脂肪酸,母乳中存在的亚油酸和 α -亚麻酸是婴儿体内不能合成的 2 种必需脂肪酸,被婴儿吸收后在体内合成其他脂肪酸。母乳中还存在一些长链多不饱和脂肪酸,如花生四烯酸(ARA)和二十二碳六烯酸(DHA)对婴幼儿脑和视网膜发育有非常重要的作用^[13]。

3.1 母乳脂肪含量分析 由表 3 可知,母乳脂肪含量差异

较大,而且同一地区不同泌乳期脂肪含量也变化较大。目前调查报道母乳脂肪最低含量为初乳 1.08%,熟乳 2.26%,除内蒙古地区初乳脂肪含量高于熟乳外,其他地区初乳脂肪含量均低于熟乳脂肪含量,可能与内蒙古地区特殊的膳食特点有关。

3.2 母乳脂肪酸组成分析 国内自 20 世纪 80 年代开始有人研究母乳的脂肪酸组成,自 20 世纪 90 年代至 21 世纪初国内学者对母乳脂肪酸组成进行了大量研究,分析了母乳的脂肪酸组成,并比较了不同膳食结构地区或不同泌乳阶段母乳

脂肪酸的差异。

表3 母乳脂肪含量调查

调查时间	调查地区	调查例数	脂肪含量//%	
			初乳	熟乳/常乳
20 世纪 80 年代	北京 ^[2]	城区	3.16	3.78
		郊区		3.31
	远郊	3.08		
21 世纪初	湖北 ^[4]	城市	1.08	2.40~4.72
		农村	2.79	3.55~4.14
	上海 ^[5]	城区	3.45	2.88
		郊区		2.26
南宁 ^[6]	120	3.73~3.98		
内蒙古 ^[7]	7			
	66		3.04	

金桂真等^[14]对 221 例乳脂脂肪酸组成的研究表明 3 个地区的母乳中所含的主要 3 种脂肪酸为:油酸,棕榈酸和亚油酸。含量较低的有硬脂酸、豆蔻酸、月桂酸和 16 碳烯酸。亚麻酸和 20 碳不饱和脂肪酸含量较少,另外还含有少量芥酸。同一地区的乳脂组成模式基本相同,即在不同哺乳期未见到脂肪酸组成有明显变化。

母乳脂肪中 45%~55% 是饱和脂肪酸,大多数饱和脂肪酸是棕榈酸,而且棕榈酸超过 70% 分布在 Sn-2 位;母乳脂肪中 15%~20% 是多不饱和脂肪酸,不饱和酸主要分布在 Sn-1,3 位^[15-16]。但对中国母乳脂肪酸在甘三酯位置的分布研究国内尚未有报道。

3.3 母乳脂肪酸组成与膳食结构的关系 生活在不同地区的乳母由于饮食习惯和生活方式不同,对母乳脂肪酸组成(脂肪酸的百分含量)有显著影响。ZHANG WL 等^[17]进行了上海市区、上海郊区和浙江舟山地区母乳中脂肪酸的含量比较,结果发现上海市区产妇成熟母乳中亚油酸的含量显著高于郊区崇明县产妇母乳中亚油酸的含量,也显著高于浙江舟山地区成熟母乳中亚油酸的含量;母乳中二十二碳六烯酸的含量在浙江舟山地区显著高于上海市区和上海郊区母乳中 DHA 的含量,差异有非常显著性意义;母乳中亚麻酸和花生四烯酸的含量在上海市区和郊县以及与浙江舟山地区之间差异无显著性意义。

结合膳食调查分析发现,浙江舟山群岛居民由于膳食中鱼和海产类食物较多,故母乳中 DHA 的含量较上海地区较高,但亚油酸的含量却明显低于上海市区。由于不同地区饮食习惯不同,导致了母乳中 PUFA 含量有较大差异。

ZHANG WL 等^[18]对我国东部的上海市区和西部的重庆市母乳脂肪酸组成分析比较发现重庆市成熟乳中中亚油酸的含量显著低于上海市,上海市成熟乳中 DHA 显著高于重庆市。Jing Li 和 Yawei Fan 等^[19]分析了我国 5 个城市(广州、上海、南昌、哈尔滨、呼和浩特),高颐雄和张坚等^[20]分析了我国 3 个不同地理环境地区(江苏句容、山东日照和河北徐水)的母乳脂肪酸组成,与张伟利等研究结论基本一致。Jing Li 和 Yawei Fan 等研究还表明脂肪酸模式与饮食食品类型及加工方式有关,南部和中部地区比 2 个北方城市有显著较高水平反式脂肪酸和共轭亚油酸,在我国几乎所有母乳样品都能检测少量芥酸,与油炸菜籽油的使用有关。

