

不同栽培方法对苦荞内源激素及产量和品质的影响

时 政, 高丙德, 郭晓恒, 程丽佳, 雨 田*

(成都大学医学院, 成都 610106)

摘 要: 为探明不同苦荞品种成熟期内源激素含量的差异及其与苦荞产量和品质的关系, 以四川本地 4 种苦荞品种西荞 1 号、米荞 1 号、川荞 1 号和川荞 2 号为试验材料, 对比 2 种栽培方法下 4 种苦荞的内源激素含量、产量和营养品质; 测定其在常规栽培方法和新型栽培技术(发明专利申请号 201610057193.3, 公开号 105660133A) 下苦荞的单株粒重、千粒重、产量、膳食纤维、蛋白质、黄酮和淀粉的含量, 以及其成熟期茎、叶、根中脱落酸(ABA)、玉米素+玉米素核苷、生长素(IAA)、1-氨基环丙烷-1-羧酸(ACC)和多胺(腐胺、亚精胺、精胺)等内源激素的含量, 并进行相关性分析。结果显示, 4 种苦荞的膳食纤维、蛋白质、黄酮及淀粉含量与苦荞叶中的 ABA 含量呈显著负相关; 蛋白质含量与叶、根中的玉米素+玉米素核苷及 IAA 含量呈显著或极显著正相关; 黄酮含量与叶中的 IAA、ACC 和多胺的含量呈显著或极显著正相关。表明苦荞的产量和品质与其不同部位间的内源激素含量有密切关系, 并且可以通过新型栽培技术调节其内源激素含量, 以达到改善苦荞品质和产量的目的。

关键词: 苦荞; 内源激素; 栽培技术; 产量; 品质

中图分类号: S517

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2017)04-0732-06

Effects of different cultivation methods on endogenous hormones, yield and quality of buckwheat

SHI Zheng, GAO Bingde, GUO Xiaoheng, CHENG Lijia, YU Tian

(College of Medicine, Chengdu University, Chengdu 610106)

Abstract: In order to find out the difference of endogenous hormone contents in different tartary buckwheat cultivars and their relationship with the yield and quality of buckwheat, four tartary buckwheat varieties, Xiqiao 1, Miqiao 1, Chuanqiao 1 and Sichuan buckwheat No.2 were studied. The contents of endogenous hormones, yield and nutritional quality of four tartary buckweats under the two cultivation methods were compared. The grain weight, 1000-grain weight, yield, dietary fiber, protein, flavonoid and starch contents of the buckwheat plant under the conventional cultivation method and the new cultivation technique (invention patent application No. 201610057193.3, publication number 105660133A) were measured. ABA in the root, stem and leaf at mature period, zeatin + zeatin riboside, IAA, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC), polyamines (putrescine, spermidine, spermine) and other endogenous hormones, and their correlations were analyzed. The results showed that the contents of dietary fiber, protein, flavone and starch in the four tartary buckweats were negatively correlated with ABA content in the leaf. The content of protein was positively correlated with the contents of zeatin, zeatin and IAA in the leaf and root. The content of flavonoids was positively correlated with the contents of IAA, ACC and polyamines in the leaf. It was found that the yield and quality of the tartary buckweats were closely related to the contents of endogenous hormones in different plant parts. The endogenous hormones could be regulated by new cultivation techniques to improve the quality and yield of the tartary buckweats.

Key words: tartary buckwheat; endogenous hormones; cultivation technology; yield; quality

苦荞 (*Fagopyrum tataricum*) 又称鞑靼荞麦, 物^[1-3]。苦荞具有很高的营养价值和药用价值, 是一种隶属蓼科荞麦属, 是一种一年生或多年生双子叶植 一种独特的食药两用粮食作物, 含有丰富多种营养物

收稿日期: 2016-11-16

基金项目: 四川省科技厅科技支撑计划(2016NZ0060), 四川省青年科技基金杰出青年基金项目(2017JQ0060)资助。

作者简介: 时 政, 博士, 副教授。E-mail: drshiz1002@hotmail.com

* 通信作者: 雨 田, 讲师。E-mail: yutian@cdu.edu.cn

质, 并且具有抗氧化、降血糖、降血压和降血脂等多种保健功能。目前苦荞营养价值和药用价值的开发应用正在与日俱增, 有很多学者认为苦荞集营养、保健和医疗于一身, 被誉为 21 世纪最流行的绿色健康食品原料之一。

