

绿豆芽菜萌发条件及物质含量测定

李建英,田中艳,周长军,杨 柳,吴耀坤,杜志强,张志刚

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:分析不同处理对绿豆种子萌发的影响,并测定几种处理的最佳培养浓度下芽菜中氨基酸、蛋白质、维生素 C 的变化。结果表明:GA₃、KNO₃、FeSO₄ 和 MnSO₄ 溶液浸种都不同程度促进种子萌发,几种溶液处理对芽菜中各物质均有不同程度影响。

关键词:绿豆;芽菜;萌发;物质;含量

中图分类号:TS214.9

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)07-0037-04

绿豆[Vigna radiata (Linn.) Wilczek]属豆科菜豆属的栽培种。又名:植豆、文豆、吉豆、宫绿和清小豆。绿豆营养丰富,据测定籽粒中含蛋白质 22.0%~24.0%,含碳水化合物 58.15~60.40%,含脂肪 1.20%~2.40%^[1],人体必需氨基酸 0.24%~2.00%,淀粉约为 52.20%左右,纤维素 5.00%。另外还含有丰富的 B 族维生素和矿物质等,如维生素 B₁ 是禾谷类的 2~4 倍,钙是禾谷类的 4 倍,磷是禾谷类的 2 倍^[2]。

绿豆芽菜是人们经常食用的菜品之一,由于其在发芽过程中,为维持体系生长需要,高分子蛋白、碳水化合物等营养成分会被自身的酶系降解,形成小分子的生理活性物质。因此,绿豆芽菜与绿豆相比,其营养成分更容易被人体吸收和利用。

通过研究各处理对绿豆种子萌发及物质含量的影响,以增加绿豆发芽率,提高绿豆品质,为工业化生产提供理论依据。同时,也为人们更好地摄取绿豆芽菜中的营养物质提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

绿豆(市售),GA₃,KNO₃,FeSO₄,MnSO₄,水合茚三酮试剂,标准氨基酸,考马斯亮蓝,抗坏血酸标准溶液等。

1.2 处理及培养

1.2.1 种子前处理 选取籽粒饱满、无病虫害的绿豆种子,用自来水洗净,然后用 50℃ 左右的水浸泡 10 min,再用蒸馏水冲洗 3 次,将水分吸干。用蒸馏水浸泡 10 h,让种子充分吸水备用。

1.2.2 GA₃ 溶液处理种子 用 GA₃ 溶液将前期处理过的绿豆种子浸泡 10 h,GA₃ 浓度分别为

20、30、40、50 mg·L⁻¹ 和清水(CK)共 5 个处理。

1.2.3 KNO₃ 溶液处理种子 用 KNO₃ 溶液将前期处理过的绿豆种子浸泡 10 h,KNO₃ 浓度分别为 10、20、30、40 mg·L⁻¹ 和清水(CK)共 5 个处理。

1.2.4 MnSO₄ 溶液处理种子 用 MnSO₄ 溶液将前期处理过的绿豆种子浸泡 10 h,MnSO₄ 浓度分别为 1、10、100、1000 mg·L⁻¹ 和清水(CK)共 5 个处理。

1.2.5 FeSO₄ 溶液处理种子 用 FeSO₄ 溶液将前期处理过的绿豆种子浸泡 10 h,FeSO₄ 浓度为 0.01、0.10、1.00、10.00 mg·L⁻¹ 和清水(CK),共 5 个处理。

1.2.6 保湿培养 绿豆种子经处理后分别选取籽粒饱满的种子各 150 粒,置于垫有吸水纸的培养皿中(每皿 50 粒,重复 3 次),然后放入恒温培养室避光进行保湿催芽,培养室设定温度为 25℃。每隔 8 h 喷洒梯度溶液。

1.3 测定指标

1.3.1 种子萌发相关生理指标 在培养室培养 10 h 后,每隔 8 h 记录一次绿豆种子发芽情况,以胚根突破种皮作为种子发芽的标准,培养 48 h 后测定幼苗的总长度^[2]。

发芽率(G)/%=(正常发芽的种子数/总数)×100^[3]

发芽指数(GI)/% = $\sum(Gt/Dt)$

(Gt:发芽天数,Dt:在规定时间内发芽数)

活力指数(VI)/% = GI×S

(GI:发芽指数,S:为胚根和胚轴的总长度)^[4]

