

# 苦荞和甜荞萌发后氨基酸含量变化及其营养评价

张美莉<sup>1</sup> 吴继红<sup>2</sup> 赵 镭<sup>2</sup> 胡小松<sup>2</sup>

1(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 呼和浩特, 010018)

2(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京, 100083)

**摘 要** 采用氨基酸自动分析仪和高效液相色谱仪对苦荞和甜荞在萌发后氨基酸组成和含量的变化进行了分析。结果表明:苦荞和甜荞氨基酸总量在萌发 36 h 内均无显著变化,萌发 72 h 时苦荞氨基酸总量有所下降,而甜荞则比萌发前提高了 11.2% ( $P < 0.05$ )。甜荞在萌发 72 h 时苯丙氨酸等 5 种必需氨基酸 AAS 值有所增加,必需氨基酸总量明显升高。苦荞除蛋氨酸和苯丙氨酸在萌发 72 h 时的 AAS 值有所下降外,其余氨基酸的 AAS 值均无明显变化。

**关键词** 苦荞, 甜荞, 萌发, 氨基酸, 营养评价

荞麦是世界一种重要的杂粮作物,它属于蓼科(Polygonaceae)、荞麦属(*Fagopyrum* Mill)的双子叶禾谷类作物,主要栽培种有甜荞(*F. esculentum* Moench 也称普通荞麦)和苦荞(*F. tartaricum* (L.) Gaerth 又称鞑靼荞麦)<sup>[1]</sup>。荞麦蛋白质含量高,氨基酸种类齐全,特别是富含 8 种人体必需的氨基酸,生物价又高于其他谷物蛋白。近年来研究发现,荞麦蛋白质具有降低血液胆固醇、抑制脂肪蓄积、防治便秘等多种生理功能<sup>[2~4]</sup>。蛋白质的性质是由氨基酸的组成和序列决定的,氨基酸的变化必然会导致蛋白质组分的差异<sup>[5]</sup>。

蛋白质营养价值的高低,不仅取决于能否满足机体对必需氨基酸和氮的需要,而且取决于蛋白质的氨基酸组成<sup>[7]</sup>。尤其是必需氨基酸的种类、数量及构成比例。越接近机体合成蛋白质所需的各种氨基酸的量及其组成则机体对氨基酸的利用率越高。现代营养学研究认为,氨基酸不足影响蛋白质的营养价值,而某种氨基酸过剩也限制蛋白质的营养价值<sup>[8]</sup>。

本研究主要目的是了解苦荞和甜荞萌发后组成蛋白质的氨基酸种类和含量的变化,以期荞麦“芽品”食品的开发提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

山西甜荞(山西省农科院)和四川苦荞(四川省农科院)均为 2002 年秋季收获,种子贮藏于 0~4℃。

### 1.2 荞麦种子萌发方法

荞麦种子经除杂后,用质量分数 2% 次氯酸钠浸泡一定时间,用去离子水冲洗干净,甜荞浸泡 1 h,苦荞浸泡 2 h。双层滤纸铺于消毒后的培养皿内,将荞麦种子均匀摊开,喷适量去离子水,在 25℃ 恒温培养箱中避光培养。定时取萌发的荞麦芽进行速冻,供待测用。

## 1.3 仪器和试剂

### 1.3.1 仪 器

日立 L-8800 氨基酸自动分析仪,岛津高效液相色谱 LC-10A 型,Discovery C<sub>18</sub> 分离柱,岛津 SPD10A 紫外检测器,KDY-9830 型全自动凯氏定氮仪(北京思贝得机电技术研究所),DHP-9082 型电热恒温培养箱(上海),IKA MSI Minishaker 迷你研磨机(德国),电热鼓风干燥箱,真空干燥器。

### 1.3.2 试 剂

氨基酸标准品(Sigma 公司);柠檬酸缓冲液;硼酸、盐酸、硫酸、氢氧化钠、氢氧化锂等均为分析纯。

## 1.4 粗蛋白、水分含量的测定方法

粗蛋白含量的测定采用全自动凯氏定氮法;水分含量测定采用干燥法。

## 1.5 氨基酸含量的测定

17 种氨基酸分析使用日立 L-8800 氨基酸自动分析仪进行测定。离子交换柱、茚三酮柱后衍生法,柠檬酸缓冲液洗脱。其中 15 种氨基酸分析采用 GB/T18246—2000 国标法;蛋氨酸和胱氨酸分析采用 GB/T15399—1994 氧化水解法。