膳食纤维主要是不能被人体吸收利用的多糖, 即不能被人体消化系统中消化酶所分解的, 不能被人体吸收的多糖。膳食纤维还具有突出的保健功能, 可以促进人体消化系统的运行, 降低某些癌症、心血管和糖尿病等疾病的发病率。因此膳食纤维被誉为人类“第七大营养素”^[4]。苦荞中膳食纤维的含量是其他麦类的 10 倍左右, 是构成苦荞营养品质的重要组成部分。目前除时政等研究了苦荞膳食纤维的含量^[5], 其他关于苦荞膳食纤维的研究较少。培育高膳食纤维含量的谷类作物, 对于改善中国居民膳食纤维摄入量不足的现状有至关重要的作用。

植物激素在植物生长发育过程和作物的产量及品质具有至关重要的调节作用。植物激素是指由植物细胞接受一定的信号诱导, 在植物特定组织代谢合成的, 并通过与特定的蛋白质受体结合来调节植物生长发育的微量生理活性有机物质^[6]。有研究结果表明植物内源激素的种类、含量对小麦和水稻的产量和营养品质的形成过程起重要作用^[7-10], 但目前国内外关于荞麦内源激素这方面的研究鲜有报道。

不同栽培方法对于苦荞的产量和品质有着重要的影响。董慧等报道了冬小麦的生长发育进程受不同内源激素的调节控制, 而不同栽培方式可能会通过改变土壤环境间接地影响小麦内源激素的变化, 进而影响小麦的产量和品质等性状^[11]。但是对于不同栽培方法通过影响内源激素来调节苦荞产量和品质的研究鲜有报道。

本试验采用不同的栽培方法对 4 种四川本土苦荞品种间根、茎和叶中内源激素含量的差异及其与苦荞产量和品质的关系进行研究, 以期对苦荞的高产优质栽培提供一定的实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

4 种品种苦荞分别采用西荞 1 号、米荞 1 号、川荞 1 号和川荞 2 号。

1.2 方法

1.2.1 苦荞栽培 试验于 2016 年在成都市新都试验基地进行。选定一块土壤肥力均匀的土地, 将 4 个品种的苦荞于 3 月 20 号分别采用本试验的新型栽

培方法和以往的常规栽培方法两种进行栽培, 作对照试验。每种材料一个小区, 小区 2~5 m, 每个小区进行隔离, 行距 40 cm, 株距 10 cm, 常规田间管理。6 月 30 号收获种子, 并取每种苦荞的第 3 节 3 片功能叶、茎和根系, 于冰箱中冷冻保存。

本试验采用的新型栽培方法与以往的常规栽培方法对比试验^[12]。新型栽培方法加以维生素和氨基酸的浸出液浸润种子有利于提高种子的发芽率, 是以基肥主要有有机肥, 采用腐熟的优质农家肥, 在土壤中增加蚯蚓, 有助于蚯蚓分解无机物提供给苦荞生长必须的氨基酸等, 有利于苦荞的生长。并且在栽培中尤其注重了种子的处理和筛选、合理密植以及人工授粉的重要性, 与常规栽培方法相比, 种子处理和筛选极大程度地提高了种子的发芽率, 而且还补充了种子生长发育所需的微量元素, 使得种子生长更饱满。

1.2.2 测定方法 于苦荞成熟期分别测定 2 种栽培方法下 4 个品种苦荞的单株粒数、单株粒重、千株粒重和产量。并测定 2 种栽培方法下 4 个品种苦荞的膳食纤维、蛋白质、黄酮和淀粉的含量。分别测定 2 种栽培方法栽培的 4 个苦荞品种的功能叶、茎和根系进行脱落酸 (ABA)、生长素 (IAA)、玉米素+玉米素核苷、1-氨基环丙烷-1-羧酸 (ACC) 和多胺的含量。膳食纤维测定方法参照葛春玉等^[13], 蛋白质测定方法参考张志良等^[14], 淀粉测定方法参考黄云华^[15], 黄酮的测定方法参考何照范和张迪清^[16]。根、茎、叶中内源激素的测定: 脱落酸 (ABA)、生长素 (IAA)、玉米素+玉米素核苷的提取和测定参考何钟佩^[17]。1-氨基环丙烷-1-羧酸 (ACC) 测定参考 Beltrano^[18]、Cheng 和 Lur^[19]。多胺含量的测定参考 Flores 和 Galston^[20]。

