

# 婴儿配方食品研究

吴加根

姚惠源

(粮油系)

**摘要:** 本文对以谷、豆类基础的婴儿食品的营养配方与制作工艺进行了研究, 并对婴儿食品的资源开发、制作为工艺提出了见解。

**主题词:** 婴儿食品; 配方; 营养

婴儿时期是人体生长、发育最快和最重要的时期, 单位体重对营养的需要远远超过成人。现在我国每年有1500万婴儿出生, 到本世纪末累计将有二亿婴儿出生, 我国在控制人口数量的同时, 还必须提高人口的素质, 而婴儿时期是个关键, 婴儿时期的体格和智力发育将影响终生。联合国《儿童权利宣言》提出: “人类应当将它拥有的最好的东西给予儿童”。母乳固然是婴儿最好的天然食品, 然而不是每个母亲都能做到母乳喂养。因此必须以优质的婴儿食品予以补充。《全国儿童生活用品发展要点》提出: “七五”期间我国儿童食品要以超前速度发展, 儿童食品的发展重点是解决缺奶的婴儿主食品, 到1990年断奶食品要从1万吨提高到4万吨, 而目前我国婴儿食品的生产, 不但品种少, 产量低, 质量差, 而且规格很不统一, 与发达国家相比存在着明显的差距。所以婴儿配方食品的研究是关系到亿万儿童健康成长, 关系到中华民族子孙后代兴旺发达的一件大事。本研究致力于解决以谷、豆类等基础的婴儿配方食品的科学配方与适合我国国情的生产工艺。

## 1 研究与试验

### 1.1 挤压膨化生产婴儿粉工艺的研究

膨化技术是一种节能, 便于贮存, 提高原料利用率和消化吸收率以及生产效率的一种新型加工技术。在国外已广泛应用于食品、饲料、医疗等领域。国内外大量研究表明: 膨化对于淀粉质和蛋白质为主的原料; 可使其结构发生变化, 宏观上体积增大, 微观上呈蜂窝状或片状结构, 膨化使淀粉解体, 糊精和还原糖增加, 还原能力增强,  $\alpha$ 化度增高; 膨化使蛋白质发生不可逆变性, 高分子物质发生降解, 胨、肽、缩氨酸和氨基酸增加; 膨化使脂肪分解而减少。伴随着上述变化, 水溶性成分显著增加。显然是婴儿食品的理想加工工艺。本研究的目的在于, 试验和鉴别膨化技术对去除大豆中的抗营养物质, 胰蛋白酶抑制剂活性, 脲酶活性

及豆腥味和苦味的效能，并寻找最佳的工艺条件。

1.1.1 试验材料与方法

(1) 材料及参数

大豆、玉米、大米。粒度10~30目，水分12~20%。挤压膨化机使用自行设计的试验挤压膨化机

产量：15~20公斤/小时

耗用功率：3.7千瓦

加热耗用功率：1.7千瓦

螺杆直径：φ45毫米

螺杆转速：40~100转/分

模头孔直径：φ3毫米

(2) 方法

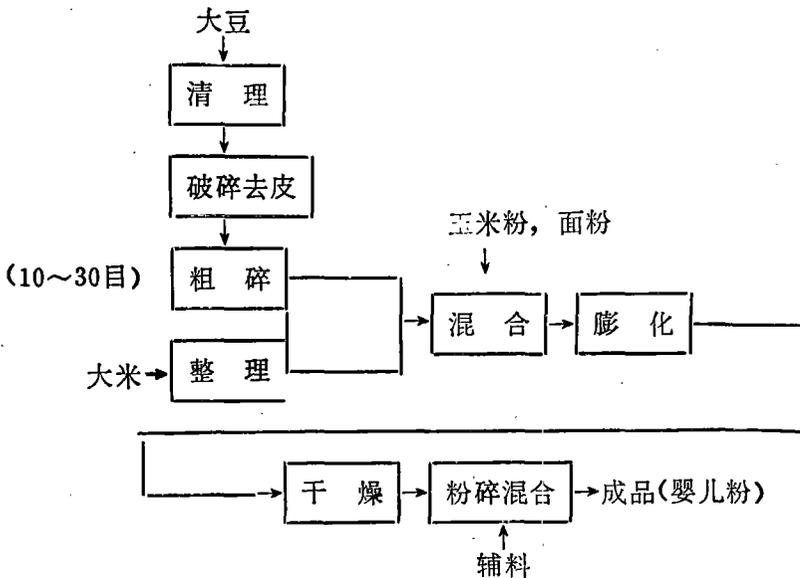
将大豆、谷物按婴儿对蛋白质、脂肪和热量所需要的理想配比，对不同水分的原料进行膨化试验，对膨化物经气流干燥后进行粉碎，所得膨化粉进行以下检测。