色氨酸的测定:用 4 mol/L 的 LiOH 在 110℃ 水解 24 h 后,用 6 mol/L HCl 中和至 pH 4.3,50 mL 容量瓶定容。离心取上清液,用岛津高效液相色谱进行

第一作者:博士,副教授(胡小松教授为通讯作者)。

收稿时间:2004-10-29,改回时间:2005-01-17

测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 荞麦萌发后氨基酸总量的变化

经测定,不同品种的荞麦萌发后氨基酸总量的变化趋势略有差异,甜荞在萌发 36 h 内氨基酸总量无明显变化,在萌发 72 h 时含量升高,比萌发前提高了 11.2% ( $P<0.05$ )。苦荞氨基酸总量在萌发 36 h 内无显著变化,萌发 72 h 时含量有所下降,比萌发 0 h 时降低了 13.7% ( $P<0.05$ ) (见图 1)。

甜荞蛋白质的氨基酸总量在萌发的各个时期都高于苦荞,这与其品种本身蛋白质含量较高有关。

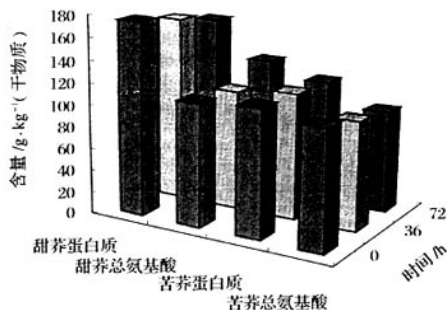


图 1 萌发荞麦蛋白质和氨基酸总量变化

### 2.2 甜荞和苦荞萌发后必需氨基酸含量变化

氨基酸分析结果表明,荞麦含有 18 种氨基酸,其中 8 种人体必需氨基酸含量丰富。尤其是富含其他谷物中缺乏的赖氨酸和豆类中缺乏的蛋氨酸。苦荞中赖氨酸含量(6.3 mg/g)是小麦的 2.4 倍,是玉米的 2.5 倍;蛋氨酸含量(2.6 mg/g)是小麦的 1.7 倍。

甜荞和苦荞萌发后必需氨基酸(EAA)含量变化结果如表 1 所示。

表 1 荞麦萌发后必需氨基酸含量变化<sup>1)</sup>

EAA/mg·g <sup>-1</sup>	萌发时间/h					
	苦荞			甜荞		
	0	36	72	0	36	72
苏氨酸(Thr)	4.6	4.2	4.1	4.5	4.4	5.4 *
缬氨酸(Val)	5.4	5.3	5.3	6.0	5.7	6.7 *
蛋氨酸(Met)	2.6	2.4	2.2	2.2	2.5	2.5
异亮氨酸(Ile)	4.8	4.6	4.4	4.4	4.6	5.5 *
亮氨酸(Leu)	7.8	7.3	7.1 *	7.3	8.0 *	9.3 *
色氨酸(Trp)	2.3	2.2	2.2	1.8	1.9	2.1
苯丙氨酸(Phe)	5.2	4.6 *	4.2 *	4.9	5.1	6.4 *
赖氨酸(Lys)	6.3	5.9	5.4 *	6.8	6.6	7.0
合 计	39.0	36.5	34.9 *	37.9	38.8	44.8 *

1) \* 表示与萌发 0 h 相比  $P<0.05$ 。

从表 1 中可知,苦荞中的亮氨酸、苯丙氨酸和赖

氨酸在萌发 72 h 时有所下降( $P<0.05$ ),其他必需氨基酸含量没有显著变化。苦荞萌发 72 h 后必需氨基酸总量有所下降( $P<0.05$ )。甜荞中亮氨酸含量随萌发时间而增加( $P<0.05$ ),苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和苯丙氨酸含量在萌发 72 h 时显著增加( $P<0.05$ )。甜荞萌发 72 h 后必需氨基酸总量明显升高( $P<0.05$ )。

### 2.3 萌发荞麦非必需氨基酸含量变化

由表 2 结果可知,甜荞和苦荞在萌发的各个时期,均以谷氨酸含量最高,其次是精氨酸、天冬氨酸,而且甜荞略高于苦荞。

苦荞中谷氨酸和精氨酸随萌发时间的增加含量下降,天冬氨酸、甘氨酸、胱氨酸和酪氨酸在萌发 36 h 时含量下降,之后含量较稳定。丝氨酸含量在萌发 72 h 时有所下降( $P<0.05$ )。脯氨酸、丙氨酸和组氨酸在萌发期间含量稳定。