1.2.3 试验步骤 (1) 于苦荞成熟期分别测定两种栽培方法下 4 个品种苦荞的单株粒数、单株粒重、千株粒重和产量。

(2) 测定 2 种栽培方法下 4 个品种苦荞的膳食纤维、蛋白质、黄酮和淀粉的含量。

(3) 分别对两种栽培方法栽培的 4 个品种苦荞的功能叶、茎和根系进行脱落酸 (ABA)、生长素 (IAA)、玉米素+玉米素核苷、1-氨基环丙烷-1-羧酸 (ACC) 和多胺含量的测定, 并对荞麦的单株粒数、单株粒重、千株粒重和产量进行测定。

(4) 利用 SPSS17.0 对 4 种苦荞麦的进行差异显著性测试和相关性分析。

1.2.4 数据处理 采用 Excel2003 进行数据处理, 利用 SPSS17.0 进行差异显著性测试和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 苦荞的产量性状和品质分析

由表1和表2可以看出,本试验栽培方法栽培出来的4种苦荞的单株粒重、千粒重、产量均高于常规方法栽培的苦荞;本试验栽培方法栽培苦荞籽

粒中膳食纤维、蛋白质、黄酮和淀粉含量均高于常规方法栽培的苦荞,西荞1号分别是1.18倍、1.09倍、1.04倍和1.14倍;米荞1号分别是1.15倍、1.04倍、1.07倍和1.09倍;川荞1号分别是1.23倍、1.06倍、1.04倍和1.38倍;川荞2号分别是1.24倍、1.06倍、1.11倍和1.05倍。

表1 常规栽培技术栽培的苦荞的产量和品质

Table 1 The buckwheat yield and quality cultivated with conventional cultivation techniques

品种 Variety	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
西荞1号 Xiqiao 1	2.69	21.50	2 229	1.45	12.58	62.51	2.04
米荞1号 Miqiao 1	1.95	18.21	2 121	1.46	13.15	62.53	2.26
川荞1号 Chuanqiao 1	1.80	20.65	2 250	1.20	13.15	62.33	1.54
川荞2号 Sichuan buckwheat No.2	2.01	21.32	2 032	1.23	13.06	60.37	2.32

表2 新型栽培技术栽培苦荞的产量和品质

Table 2 The buckwheat yield and quality cultivated with new cultivation techniques

品种 Variety	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
西荞1号 Xiqiao 1	3.04	22.13	2 546	1.71	13.68	64.84	2.33
米荞1号 Miqiao 1	2.64	21.52	2 604	1.68	13.70	66.69	2.47
川荞1号 Chuanqiao 1	2.16	21.96	2 850	1.48	13.96	64.95	2.13
川荞2号 Sichuan buckwheat No.2	2.87	22.41	2 350	1.53	13.85	67.12	2.45

表3 常规栽培技术栽培苦荞的内源激素含量

Table 3 The endogenous hormone contents in tartary buckwheat cultivated with conventional cultivation techniques