胰蛋白酶抑制剂活性测定——A.O.C.S Tentative Method

脲酶活性度检验——纳氏比色法

糊化度测定——淀粉糖化酶法

挤压膨化工艺流程



水分由8~12%降至5%

1.1.2 试验结果与分析

试验结果见表1和表2。

表1 膨化工艺对去除大豆有害因子的效果

原料及配比	水分 (%)	挤压条件			膨化物经碎粉后的水分 (%)	大豆中胰蛋白酶抑制物残留 (TI) (%)	脲酶测定	
		滞留时间	挤压膨化温度 (°C)					
			前	中				后
大豆					11	100	阳性	
大豆 玉米 大米 0.8 1 1.15	13	1'33"	40	63	150	7.4	7.21	阴性
大豆 玉米 大米 0.8 1 1.15	20	1'17"	40	64	150	12.30	5.14	阴性
大豆 面粉 大米 0.8 1 1.15	13	1'10"	40	64	150	8.9	20.39	微阳性
大豆 面粉 大米 0.8 1 1.15	20	1'35"	48	52	140	11.50	2.32	阴性

表2 不同原料与水分经挤压膨化后的淀粉α化程度

原料与配比	水分 (%)	挤压膨化条件			挤压膨化情况与膨化物结构和香味	淀粉α度 (%)	
		滞留时间	温度 (°C)				
			前	中			后
大米	13~14	1'30"	60	100	140	连续膨化、结构均匀，味香	94.2
玉米	13~14	1'30"	60	100	140	连续膨化、结构均匀，味香	95.6
粳米	13~14	1'30"	60	100	150	连续膨化，结构均匀，味香	95.1
面粉	13~14	1'30"	60	100	150	膨化尚能连续、结构僵硬，膨化不好，生味	76.3
大米：面粉 1.15 1	13~14	1'30"	60	100	150	能连续膨化，结构不很均匀，味不香	87.2
大米：大豆 2 0.8	14	1'30"	60	110	140~150	连续膨化，结构均匀，味香	91.1
粳米：大豆 2 0.8	14	1'30"	60	110	140~150	连续膨化，结构均匀，	90.6
大米：面粉：大豆 1.15 1 0.8	13	1'30"	60	110	140~150	不能连续膨化，生味	49.9
大米：面粉：大豆 1.15 1 0.8	20	1'30"	80	120	150~160	能连续膨化，结构均匀，味香	93.4
玉米：面粉：大豆 1.15 1 0.8	20	1'30"	80	120	150~160	能连续化，结构均匀，味香	92.6

表1数据表明,大豆与玉米、大米、面粉等谷物以不同配比混合,用挤压,工艺化处理能够使胰蛋白酶抑制剂失去活性,脲酶试验呈阴性,证明挤压膨化工艺可以除去大豆中的有害因子。当原料水分较高时,在相应温度下,适当增加受热时间,胰蛋白酶抑制剂活性残留可进一步降低。

表2数据表明,大米、玉米、粳米等谷物在自然水分时即能较好地进行挤压膨化,能使淀粉达到90%以上的糊化度。当以上谷物中混以20%左右的大豆时,同样能达到90%以上的淀粉糊化度。凡混有面粉的混合物只有调湿至较高水分时,在稍高温下,才能获得较好的膨化物和较高的淀粉糊化度。这与挤压膨化物的机理有关,因为谷物在膨化机中具备了能量条件,当骤释至常态时,就朝着混乱度增大即熵增加的方向进行,就发生了膨化。由于面粉粒度太细,所以糊化效果就较差。由此可知,谷物和豆类进行挤压膨化,需具有一定的粒度,一般为10~30目为宜,而且大豆在谷物中的比例一般要小于30%。