1.3.2 种子萌发过程中各种物质含量变化 测定绿豆种子萌发过程中可溶性蛋白质、氨基酸和抗坏血酸(维生素 C)的变化。游离氨基酸含量的测定采用水合茚三酮比色法测定、抗坏血酸(维生素 C)含量采用比色法测定、可溶性蛋白质含量采

收稿日期:2010-04-01

第一作者简介:李建英(1975-),女,山东省沂南县人,硕士,助理研究员,从事作物生理研究。E-mail:lijianying617@126.com。

用考马斯亮蓝 G-250 比色法测定^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同处理对绿豆种子萌发的影响

2.1.1 GA₃溶液处理对绿豆种子萌发的影响

由表 1 可知,培养 10 h 后,GA₃溶液处理与对照相比发芽率、活力指数和发芽指数都有所提高。但当浓度过大时,对发芽率、活力指数及发芽指数均有抑制作用,这说明 GA₃在一定浓度范围内可以促进种子萌发。发芽率以 30 mg·L⁻¹浓度处理的最好,发芽指数以 40 mg·L⁻¹浓度处理的最好,活力指数以 40 mg·L⁻¹的浓度处理的最好。GA₃主要是能够促使植物细胞伸长,另外还能影响细胞的分裂。因此,有促进种子发芽、加速幼苗生长的作用。用 GA₃溶液处理后的植物种子能够提高种子活力及发芽率。

表 1 不同浓度 GA₃对绿豆种子发芽率、发芽指数和活力指数的影响 %

GA ₃ 浓度/mg·L ⁻¹	0	20	30	40	50
发芽率	53.67	74.33	82.00	80.33	68.00
发芽指数	7.07	7.29	7.48	7.85	7.57
活力指数	18.63	18.22	19.85	24.23	19.94

2.1.2 KNO₃溶液处理对绿豆种子萌发的影响

由表 2 可知,培养 10 h 后,经不同浓度 KNO₃处理后发芽率、活力指数和发芽指数均比对照高,并且呈上升趋势,但当浓度大于 30 mg·L⁻¹时便呈现下降趋势。可见高浓度的钾离子对种子萌发有抑制作用。发芽率以 30 mg·L⁻¹浓度处理的最好,发芽指数以 20 mg·L⁻¹浓度处理的最好,活力指数以 30 mg·L⁻¹浓度处理的最好。因为钾离子对植物种子萌发的影响是以加速种子的呼吸作用为基础的,并对细胞膜具有修复作用^[6]。

表 2 不同浓度 KNO₃对绿豆种子发芽率、发芽指数和活力指数的影响 %

KNO ₃ 浓度/mg·L ⁻¹	0	10	20	30	40
发芽率	56.33	69.67	73.67	88.33	78.00
发芽指数	7.07	7.29	7.57	7.46	7.51
活力指数	18.22	18.63	19.85	21.25	19.94

2.1.3 MnSO₄溶液处理对绿豆种子萌发的影响

由表 3 可知,培养 10 h 后,与对照相比 1、10 和 100 mg·L⁻¹的 MnSO₄溶液处理的种子发芽率有所提高,而随着浓度增大,MnSO₄溶液对发芽的抑制作用明显增强,1 000 mg·L⁻¹的 MnSO₄溶液处理使绿豆种子的发芽率降低。MnSO₄溶液处理后种子的发芽指数和活力指数均高于对照,因为锰离子能增强种子新陈代谢,促进萌发,有效提高种子的发芽势和发芽率,使出芽期提前,而且对早期幼苗的快速生长也有显著的促进作用。但随

着浓度增大,发芽指数和活力指数有下降的趋势。可能是由于 MnSO₄浓度过高使细胞的渗透调节作用、膜脂与脂肪酸的组成及生理代谢酶活性等方面产生不良影响所致。

表 3 不同浓度 MnSO₄对绿豆种子发芽率、发芽指数和活力指数的影响 %

MnSO ₄ 浓度/mg·L ⁻¹	0	1	10	100	1000
发芽率	61.33	64.00	76.33	80.67	68.67
发芽指数	7.05	7.10	8.30	8.15	7.10
活力指数	18.65	20.47	21.55	29.45	22.87