品种 Variety	部位 Part	ACC /pmol·g ⁻¹	IAA /pmol·g ⁻¹	ABA /pmol·g ⁻¹	玉米素+玉米素核苷 Zeatin + zeatin nucleoside	多胺 Polyamines
西荞1号 Xiqiao 1	茎 Stem	1.06	59.45	7.34	15.84	4 648.15
	叶 Leaf	1.97	79.39	6.73	39.46	1 945.14
	根 Root	0.61	47.81	1.97	361.45	1 274.24
米荞1号 Miqiao 1	茎 Stem	0.99	61.25	7.65	14.97	4 632.97
	叶 Leaf	1.85	80.16	7.14	35.26	2 045.18
	根 Root	0.43	42.15	2.04	280.65	945.56
川荞1号 Chuanqiao 1	茎 Stem	1.21	55.08	7.61	15.49	6 247.18
	叶 Leaf	1.78	75.27	7.29	39.79	2 407.84
	根 Root	0.62	45.19	2.61	382.19	1 854.37
川荞2号 Sichuan buckwheat No.2	茎 Stem	1.09	61.28	7.89	15.94	7 413.17
	叶 Leaf	1.84	84.15	7.13	40.21	2 618.24
	根 Root	0.49	40.34	2.48	294.46	1 954.31

2.2 苦荞不同部位的内源激素含量分析

由表3和表4对比可以看出,对比本试验栽培方法和传统栽培方法栽培出来的苦荞的内源激素,本试验栽培方法栽培的苦荞 ABA 含量明显低于传统栽培方法,而 ACC、IAA、玉米素+玉米素核苷和多胺(腐胺、亚精胺和精胺)含量则明显高于传统栽培方法,由此可见采用不同栽培方法栽培的苦荞内源激素含量存在一定差异。对比苦荞不同部位的内源激素含量,茎、叶中的 ABA 含量显著高

于根; ACC 和 IAA 含量叶中最高,根中最低;玉米素+玉米素核苷的含量则根中最高,茎中最低;腐胺、多胺精胺含量茎中最高,叶中最低,差异都达显著水平;4种苦荞个体不同部位内源激素含量表现相近。

2.3 苦荞内源激素含量与产量和品质指标相关性

表5、表6、表7和表8分别为4个品种苦荞不同部位内源激素含量与苦荞产量和品质的相关性分析。分析结果表明:苦荞内源激素 ABA 含量与苦

荞产量和营养品质呈显著负相关; 单株粒重、千粒重、产量与 IAA、ACC 和玉米素+玉米素核苷含量则呈显著正相关看, 与茎中多胺含量呈显著正相关; 膳食纤维含量与 IAA、ACC 和多胺的含量呈显著或极显著正相关, 与茎和根中多胺含量呈显著正相关或极显著正相关; 蛋白质含量与荞麦中的玉米素+

玉米素核苷和 IAA 含量呈显著或极显著正相关, 与茎中 ACC 和多胺含量呈显著正相关; 淀粉含量与叶和根中的玉米素+玉米素核苷及 IAA 含量呈显著正相关, 与茎或叶中的多胺含量呈显著或极显著正相关; 黄酮含量与根、叶中的 IAA、ACC 和多胺的含量呈显著或极显著正相关。

表 4 本试验栽培技术栽培苦荞的内源激素含量

Table 4 The endogenous hormone contents in tartary buckwheat cultivated with the cultivation techniques used in this study

品种 Variety	部位 Part	ACC /pmol·g ⁻¹	IAA /pmol·g ⁻¹	ABA /pmol·g ⁻¹	玉米素+玉米素核苷 Zeatin + zeatin nucleoside	多胺 Polyamines
西荞 1 号 Xiqiao 1	茎 Stem	1.24	61.02	7.21	16.14	4 654.01
	叶 Leaf	2.04	81.24	6.51	41.14	1 949.45
	根 Root	0.85	48.14	1.59	369.71	1 281.45
米荞 1 号 Miqiao 1	茎 Stem	1.14	61.68	7.13	15.19	4 645.31
	叶 Leaf	1.95	80.78	7.41	36.01	2 064.21
	根 Root	0.67	42.42	1.94	284.08	949.14
川荞 1 号 Chuanqiao 1	茎 Stem	1.41	55.39	7.41	15.74	6 254.94
	叶 Leaf	1.98	75.63	7.11	40.24	2 418.27
	根 Root	0.69	45.56	2.39	389.04	1 858.11
川荞 2 号 Sichuan buckwheat No.2	茎 Stem	1.21	61.61	7.67	15.99	7 423.54
	叶 Leaf	1.88	84.74	7.01	40.74	2 645.21
	根 Root	0.74	40.94	2.40	298.14	1 962.18