## 1.2 婴儿食品营养配方的研究

婴儿生长发育的生理特点是婴儿食品配方设计的科学依据,婴儿食品不仅需要丰富的营养素,而且还必须容易被婴儿消化吸收。由于婴儿不同月龄的生理针对性很强,所以婴儿食品的配方还要满足品种功能多样化的要求。并选择营养丰富的谷物、豆类,如大米、大豆、谷物胚芽作为婴儿食品配方的基料,应用计算机进行科学配方。

1.2.1 原料选择 本研究选择大豆、大米、米胚、玉米、奶粉、蛋黄粉和砂糖作为婴儿食品的配方基料,充分利用它们的优质蛋白、优良的不饱和脂肪酸以及丰富的维生素矿物质,以充分适应婴儿食品的生理和功能的要求,表3为以上原料的营养成分。表4为主要基料的必须氨基酸的组成比例。

表4 大豆、大米、米胚、玉米的必须氨基酸组成

氨基酸	FAO/WHO模式	大豆	大米	米胚	玉米
赖氨酸	5.5	5.8	2.9	6.6	3.6
色氨酸	1.0	1.2	1.2	1.3	0.7
苏氨酸	4.0	4.0	3.5	4.3	4.4
蛋氨酸	3.5	2.0	1.8	2.0	1.8
胱氨酸		1.9	1.9	1.8	2.4
苯丙氨酸	6.0	5.7	5.1	6.8	5.0
酪氨酸		4.1	4.1	3.4	
亮氨酸	7.0	6.6	6.9	5.4	12.8
异亮氨酸	4.0	4.7	3.4	3.4	3.3
缬氨酸	5.0	4.2	5.3	6.1	5.0
蛋白价	100	66	77	83	60

从表3和表4的数据表明,本研究所选择的原料,大米的蛋白质具有较高的蛋白价,大豆、米胚除了蛋白质含量高以外,还具有较丰富的赖氨酸与苏氨酸。这几种基料混合配制成婴儿食品,可基本上保证婴儿食品的蛋白质含量和比较理想的氨基酸配比。此外,这些基料中都不同程度的含有多种维生素和矿物质和微量元素,从而保证婴儿食品的营养基本要求。

表 3 婴儿食品各基料的营养成分

营养成分 基料名称	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	糖类 (%)	灰分 (%)	Mg (mg/g)	Mn (mg/g)	Fe (mg/g)	Zn (mg/g)	Ca (mg/g)	Cu (mg/g)	P (mg/g)	V <sub>B1</sub> (mg/100g)	V <sub>B2</sub> (mg/100g)	V <sub>A</sub> (IU)	V <sub>D</sub> (IU)	I (μg)
大豆	40.52	20.22	25	5.0	0.17	0.23	0.01	0.35	0.19	0.095	0.63	0.79	0.25	220	0	21
大米	7.35	0.34	70	0.36	3.29	1.31	0.58	0.95	0.67	0.20	0.29	0.12	0.04	0	0	14
米胚	22.32	26.42	27	8.4	3.30	0.88	0.01	0.14	0.11	0.105	2.38	4.5~7.6	0.3~0.5	71.5	0	0
玉米	8.4	4.37	0.3				4.8		0.34		3.05	0.71	0.10			
奶粉	26	30.6		5.7			0.008		1.03		0.88	0.15	0.69	1400	0	28
蛋黄粉	42	34.5		8.0			0.009		0.18		0.11	0.38	1.10	2509	30	97

注：本表数据摘自食物成分表

**1.2.2 配方设计的依据** 优质的原料为婴儿食品的配方提供了重要的保证,但原料的配比必须根据婴儿配方食品的营养及卫生标准,并参照国内外婴儿营养供给量标准,使用先进的计算机进行科学配方。表5为QB-869-83婴儿食品营养及卫生的部分标准,表6为有关国家婴儿营养供给量标准,表7为婴儿对氨基酸的需要量,是本研究婴儿食品配方的科学依据。