3.4 母乳脂肪酸组成与泌乳阶段关系 母乳脂肪酸组成不仅受饮食习惯和膳食结构的影响,不同泌乳期组成也有差异。戚秋芬和吴圣楣等^[21]分析了母乳中脂肪酸含量的动态变化,结果发现初乳、过渡乳、成熟乳中各脂肪酸绝对含量从前段、中段至后段都是逐渐增高的。而在各泌乳期母乳中各脂肪酸的百分组成在一次喂奶时前、中、后段间没有差异,这与金桂真等研究结果相一致。但母乳中各脂肪酸的百分含量随泌乳期延长而发生改变,中链脂肪酸百分含量在初乳中最低,以后逐渐升高,与 Shi Yu Dong 等^[12]调查结果相一致。

这种变化与乳腺组织以乙酰辅酶 A 延长碳链合成脂肪酸功能的成熟有关;LA 和 LNA 的长链多价不饱和衍生物 AA 和 DHA 在初乳尤其第 1、2 天含量很高,此后逐渐下降。张伟利等^[22]调查表明初乳中 AA 和 DHA 的含量显著高于成熟乳中 AA 和 DHA 的含量;Jing Li 和 Yawei Fan 等^[19]对我国 5 个城市(广州、上海、南昌、哈尔滨、呼和浩特)母乳分析也发现初乳中 AA 和 DHA 均高于成熟乳中 AA 和 DHA,与戚秋芬等研究结果相一致。随着人民生活水平的提高,母乳中脂肪酸组成会发生一些变化,检测技术发展带来检测手段的提高,对母乳脂肪酸的成分分析更加精确。

4 母乳碳水化合物分析研究进展

母乳中的碳水化合物以乳糖为主,此外还有少量葡萄糖、半乳糖、糖胺、含氮低聚糖(寡糖)等,乳糖系双糖,由 2 个单糖即葡萄糖和半乳糖在乳腺泡细胞中合成,乳糖摄入后在肠道中由乳糖酶分解,分离到的半乳糖再在肝脏内转变成葡萄糖部分乳糖进入大肠,被双歧杆菌酵解成乳酸和醋酸,使粪便呈酸性,不利于致病菌的生长。乳糖还能够促进对钙与镁的吸收^[11]。

由于母乳中具有生物活性的寡糖种类多,含量少,还没有成熟的检测方法来分析母乳中的寡糖,目前国内对母乳碳水化合物的分析较少,主要是检测母乳中乳糖的含量。由表 4 可知,母乳常乳中乳糖含量最低是 5.91%,最高 8.1%,北京及上海城区与郊区母乳乳糖含量均差异不显著。钱继红等与江蕙芸等均认为碳水化合物的含量与饮食关系不大。周韞珍调查表明乳糖含量随月龄增加而上升,但不同泌乳阶段乳糖含量差异不显著。

表4 我国母乳乳糖含量的调查结果

调查时间	调查地区	调查例数	乳糖含量//%	
			初乳	熟乳/常乳
20 世纪 80 年代	北京 ^[2]	城区	80	7.80
		郊区		7.50
	远郊	8.10		
21 世纪初	湖北 ^[4]	城市	5.70	5.91~6.62
		农村	6.66	7.07~7.53
	上海 ^[5]	城区	90	7.68
		郊区		8.04
南宁 ^[6]	120	7.56~8.04		
内蒙古 ^[7]	7	6.79		
	66		6.65	

5 展望

母乳中含有影响婴幼儿生长发育的重要营养物质,母乳喂养有无可替代的优势。随着泌乳期的变化,母乳许多营养

成分也是动态变化的,而且母乳的营养成分受乳母膳食营养、饮食习惯和地域等因素的影响,乳母可通过膳食的调整来弥补母乳营养成分的不足。目前对我国母乳宏量营养素中生物活性蛋白调查分析较少,对寡糖以及脂肪酸结构组成的调查分析还没有深入开展,随着人们对母乳营养成分认识的逐渐深入,必将促进母乳喂养的普及,同时必将大大促进婴幼儿配方食品行业的进步改善,使其营养价值无限接近母乳,对于提高人口素质具有深远意义。

参考文献

- [1] PACKARD V S. Human milk and Infant formula [M]. Academic Press INC (London) Ltd, 1982; 16.
- [2] 王文广,付爱忠,殷太安,等.北京市城乡乳母的营养状况、乳成分、乳量及婴儿生长发育关系的研究[J].营养学报,1987,9(4):338-342.
- [3] 赵熙和,徐志云,王燕芳,等.北京市城乡乳母营养状况、乳成分、乳量、及婴儿生长发育关系的研究IV [J].营养学报,1989,9(3):2227-332.
- [4] 周毓珍,苏宜香,林敏,等.乳母营养与乳汁成分分析[J].营养学报,1987,9(3):227-233.
- [5] 钱继红,吴圣楣,张伟利,等.上海地区母乳成分调查[J].上海医学,2002,25(7):396-398.
- [6] 江蕙芸,陈红慧,王艳华,等.南宁市乳母乳汁中营养素含量分析[J].广西医科大学学报,2005,22(5):690-692.
- [7] SHI Y D, SUN G Q, ZHANG Z G, et al. The chemical composition of human milk from Inner Mongolia of China [J]. Food Chemistry, 2011, 127(3):1193-1198.
- [8] RIGO J, SALLE B L, CAVERO E, et al. Plasma amino acid and protein concentrations in infants fed human milk or a whey protein hydrolysate formula during the first month of life [J]. Acta Paediatr, 1994, 83(2):127-31.