表 5 西荞 1 号内源激素含量与产量和品质指标的相关性

Table 5 The relationship between the content of endogenous hormones in Xiqiao No.1 and its yield and quality

项目 Item	部位 Part	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
ABA	茎	-0.3544	-0.3617	-0.4526	-0.6852*	-0.5629*	-0.6714*	-0.3217
	叶	-0.6585*	-0.7148*	-0.6196*	-0.5953*	-0.6546*	-0.6428*	-0.6911*
	根	-0.5484*	-0.5215*	-0.5934*	-0.6845*	-0.6343*	-0.6432*	-0.5954*
IAA	茎	0.4523	0.5485*	0.6185*	0.6285*	0.7242*	0.6328*	0.4934
	叶	0.6462*	0.8955**	0.6548*	0.5628*	0.9518**	0.6442*	0.6844*
	根	0.6292*	0.5296*	0.5715*	0.6522*	0.8695**	0.6042*	0.4584
ACC	茎	0.2544	0.2696	0.3517	0.3265	0.5264*	0.3864	0.3217
	叶	0.6489*	0.6284*	0.6331*	0.6522*	0.3457	0.6924*	0.4514
	根	0.6474*	0.8417**	0.7588**	0.3026	0.4851	0.4328	0.6554*
多胺 Polyamines	茎	0.8458**	0.7894**	0.9858**	0.6345*	0.6545*	0.6551*	0.4138
	叶	0.2451	0.6415*	0.4364	0.3642	0.3216	0.8184**	0.9189**
	根	0.6276*	0.5544*	0.3641	0.2511	0.4146	0.2554	0.2094
玉米素+玉米素核苷 Zeatin + zeatin nucleoside	茎	0.1553	0.3325	0.4146	0.5548*	0.6121*	0.3562	0.3575
	叶	0.5654*	0.6241*	0.5262*	0.2845	0.3515**	0.5622*	0.3674
	根	0.7857**	0.9525**	0.365*	0.6251**	0.8951**	0.5365*	0.3465

注: “*”表示显著相关; “**”表示极显著相关。下同。

Note: “*”means significantly relevant; “**”stands for very significant correlation. The same below.

由试验可见西荞 1 号、米荞 1 号、川荞 1 号和川荞 2 号的内源激素含量与产量、膳食纤维含量、蛋白质含量、黄酮含量和淀粉含量均具有显著相关

性, 因此可以证明内源激素对 4 种荞麦产量和荞麦营养素含量具有一定调节作用。

表 6 米荞 1 号内源激素含量与产量和品质指标的相关性

Table 6 Correlation of endogenous hormone contents in millet buckwheat No.1 with yield and quality

项目 Item	部位 Part	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
ABA	茎	-0.4521	-0.3324	-0.4745	-0.6444*	-0.5474*	-0.7114*	-0.3521
	叶	-0.6254*	-0.7895*	-0.6458*	-0.5974*	-0.6854*	-0.598*	-0.6951*
	根	-0.5521*	-0.6145*	-0.5588*	-0.6417*	-0.6477*	-0.5892*	-0.5458*
IAA	茎	0.3624	0.5966*	0.6524*	0.6475*	0.7724*	0.5935*	0.4938
	叶	0.6985*	0.8475**	0.6554*	0.5677*	0.9151**	0.6893*	0.6855*
	根	0.6125*	0.5154*	0.5925*	0.6485*	0.8749**	0.6452*	0.4585
ACC	茎	0.3541	0.2455	0.3455	0.3885	0.5426*	0.3844	0.4121
	叶	0.6981*	0.6588*	0.6685*	0.6514*	0.3445	0.6921*	0.4588
	根	0.6169*	0.8956**	0.7547**	0.3856	0.4845	0.4382	0.669*
多胺 Polyamines	茎	0.9147**	0.8562**	0.9455**	0.6149*	0.5524*	0.6581*	0.4134
	叶	0.4851	0.6486*	0.4741	0.3562	0.4521	0.8851**	0.9181**
	根	0.5963*	0.5956*	0.3855	0.2552	0.4456	0.2584	0.2044
玉米素+玉米素核苷 Zeatin+zeatin nucleoside	茎	0.3652	0.4585	0.4784	0.6521*	0.6452*	0.3582	0.3551
	叶	0.5458*	0.6996*	0.5458*	0.3645	0.3585**	0.5692*	0.3482
	根	0.8315**	0.8925**	0.3548*	0.7251**	0.8141**	0.5365*	0.3654