甜荞中谷氨酸、天冬氨酸、酪氨酸和精氨酸在萌发 36 h 时含量下降,随着萌发时间的延长,氨基酸含量升高( $P<0.05$ );脯氨酸在萌发 72 h 时含量明显增加,而丙氨酸含量则下降( $P<0.05$ ),其他氨基酸含量无明显变化。

表 2 荞麦萌发后非必需氨基酸含量变化<sup>1)</sup>

非必需氨基酸	萌发时间/h					
	苦荞			甜荞		
	0	36	72	0	36	72
天冬氨酸(Asp)	10.6	9.9 *	9.4 *	11.6	10.8 *	12.8 *
丝氨酸(Ser)	5.3	4.8	4.6 *	5.2	4.9	6.2 *
谷氨酸(Glu)	17.3	15.7 *	14.6 *	19.5	17.9 *	21.6 *
脯氨酸(Pro)	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.8 *
甘氨酸(Gly)	6.8	6.1 *	5.6 *	7.0	6.5	7.5
丙氨酸(Ala)	5.4	5.2	5.0	5.4	5.4	3.8 *
胱氨酸(Cys)	3.8	2.9 *	2.9 *	3.9	4.2	4.3
酪氨酸(Tyr)	3.4	2.7 *	2.4 *	2.1	2.8 *	3.3 *
组氨酸(His)	3.5	3.6	3.6	4.1	4.2	4.6
精氨酸(Arg)	10.6	9.4 *	8.2 *	12.2	11.1 *	13.5 *
合 计	68.8	62.3	58.2 *	73.3	69.8	80.5 *

1) \* 表示与萌发 0 h 相比  $P<0.05$ 。

### 2.4 萌发荞麦氨基酸的化学法营养评价

以 1973 年 WHO/FAO 提出的必需氨基酸均衡模式为标准,用化学评分法对苦荞粉和甜荞粉中必需氨基酸含量进行评价,计算 AAS 值,结果见表 3。

分析表 3 结果可以看出,苦荞萌发 0 h 时,缬氨酸为第一限制氨基酸(AAS 0.93),亮氨酸为第二限制氨基酸(AAS 0.96)。色氨酸、含硫氨基酸(蛋氨酸+胱氨酸)、赖氨酸含量丰富,AAS 值分别为 2.01、

1.61、1.00。苦荞 8 种必需氨基酸在萌发 36 h 内 AAS 值无明显变化,在萌发 72 h 时除了蛋氨酸 + 胱氨酸和苯丙氨酸 + 酪氨酸的 AAS 值有所下降外( $P < 0.05$ ),其余氨基酸的 AAS 值均无明显变化(表 3)。

表 3 荞麦必需氨基酸含量与 WHO/FAO 评分模式比较<sup>1)</sup>

氨基酸评分模式 mg·g <sup>-1</sup> (蛋白质)		萌发时间/h					
		甜荞			苦荞		
		0	36	72	0	36	72
苏氨酸(Thr)		25.63	26.25	33.92	39.53	36.32	36.26
# 40	AAS	0.64	0.66	0.85 *	0.99	0.91	0.91
缬氨酸(Val)		34.32	33.88	42.53	46.47	46.10	46.93
# 50	AAS	0.69	0.68	0.85 *	0.93	0.92	0.94
赖氨酸(Lys)		38.90	39.13	44.05	54.79	51.69	48.35
# 55	AAS	0.71	0.71	0.80 *	1.00	0.94	0.88
异亮氨酸(Ile)		25.17	27.68	34.93	41.61	39.81	39.11
# 40	AAS	0.63	0.69	0.87 *	1.04	1.00	0.98
亮氨酸(Leu)		41.65	47.72	58.73	67.28	63.56	63.28
# 70	AAS	0.59	0.68	0.84 *	0.96	0.91	0.90
色氨酸(Trp)		10.53	11.45	13.16	20.11	19.56	19.20
# 10	AAS	1.05	1.15	1.32 *	2.01	1.96	1.92
蛋+胱(Met+ Cys)		35.24	40.09	43.03	56.18	46.10	44.79
# 35	AAS	1.01	1.15	1.23 *	1.61	1.32	1.28 *
苯丙+酪(Phe+ Try)		39.82	47.24	61.26	74.21	64.26	59.01
# 60	AAS	0.66	0.79	1.02 *	1.24	1.07	0.98 *