2.1.4 FeSO₄溶液处理对绿豆种子萌发的影响

如表 4 所示,培养 10 h 后,各种浓度的 FeSO₄处理后的发芽率比对照都高,这是因为铁离子是许多重要氧化还原酶的催化成分,当铁离子供应不足时,所有这些酶的活性(除 H₂O₂酶外)均降低^[7]。可见,铁离子在植物呼吸、氮代谢等方面的氧化还原过程中起着重要作用,它通过对各种酶活性的影响间接地影响种子的萌发及作物产量。用各种浓度的 FeSO₄处理,对绿豆种子发芽指数和活力指数都有较为明显的影响。当 FeSO₄浓度为 1.00 mg·L⁻¹时,绿豆的种子活力指数和萌发指数最高;FeSO₄浓度从 0~1.00 mg·L⁻¹过程中,绿豆种子发芽指数和活力指数不断升高;但当高于 1.00 mg·L⁻¹时,发芽指数和活力指数都出现了较大幅度的下降,表明高浓度的 FeSO₄对大豆种子的萌发有显著的抑制作用。另一方面,浓度过高,反而对绿豆种子萌发和活力的增加产生抑制作用,所以在生产实践中,要把握好 FeSO₄的溶液浓度。

表 4 不同浓度 FeSO₄对绿豆种子发芽率、发芽指数和活力指数的影响 %

FeSO ₄ 浓度/mg·L ⁻¹	0	0.01	0.10	1.00	10.00
发芽率	54.33	65.00	78.67	84.33	71.33
发芽指数	7.08	7.11	8.22	8.30	8.15
活力指数	18.63	20.47	21.55	31.25	23.95

2.2 绿豆种子萌发最佳培养条件的确定

种子活力指数和发芽指数可以在一定程度上表示种子在萌发过程中营养物质的分解和重建状态^[8]。由于发芽率反映的只是种子萌发与时间的动态关系,仅仅涉及种子中能萌发的种子的数目,而没有考虑种子萌发的速度和整齐度。发芽指数、活力指数的测定则包含了种子萌发的速度和整齐度,二者指标越高,种子的发芽速度越快,出苗的一致性越好。因此用发芽指数、活力指数可以较全面地反映植物种子和环境之间的作用结果^[9],由此可以确定绿豆芽菜的最佳培养条件。由表 5 可以看出,FeSO₄ 0.10 mg·L⁻¹溶液处理组的发芽指数最高,但是,1.00 mg·L⁻¹ FeSO₄溶液

处理组的种子的平均芽长高于其它组,且芽苗健壮,因此,最终确定 1.00 mg·L⁻¹ FeSO₄ 溶液处理为绿豆种子萌发的最佳培养条件。

表 5 各处理中种子萌发的最适条件 %				
处理	GA ₃ 40 mg · L ⁻¹	KNO ₃ 30 mg · L ⁻¹	MnSO ₄ 100 mg · L ⁻¹	FeSO ₄ 1.00 mg · L ⁻¹
发芽指数	7.85	7.46	8.15	8.30
活力指数	24.23	21.25	29.45	31.25

2.3 不同溶液处理对绿豆芽菜生长过程中物质含量的影响

据调查市面上销售的食用绿豆芽菜多数发芽时间都在 4 d 左右。因此采用 LSD 法分析内含物质显著性仅针对经各溶液处理后,生长到第 4 天时的绿豆芽菜进行。

2.3.1 绿豆芽菜萌发过程中游离氨基酸含量的动态变化 从图 1 可以看出在芽菜萌发过程中氨基酸含量总体是呈上升趋势的,游离氨基酸是由可溶性蛋白质降解而生成的。在干种子中氨基酸含量很少,在萌发时随蛋白质降解,氨基酸含量迅速增加,几种溶液处理对氨基酸含量影响的趋势相同。这些氨基酸可参与细胞内的能量代谢和物质代谢,合成新的蛋白质用于新细胞的建成。图 1 中可看出,在这 5 d 之内有几个波动,第 1 天时 GA₃ 和 FeSO₄ 都有降低,并低于对照,这可能是由于生长过快使氨基酸被降解。而在第 2 天氨基酸含量都迅速增加,只有 MnSO₄ 低于对照。随后几种处理有一个小的降低,到了第 4 天继续升高,只有对照稍有下降,第 5 天 MnSO₄ 达到最大值,并所有处理均高于对照,可能是锰离子可以促进可溶性蛋白降解。从表 6 可以看出,其关系为 F<F_{0.05}<F_{0.01},说明不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天的氨基酸含量无显著变化,即几种溶液处理对绿豆芽菜中氨基酸影响差异较小。