表5 谷豆类为基础的婴儿配方食品的营养及卫生标准

营 养 标 准		卫 生 指 标	
营 养 素	每100 g 中含		
热 能(kcal)	400~500	蔗糖含量	<16%
水 分(%)	< 6	脲酶反应	阴 性
蛋白质(%)	16~18	粉状产品细度	全部通过80目筛
脂 肪(%)	10~13	钙的来源及细度	尽量采用骨粉
总碳水化合物(%)	62~68		细度通过200目筛
粗纤维(%)	< 5	总 钠 量	<200mg
Ca (mg)	>600	色素、香精、糖精	忌 加
P (mg)	>500	蛋氨酸含量	<250mg
Fe (mg)	> 6		
I (μg)	>20		
V <sub>A</sub> (IU)	1000~1500		
V <sub>B1</sub> (mg)	0.4~0.6		
V <sub>B2</sub> (mg)	0.4~0.6		
V <sub>D</sub> (IU)	400~600		
V <sub>E</sub> (mg)	> 5		

表6 有关国家婴儿营养供给量标准(日供给量)

营养素供给标准		热量	蛋白质	V <sub>A</sub>	胡	V <sub>B1</sub>	V <sub>B2</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	尼克	I	Ca	P	Fe
		kcal/kg	g/kg	IU	罗	mg	mg	mg	mg	酸	mg	mg	mg	mg
国	别				素									
中 国	0~6月	120	3.5	600	1.2	0.4	0.4	30	400	4	40	600	500	6
	7~12月	110	3.5	600	1.2	0.4	0.4	30	400	4	50	600	500	6
日 本	0~2月	120	3.3	1300		0.2	0.3	35	400	4	3	400		6
	3~6月	110	2.5	1300		0.3	0.3	35	400	5		400		6
	7~12月	100	3.0	100		0.35	0.4	35	400	6		400		6
美 国	0~6月	117	2.2	1400		0.3	0.4	35	400	5	35	360	240	10
	7~12月	108	2	2000		0.5	0.6	35	400	8	45	540	400	25
加拿大	0~6月	117	2.2	2000		0.3	0.4	20	400	5	35	500	250	7
	7~12月	108	1.4	2000		0.5	0.6	20	400	6	50	500	400	7

表7 婴儿和成人对氨基酸的需要量(mg/kg体重)

氨基酸	婴儿	两岁幼儿	10~12岁	成人	比值*
组氨酸	28			8—12	2.9
异亮氨酸	70	31	30	10	2.9
亮氨酸	161	73	45	14	4.0
赖氨酸	103	64	60	12	3.4
蛋氨酸+胱氨酸	58	27	27	13	3.7
苯丙氨酸+酪氨酸	125	69	27	14	4.0
苏氨酸	87	37	35	7	2.0
色氨酸	17	12.5	4	3.5	1.0
缬氨酸	93	38	33	10	2.9

(据FAO/WHO1983)\*婴儿与成人需要量比

1.2.3 计算机配方 本研究采用APPLE II型计算机,应用线性规划理论,进行程序编制,在各种约束条件的限制下,寻求目标的极值。本配方设计是在保证婴儿对蛋白质、脂肪、热能以及赖氨酸、苏氨酸等必需氨基酸的需要量的约束条件限制下,寻求产品最低价格的目标极值,数学模式如下:

设 $X_i(i=1,2,3,4,5,6,7)$ 为粳米、大豆、米胚、玉米、奶粉、蛋黄粉、砂糖等基料的用量。

$V_i(i=1,2,3,\dots)$ 为各基料的不同成分(见表3)。

应满足的目标函数为:

$$\text{Min } S = 0.15X_1 + 0.2X_2 + 0.15X_3 + 0.1X_4 + 0.90X_5 + 0.80X_6 + 0.25X_7$$