表 7 川荞 1 号内源激素含量与产量和品质指标的相关性

Table 7 The correlation between endogenous hormone contents and yield and quality indexes in Chuanqiao No.1

项目 Item	部位 Part	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
ABA	茎	-0.4152	-0.4512	-0.4985	-0.6541*	-0.6248*	-0.5964*	-0.3615
	叶	-0.5635*	-0.6952*	-0.5963*	-0.5089*	-0.6348*	-0.6524*	-0.6825*
	根	-0.6244*	-0.6218*	-0.6184*	-0.6048*	-0.6185*	-0.6742*	-0.5141*
IAA	茎	0.3653	0.6741*	0.6459*	0.6142*	0.7896*	0.5692*	0.4123
	叶	0.5874*	0.8596**	0.6741*	0.5582*	0.9102**	0.6416*	0.6485*
	根	0.6485*	0.5365*	0.5851*	0.6524*	0.8314**	0.6231*	0.3415
ACC	茎	0.3214	0.2558	0.4931	0.3654	0.5203*	0.3415	0.3962
	叶	0.6145*	0.6852*	0.6263*	0.6412*	0.3455	0.6841*	0.4485
	根	0.6585*	0.7958**	0.7963**	0.4856	0.4541	0.3542	0.5921*
多胺 Polyamines	茎	0.8587**	0.8169**	0.7896**	0.6896*	0.6523*	0.6486*	0.4591
	叶	0.3251	0.5826*	0.4126	0.3104	0.3301	0.8628**	0.9025**
	根	0.6845*	0.5695*	0.3588	0.4105	0.4205	0.2284	0.2559
玉米素+玉米素核苷 Zeatin + zeatin nucleoside	茎	0.3941	0.3695	0.4582	0.5698*	0.6045*	0.4502	0.4065
	叶	0.5784*	0.6485*	0.5941*	0.4065	0.3147**	0.2242*	0.4105
	根	0.8126**	0.8952**	0.4132*	0.8952**	0.8029**	0.5115*	0.3696

3 讨论与结论

荞麦总体产量主要体现在单株粒重、千粒重和单位面积的产量。从本试验结果可以看出,适当降低苦荞叶、根中的 ABA 含量,增加 IAA、ACC、玉米素+玉米素核苷和多胺含量能在一定程度提高苦荞的产量。采用本试验栽培技术与常规栽培技术相比较,内源激素含量、产量、膳食纤维含量、蛋白质含量、黄酮含量和淀粉都发生了改变,且试验表明内源激素含量与产量、膳食纤维含量、蛋白质含

量、黄酮含量和淀粉含量具有显著相关性或极显著相关性,由此推断可以通过新型栽培技术调节苦荞植物内源激素含量,以达到改变苦荞品质的目的。

苦荞在生长发育过程中会受多种内源激素的调节,但有关内源激素对苦荞膳食纤维、蛋白质和黄酮调节作用的研究较少。黄凯丰等以威苦 1 号和威苦 2 号荞麦为试验材料,通过栽培,测其中内源激素含量及蛋白质、黄酮类和淀粉含量,并进行相关性分析。对比 2 个苦荞品种内源激素含量和营养品质,得出苦荞的产量和品质与其不同部位间的内

表 8 川荞 2 号内源激素含量与产量和品质指标的相关性

Table 8 The correlation between endogenous hormone contents and yield and quality indexes in Chuanqiao No.2