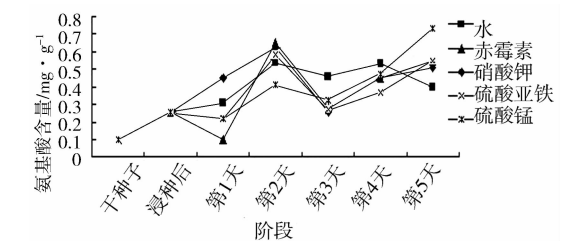


图 1 不同溶液处理对绿豆氨基酸含量的影响

表 6 不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天时氨基酸含量方差分析						
变异来源	df	SS	S ²	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	4	0.039	0.010	0.548	3.48	5.99
品种内	10	0.179	0.018			
总变异	14	0.218				

2.3.2 绿豆芽菜萌发过程中抗坏血酸含量的动态变化 从图 2 能够看出绿豆干种子中不含 V_C, 发芽后 V_C 先呈上升趋势,直至到了第 3 天 V_C 达到最大值,而后 V_C 含量逐渐减少,到第 4 天变得平稳。几种处理对芽菜生长过程中 V_C 的含量影响趋势相同。由图 4 可知在绿豆芽菜萌发过程中第 3 天含 V_C 最多,此时有最大的营养价值。V_C 既能促进受伤血管壁的愈合又是合成体内软骨素的重要原料,对血管有保护作用,有防治冠心病和抗癌的重大功效^[10]。从表 8 可以看出 FeSO₄ 处理对 V_C 影响最大,为 19.64 mg · L⁻¹。其它几种溶液处理分别与 FeSO₄ 处理表现显著,而几种溶液之间不表现显著性。

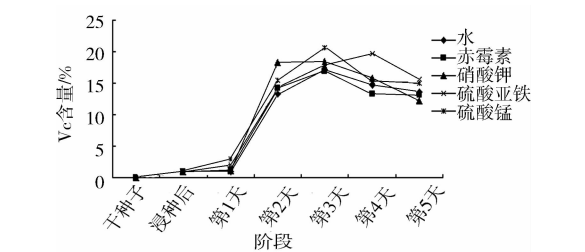


图 2 不同溶液处理对绿豆 Vc 含量的影响

表 7 不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天时 Vc 含量方差分析						
变异来源	df	SS	S ²	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	4	69.377	17.344	4.900 *	3.48	5.99
品种内	10	35.396	3.540			
总变异	14	104.773				

表 8 不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天 Vc 含量差异显著性分析				
处理	平均数	差异显著性		
		0.05	0.01	
FeSO ₄	19.64	a	A	
KNO ₃	15.73	b	AB	
MnSO ₄	15.26	b	AB	
水	14.67	b	B	
GA ₃	13.21	b	B	

2.3.3 绿豆芽菜萌发过程中可溶性蛋白质含量的动态变化 从图 3 可以看出,干种子中蛋白质含量最少,浸种时含量增大,随着芽菜的生长含量有所降低并趋于平衡,在第 2 天时 GA₃ 处理的蛋白质含量有个最大值,蛋白质是种子内贮藏物质的重要组成部分之一,它的降解为种子萌发过程提供了营养物质和能量,随着种子萌发生长,芽菜中蛋白酶的活性增加,芽菜内贮藏的蛋白质被蛋白酶水解之后开始下降,最终趋于稳定状态^[11]。从表 10 可以看出 KNO₃、MnSO₄、MnSO₄ 和 GA₃ 处理间都无显著性,但与水处理表现显著性,影响最大的为 MnSO₄ 溶液,为 9.24 mg · L⁻¹,因为锰离子可

以促进可溶性蛋白的生成。

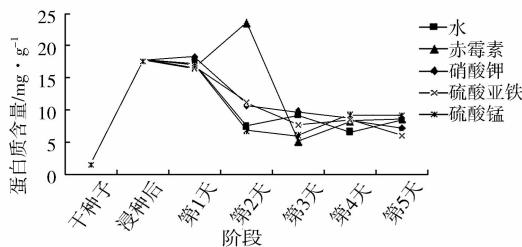


图 3 不同溶液处理对绿豆中蛋白质含量的影响

表 9 不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天时
蛋白质含量方差分析

变异来源	df	SS	S2	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	4	13.705	3.426	7.453**	3.48	5.99
品种内	10	4.597	0.460			
总变异	14	18.302				