约束条件:

$$\left\{ \begin{array}{l} 400 \leq 345X_1 + 428X_2 + 435X_3 + 362X_4 + 522X_5 + 639X_6 + 397X_7 \leq 500 \\ 16\% \leq 6.7X_1 + 40.5X_2 + 22.3X_3 + 8.4X_4 + 26.2X_5 + 31.7X_6 + 0.3X_7 \leq 18\% \\ 10\% \leq 0.5X_1 + 20.2X_2 + 26.4X_3 + 4.3X_4 + 30.6X_5 + 53X_6 + 0 \cdot X_7 \\ 825 \leq 255X_1 + 2293X_2 + 1520X_3 + 308X_4 + 2204X_5 + 2110X_6 + 0 \cdot X_7 \\ 700 \leq 280X_1 + 1645X_2 + 1000X_3 + 370X_4 + 1320X_5 + 1592X_6 + 0 \cdot X_7 \\ 464 \leq 284X_1 + 609X_2 + 880X_3 + 354X_4 + 1199X_5 + 1466X_6 + 0 \cdot X_7 \\ 35\% \leq X_1 \leq 40\% \\ 20\% \leq X_2 \leq 25\% \\ 10\% \leq X_3 \leq 15\% \\ 5\% \leq X_4 \leq 10\% \\ X_5 \leq 4\% \\ X_6 \leq 3\% \\ 15\% \leq X_7 \leq 16\% \end{array} \right.$$

根据以上条件、计算出最优配方及其营养成分如表8、表9所示,必需氨基酸的含量及配比如表10所示。

表8 膨化婴儿粉最优配方(基料)

基料名称 配方序号	X <sub>1</sub> (大米)	X <sub>2</sub> (大豆)	X <sub>3</sub> (米胚)	X <sub>4</sub> (玉米)	X <sub>5</sub> (奶粉)	X <sub>6</sub> (蛋黄粉)	X <sub>7</sub> (砂糖)	总量
配方 I	35.99	24.99	11.00	6.05	3.94	2.99	15.00	99.96
配方 II	37.94	24.37	12.00	5.05	2.62	3.00	15.00	99.98

表9 最优配方主要营养素含量及其价格(100g)

配方数	配方 I	配方 II
热能(kcal)	400.09	399.92
蛋白质(%)	17.52	17.58
脂肪(%)	11.22	11.52
价格(元/100g)	0.22	0.216

表10 最优配方的必须氨基酸含量及其配比(100g)

氨基酸(mg)	配方 I	配方 II	氨基酸配比(%)
组氨酸	450	464	2.57~2.64
异亮氨酸	704	702	4.02~3.99
亮氨酸	1540	1479	8.79~8.41
赖氨酸	1000	1010	5.71~5.75
蛋氨酸+胱氨酸	464	470	2.65~2.67
苯丙氨酸+酪氨酸	887	916	5.06~5.20
苏氨酸	744	746	4.25~4.24
色氨酸	223	229	1.27~1.30
缬氨酸	937	947	5.35~5.37

由表8、表9和表10数据表明,计算机算出的配方I和II,其热能、蛋白质、脂肪的含量完全符合以谷、豆类为基础的婴儿配方食品的营养标准,必须氨基酸的含量,尤其第一限制性氨基酸赖氨酸和第二限制性氨基酸苏氨酸完全能满足婴儿的需要,而氨基酸的比例模式基本符合FAO/WHO的理想模式,所以蛋白质的生物价比配方前的谷、豆类提高。每100克的基料成本为0.22元。

配方I和II的基料经本研究的最佳挤压膨化工艺膨化和混合,所得膨化婴儿粉的主要营养成分分析结果见表11。淀粉的 $\alpha$ 化度和脲酶测定见表12。

表11 两种婴儿配方食品的营养成分(100 g)

项目 配方序号	水分 (%)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	灰分 (%)	粗纤维 (%)	糖类 (%)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	V <sub>B1</sub> (mg)	V <sub>B2</sub> (mg)
配方 I	5.05	17.03	10.92	2.3	0.57	64.5	84	360	15.3	2.07	0.53	0.30
配方 II	5.12	16.97	11.12	2.2	0.74	62.3	96	420	22.7	2.14	0.57	0.31