1) # WHO/FAO 提出的评分模式; AAS—氨基酸分值; \* 表示与萌发 0 h 相比  $P < 0.05$

从表 3 甜荞结果来看,萌发 0 h 时,亮氨酸为第一限制氨基酸,AAS 值为 0.59,异亮氨酸为第二限制氨基酸,AAS 值为 0.63。色氨酸、含硫氨基酸(蛋氨酸 + 胱氨酸)、赖氨酸含量丰富,AAS 值分别为 1.05、1.01、0.71。

在萌发 36 h 时苏氨酸变为第一限制性氨基酸,AAS 值为 0.66,缬氨酸和亮氨酸成为第二限制氨基酸,AAS 值均为 0.68,赖氨酸 AAS 值没有发生变化。在萌发 72 h 时赖氨酸成为第一限制氨基酸,AAS 值为 0.80,亮氨酸成为第二限制性氨基酸,AAS 值为 0.84。然而从整体来看,甜荞在萌发 36 h 内各必需氨基酸的 AAS 值无明显变化,在萌发 72 h 时均有增加( $P < 0.05$ )。

苦荞和甜荞中色氨酸含量均超过了 WHO/FAO 提出的参考值,AAS 值在 1.05~2.01 之间。除此以外,其余的氨基酸较接近评分模式。

3 结 论

(1) 甜荞在萌发 36 h 内氨基酸总量无明显变化,在萌发 72 h 时比萌发前提高了 11.2% ( $P <$

0.05)。苦荞氨基酸总量在萌发 72 h 时比萌发 0 h 时降低了 13.7% ( $P < 0.05$ )。甜荞蛋白质的氨基酸总量在萌发的各个时期都高于苦荞,这与其品种本身蛋白质含量较高有关。

(2) 甜荞和苦荞在萌发的各个时期,18 种氨基酸中,以谷氨酸含量最高,其次是精氨酸、天冬氨酸,各占氨基酸总量的 17.55%、11.01% 和 10.43%。

(3) 苦荞萌发 72 h 后必需氨基酸含量下降,但各种氨基酸含量下降幅度不同。甜荞中赖氨酸、苏氨酸、缬氨酸含量随萌发时间的增加呈先下降而后升高的趋势,蛋氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸和异亮氨酸含量则增加。

(4) 苦荞在萌发 72 h 时除了蛋氨酸 + 胱氨酸和苯丙氨酸 + 酪氨酸的 AAS 值有所下降外( $P < 0.05$ ),其余氨基酸的 AAS 值均无明显变化。甜荞各必需氨基酸的 AAS 值在萌发 72 h 时均有增加( $P < 0.05$ )。

4 讨 论

种子的发芽过程会发生一系列的生理生化变化,其中,蛋白质的变化是发芽过程中最复杂而又最重要的变化。一部分蛋白质受酶催化作用水解为低分子肽类和氨基酸,其中有些氨基酸又参与分解代谢,如脱氨、转氨、脱羧等,而一些代谢物又会合成新的氨基酸和新的蛋白质,因而氨基酸种类和数量会不断的变化<sup>[6]</sup>。

荞麦种子萌发后,由于酶的活性增强,蛋白质等大分子营养物质开始降解,其氨基酸种类虽没有发生变化,但各种氨基酸含量有较大变化。种子吸水后,开始进行呼吸及复杂的代谢活动。禾谷类种子中贮藏蛋白质分解可能为水解酶的合成提供了氨基酸。与此同时,种子中的蛋白质合成也在进行,有些种子在开始吸胀的几分钟内即可测出蛋白质合成,但是在另一些植物种子中要几小时方可测出(比尤利等人,1981)。从试验结果看出,苦荞和甜荞萌发后不同种类的氨基酸含量变化情况表现出不一致,可能与不同品种萌发后酶的活性、蛋白质合成和降解代谢等有密切关系,有待进一步深入研究。

苦荞和甜荞中色氨酸、苯丙氨酸、谷氨酸及精氨酸含量均较高。色氨酸是产生  $V_p$ (尼克酸或烟酸)的前体物质,在新陈代谢中起着重要作用。苯丙氨酸是体内合成甲状腺素的来源,可转变为酪氨酸。谷氨酸参与多种生理活性物质的合成,在大脑、肌肉及肝