- [9] 翁梅倩,田小琳,吴圣楣,等.足月儿和早产儿母乳中游离和构成蛋白质的氨基酸含量动态比较[J].上海医学,1999,22(4):217-222.
- [10] 张兰威,周晓红.人乳早期乳汁中蛋白质、氨基酸组成与牛乳的对比分析[J].中国乳品工业,1997,25(3):39-41.
- [11] 徐丽,杜彦山,马健,等.河北省某地区母乳氨基酸与脂肪酸含量调查[J].食品科技,2008(4):231-233.
- [12] BLANC B. Biochemical aspects of human milk-comparison with bovine milk [J]. World Review Nutrition and Dietetics, 1981, 36:1-9.
- [13] 中国营养学会.中国居民膳食营养素参考摄入量 Chinese DRIs [M].北京:中国轻工业出版社,2000.
- [14] 金桂真,王春荣,龚俊贤,等.北京市城乡乳母的营养状况、乳成分和婴儿摄入母乳且与生长发育的关系——III 母乳的脂质分析[J].营养学报,1988,10(2):134-144.
- [15] 郭本恒.乳品化学[M].北京:中国轻工业出版社,2001:247-267.
- [16] BRECKNRIDGE W C, MARAI L, KUKSIS A. Triglyceride structure of human milk fat [J]. Can L Biochem. Aug, 1969, 47(8):761-769.
- [17] ZHANG W L, WU W M, QIAN J H, et al. Comparison of contents of polyunsaturated fatty acids of breast milk among different regions of China and between colostrums and mature milk [J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2004, 8(12):2389-2391.
- [18] ZHANG W L, CHEN A J, JIANG M H, et al. Fatty acid composition of human breast milk in Shanghai and Chongqing of China [J]. J Clin Pediatr, 2011, 29(3):201-207.
- [19] LI J, FAN Y, ZHANG Z, et al. Evaluating the trans Fatty Acid, CLA, PUFA and Erucic Acid Diversity in Human Milk from Five Regions in China [J]. Lipids, 2009, 44:257-271.
- [20] 高颀雄,张坚,王春荣,等.中国三地区人成熟母乳脂肪酸含量的研究[J].卫生研究,2011,40(6):731-734.
- [21] 戚秋芬,吴圣楣,张伟利.母乳中脂肪酸含量的动态变化[J].营养学报,1997,19(3):325-332.
- [22] 张伟利,吴圣楣,钱继红,等.母乳中二十二碳六烯酸及花生四烯酸含量的观察[J].中华围产医学杂志,2002,5(1):52-54.

(上接第 12588 页)

分别为 10.98%、14.29% 和 22.83%。

表 1 不同施肥组对辣椒地下害虫的控害效果

处理	总株数	受害株数	受害率 %	相对控害 效果//%
A	630	13b	2.07 b	64.81 c
B	630	6c	0.96 c	83.68 b
C	630	0d	0.00 d	100.00 a
D	630	34a	5.40 a	8.17 d
E	630	37a	5.88 a	

注:同列不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

表 2 不同施肥组对辣椒产量的影响

处理	面积 m ²	质量 kg	产量 kg/hm ²	增产比 %
A	120	384.56 b	32 062.95 b	10.98 b
B	120	396.03 ab	33 019.35 ab	14.29 ab
C	120	425.61 a	35 485.65 a	22.83 a
D	120	388.84 b	32 419.80 b	12.21 b
E	120	346.52 c	28 891.35 c	

注:同列不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

3 小结与讨论

研究表明,采用取垄移栽窝施技术,7.4% 有机药肥 1 200、1 500、1 800 kg/hm² 对辣椒地下害虫有较好的控制效果,控害率最高可达 100%。同时,增产效果显著,3 个处理产量均高于对照 3 168.6 kg/hm² 以上。

有机肥是生产无公害农产品推荐使用的肥料。有机药肥中含有烟碱,对常见的地下害虫如地老虎、蛴螬、蚂蚁等有毒杀和驱避作用。因此,加烟末的有机药肥具有控害和增产的作用,可在生产中推广使用。从控害与增产效益看,以推广用量 1 800 kg/hm² 为佳。

参考文献

- [1] 赵善欢,慕立义,吴文君,等.植物化学保护[M].3版:北京:中国农业出版社,2000:304.
- [2] 娄予强,叶燕萍,张林辉,等.生物农药资源——鱼藤的研究进展[J].农业科技通讯,2010,38(3):108-110.
- [3] 陈小华,朱洪光.农作物秸秆产沼气研究进展[J].农业工程学报,2007,23(3):279-283.
- [4] 卢怡,苏有勇.沼肥对大棚芹菜生长影响的研究[J].安徽农业科学,2011,39(4):2143-2145.
- [5] 章文波,陈红燕.实用数据统计分析及 SPSS12.0 应用[M].北京:人民邮电出版社,2006.