表12 两种婴儿配方食品的 $\alpha$ 淀粉度和脲酶试验

项目 配方序号	淀粉 $\alpha$ 度 (%)	脲酶试验
配方 I	94.3	阴性
配方 II	95.1	阴性

由表11和12的数据表明,经计算机配方和挤压膨化工艺生产的膨化婴儿粉,其主要营养成分和卫生标准均能符合婴儿配方食品的质量要求,只要经维生素和矿物元素按需要量添加和强化,便能生产出优质的即食膨化婴儿粉,据计算,经维生素和矿物元素按需添加后的配方 I 和 II 两种优质谷、豆类膨化婴儿粉的原料成本,每500克为1.72元。

## 2 小结和讨论

(1) 挤压膨化工艺能够使胰蛋白酶抑制物失活,脲酶试验呈阴性,使淀粉的 $\alpha$ 化度达到90%以上,适用于生产大豆比例小于30%的谷、豆类为主要基料的婴儿配方食品。谷、豆类在自然水分时有较好挤压膨化工艺效果,当原料的水分较高时,在相应温度下,适当增加受热时间,或适当提高膨化温度,胰蛋白酶抑制物活性残留可进一步降低,淀粉的 $\alpha$ 化度可进一步提高,谷、豆类物料一般有效的挤压膨化温度为140~150℃。

(2) 计算机用于婴儿食品配方科学、准确,对保证婴儿食品中各种营养素的标准含量,尤其对婴儿所需的各种必需氨基酸的供给量,以致使必需氨基酸的配比达到理想模式,提供了科学、有效的研究手段。

(3) 为了提高以谷、豆类为基础的婴儿配方食品的营养水平,除了需保持大米、大豆作为主要基料外,必须开发高营养的天然植物源,如营养丰富的谷物胚芽等作为婴儿食品的新资源,以利于提高婴儿配方食品的蛋白质、脂肪的品质和各种维生素、矿物元素的天然含量。

(4) 挤压膨化技术是一种节能、简易、提高原料利用率、消化率以及生产效率的一种新型加工技术,可作为婴儿配方食品的一种生产工艺,鉴于目前国内外对挤压膨化是否会破坏和损失物料中的氨基酸尚有不同的见解和争论,因此今后在这方面尚需进一步深入研究。

(5) 本研究的膨化婴儿粉,虽然在热能、蛋白质、脂肪等主要营养素的含量及蛋白质的氨基酸配比都比较理想,基本上能符合婴儿生长发育的需要,但尚需进一步进行动物或婴儿喂养试验,以进一步证明本研究的膨化婴儿粉的营养价值。

## 参 考 文 献

- 1 武汉医学院主编.营养与食品卫生学.人民出版社, 1985
- 2 高俊德,徐鹏著.食品营养及其计算.中国食品出版社, 1987
- 3 张锦同,王亦芸编.食品与营养.上海科学技术文献出版社, 1983
- 4 食品与卫生标准GB—2707~2763~87
- 5 徐受珍等.天然营养物米胚芽的利用.浙江粮油科技, 1986
- 6 儿童食品发展规划.儿童食品工作会议材料, 1986
- 7 儿童食品的营养要求.儿童食品工作会议材料, 1986
- 8 武汉食品研究所.婴乐乳儿粉研究报告, 1985
- 9 食物成分表.人民卫生出版社
- 10 浙江省粮科所.佳宝乐乳儿粉的研究, 1986
- 11 Bor S Luh. Breakfast Rice Cereals and Beby Foods, 1982
- 12 Vemal S Packard. Human Milk and Infant Formula.

## Studies of the Infant Formula Foods

Wu Jiagen Yao Huiyuan

**Abstract:** This paper focuses on the study of nutrition formula and processing technology for infant formual foods made mainly of cereals and legumes . The authors put forward their ideas on source exploitation, Scientific formulas and processing technology for infant foods

**Sbjectwords:** Infant; Formula; Nutrition