脏组织中发挥解毒作用<sup>[9]</sup>,有健脑作用。精氨酸有降压作用,而且已经证明缺乏精氨酸会引起肝脏中胆固醇和甘油三酯含量升高<sup>[10]</sup>。因此,荞麦蛋白对脂肪蓄积有良好的抑制作用可能与其丰富的精氨酸含量有关<sup>[11]</sup>。甜荞萌发后谷氨酸、精氨酸、天冬氨酸等含量增加,氨基酸总量和必需氨基酸含量增加,AAS值提高。因此,应该充分利用萌发荞麦的氨基酸资源开发荞麦新型保健食品的研究。

## 参 考 文 献

- 1 顾尧臣. 小宗粮食加工(四)——荞麦加工[J]. 粮食与饲料工业,1999,(7):19~23
- 2 Kayashita J. Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raises fecal neutral sterols in cholesterol-fed rats because of its low digestibility[J]. The Journal of Nutrition,1997,127:1 395~1 400
- 3 石川稚子,Dimethyl hydrazine. 诱发ラント大肠癌发症に及ぼすそば蛋白質の影響[C]. 日本营养·食粮学会总会讲演要旨集(JPN)1998,52nd:296
- 4 Kayashita J, Shimaoka I. Consumption of a buckwheat protein extract relards 7, 12-dimethylbenz anthracene-induced mammary carcinogenesis in rats[J]. Biosci Bio Biochem, 1999,63(10):1 837~1 839
- 5 张林生. 小麦种子氨基酸的评价[J]. 国外农学—麦类作物,1996,3:28~30
- 6 吴传茂,吴周和,石 勇. 从必需氨基酸看发芽苕苕饮料的营养价值[J]. 氨基酸和生物资源,1998,20(3): 58~59
- 7 Block R J. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value[J]. Nutr Abst Rev,1946~1947,16:249
- 8 董永利. 荞麦籽粒蛋白质营养评价研究[J]. 陕西农业科学,2000,7:6~8
- 9 张昌颖主编. 生物化学(第2版). 北京:人民卫生出版社,1988. 305,561
- 10 Nakajo Misao, Shinaoka Iwao. Physiological effect of soba protein extract and its utilization[J]. Shokuhin Koaya,1996,39(6):59~65
- 11 李 丹. 苦荞麦加工与利用的研究[D]. 博士学位论文,无锡:无锡轻工大学,2001
- 12 韩 梅. 苦荞麦的氨基酸含量与营养评价[J]. 天然产物研究与开发,2002,12(1):39~41

## Changes of Amino Acid Content of *F. tartaricum* Gaerth and *F. esculentum* Moench after Germination and the Nutritional Evaluation

Zhang Meili<sup>1</sup> Wu Jihong<sup>2</sup> Zhao Lei<sup>2</sup> Hu Xiaosong<sup>2</sup>

1(College of Food Science and Engineering, InnerMongolia Agricultural University, Huhehot, 010018, China)

2(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing, 100083, China)

**ABSTRACT** Analysis was performed on the changes of amino acid components and contents of *F. tartaricum* Gaerth and *F. esculentum* Moench after germination by Automatic Amino Acid Analyzer and HPLC. Results indicated that there was no obvious change in amino acids content after 36 h of germination. After 72h of germination, the content of amino acid of *F. esculentum* Moench was 11.2% higher ( $P < 0.05$ ) while the content of amino acid of *F. tartaricum* Gaerth was slightly reduced. The content of total essential amino acids and the AAS value of 5 essential amino acids of *F. esculentum* Moench were also increased. The AAS value of methionine and phenylalanine of *F. tartaricum* Gaerth decreased and the other amino acids had a little change.

**Key words** *F. tartaricum* Gaerth, *F. esculentum* Moench Germination Amino acid, Nutrition evaluation

行业动态

### 蒙牛乳业与丹麦科汉森成为合作伙伴

内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司与全球顶级的乳品工业用菌种和酶供应商丹麦科汉森(CHR HANSEN)有限公司在蒙牛乳业新建成的北京通州工厂签署协议。双方在益生菌的研制、使用及新产品开发方面正式结成战略合作伙伴关系。由此,蒙牛乳业酸乳产品全线升级,以健康的益生菌酸乳造福国内消费者。根据协议,科汉森公司将向蒙牛乳业专门提供特别适合中国人肠道特征而研发的最新菌种产品——LABS 益生菌群。蒙牛乳业从此也成为科汉森公司在中国最大的合作伙伴。签约仪式上,蒙牛乳业正式宣布——蒙牛牛乳产品已开始全面添加 LABS 益生菌群,并已投放市场。