表 10 不同溶液处理绿豆芽菜第 4 天
蛋白质含量差异显著性分析

处理	平均数	差异显著性	
		0.05	0.01
MnSO ₄	9.24	a	A
KNO ₃	8.53	a	A
FeSO ₄	8.47	a	A
GA ₃	8.18	a	A
水	6.38	b	B

3 讨论

各种处理影响绿豆萌发的机理不同,GA₃主要是能够促使植物细胞伸长,另外还能影响细胞的分裂;KNO₃溶液中钾离子对植物种子萌发的影响是以加速种子的呼吸作用为基础的,并对细胞膜具有修复作用;MnSO₄中的锰离子能增强芽菜新陈代谢,促进萌发,有效提高芽菜的发芽势和发芽率;而FeSO₄中的铁是许多重要氧化还原酶的催化成分。

试验采用 GA₃、KNO₃、MnSO₄ 和 FeSO₄ 溶液对绿豆种子进行处理,确定最佳培养条件后又对绿豆芽菜萌发过程中氨基酸、V_C 和蛋白质含量的

动态变化进行了测定。结果表明,这几种预处理都能促进种子萌发,但在浓度过高时都有不同程度的抑制作用。在该试验中 1.00 mg · L⁻¹ FeSO₄ 溶液处理促进效果尤为明显。通过对内含物的测定和分析,几种溶液处理对芽菜中各物质均有不同程度影响。总体来看,在第 4 天的绿豆芽菜有比较高的营养价值,但维生素 C 在第 3 天含量略高,游离氨基酸含量在第 2 天和第 5 天含量最高,由于不同类型和品种的芽菜在萌发时物质含量变化存在差异性,会导致在试验处理上的结果有一定差异,但其规律具有一定的可参考性,因此这些结果可为人们按需求获得相应的营养成份提供数据参考。

参考文献:

- [1] 杨昊.药用保健化绿豆.蔬菜[M].北京:中国农业出版社,2000:33-35.
- [2] GU J S,FENG C Y,ZHANG F S.Strategies for adaptation of Suaeda physophora,Haloxyylon ammodendron and Haloxyylon persicum to a saline environment during seed germination stage[J].Annals of Botany,2005,96:399-405.
- [3] 宋松泉,程红炎,龙春林,等.种子生物学研究指南[M].北京:科学出版社,2005:89-92.
- [4] 颜宏,赵伟,陈文静.不同盐溶液浸种对向日葵种子萌发的影响[J].种子,2007(2):70.
- [5] 丛峰松.生物化学实验[M].上海:上海交通大学出版社,2005:159-269.
- [6] 王香馥,杨军.硝酸钾对油松种子发芽和活力的影响[J].种子,1983(3):12.
- [7] H. 马斯纳.高等植物的矿质养料—土壤与植物营养[M].北京:北京农业大学出版社,1991:163-169.
- [8] 周化斌,姜丹,金卫挺,等.锰对大豆种子萌发的影响[J].种子,2003(4):22-23.
- [9] 白保彰,王景安.植物生理学测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1993:101-110.
- [10] 阎秀峰,孙国容.星星草生理生态学研究[M].北京:科学出版社,2000:21-23.
- [11] 杨玉珍,李生平,吴青霞.银杏种子萌发过程中蛋白质及三种氮代谢酶活性的变化[J].南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(4):119-122.

Study on Germination and Determination of Material Content of Sprout Mung Bean

LI Jian-ying, TIAN Zhong-yan, ZHOU Chang-jun, YANG Liu, WU Yao-kun,
DU Zhi-qiang, ZHANG Zhi-gang

(Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

Abstract: The effect of the different treatments on mung bean seed germination, and during the best treatment dosage, the amino acid, protein and Vitamin C were studied. The results showed that the different treatments could promote the germination efficiently by the dosage soaking of GA₃, KNO₃, FeSO₄ and MnSO₄, and the different treatments had different influence on the different materials content.

Key words: mung bean; sprout; germination; material; content