项目 Item	部位 Part	单株粒重/g Weight per plant	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield	膳食纤维/% Dietary fiber	蛋白质/% Protein	淀粉/% Starch	黄酮/% Flavonoids
ABA	茎	-0.4521	-0.3412	-0.4634	-0.5892*	-0.6387*	-0.6145*	-0.23611
	叶	-0.5482*	-0.7448*	-0.6819*	-0.5483*	-0.6154*	-0.6752*	-0.6748*
	根	-0.5465*	-0.5245*	-0.5823*	-0.6493*	-0.5961*	-0.6455*	-0.5485*
IAA	茎	0.4547	0.5847 *	0.6458*	0.6412*	0.4599*	0.5784*	0.2543
	叶	0.6852*	0.8954 **	0.6464*	0.5448*	0.9101**	0.6448*	0.6564*
	根	0.6652*	0.5466*	0.5541*	0.6511*	0.8417**	0.677*	0.4858
ACC	茎	0.2474	0.4156	0.3561	0.4105	0.6406*	0.4104	0.2631
	叶	0.6519*	0.6784*	0.6345*	0.6022*	0.3885	0.6984*	0.4845
	根	0.6044*	0.7952**	0.7574**	0.3526	0.3285	0.4418	0.6415*
多胺 Polyamines	茎	0.8414**	0.7452**	0.8525**	0.6813*	0.6484*	0.6941*	0.4866
	叶	0.4051	0.6952*	0.4346	0.3602	0.3861	0.8415**	0.8951**
	根	0.5696*	0.5441*	0.3644	0.2411	0.4456	0.2456	0.2856
玉米素+玉米素核苷 Zeatin + zeatin nucleoside	茎	0.4853	0.3924	0.4174	0.5744*	0.6482*	0.3418	0.3455
	叶	0.6529*	0.6658*	0.5276*	0.4565	0.7355**	0.6841*	0.3458
	根	0.7486**	0.9541**	0.3675*	0.7412**	0.7995**	0.5745*	0.4885

源激素含量有密切关系^[21]。

本试验结果表明, 对比 2 种栽培方法下西荞 1 号、米荞 1 号、川荞 1 号和川荞 2 号 4 种苦荞内源激素含量的变化, 可以证明本试验采用的新型栽培技术对苦荞内源激素具有调节作用。内源激素与苦荞产量和营养品质的相关性表明适当降低苦荞中的 ABA 含量能在一定程度上促进籽粒中膳食纤维、蛋白质和黄酮的合成。由于苦荞发育过程中受多种内源激素的调节, 激素间的平衡对苦荞的产量和营养品质有至关重要。并且通过本试验可以得出通过新型栽培技术调节其内源激素含量, 进而达到改变苦荞营养品质的目的。

参考文献:

- 王健胜, 柴岩, 赵喜特, 等. 中国荞麦栽培品种的核型比较分析[J]. 西北植物学报, 2005, 25(6): 1114-1117.
- 余霜, 李光, 陈庆富. 中国荞麦种业发展的 SWOT 分析[J]. 种子, 2012, 31(3): 84-87.
- 赵钢, 唐宇, 王安虎, 等. 中国的荞麦资源及其药用价值[J]. 中国野生植物资源, 2001, 20(2): 31-32.
- 康琪, 朱若华. 人类第七大营养素-膳食纤维[J]. 化学教育, 2007(8): 10-13.
- 时政, 宋毓雪, 韩承华, 等. 苦荞的膳食纤维含量研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(15): 62-66.
- 段娜, 贾玉奎, 徐军, 等. 植物内源激素研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(2): 159-165.
- 汪宝卿, 解备涛, 王庆美, 等. 甘薯内源激素和化学调控研究进展[J]. 山东农业科学, 2010, 42(1): 51-56.
- 樊高琼, 刘帆, 邵庆勤, 等. 小麦蛋白质和淀粉含量与籽粒发育过程中内源激素含量的关系[J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(1): 36-40.
- 王静超. 多胺与乙烯对水稻籽粒灌浆的调控作用[D]. 扬州: 扬州大学, 2013.
- 杨建昌, 常二华, 唐成, 等. 结实期籽粒乙烯释放速率和 1-氨基环丙烷-1-羧酸浓度与稻米外观品质的关系[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(1): 77-83.
- 董慧, 仲延龙, 齐龙昌, 等. 耕作方式对冬小麦内源激素含量及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(4): 542-547.
- 刘福长. 小杂粮苦荞栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(4): 58.
- 葛春玉, 潘英明, 梁英, 等. 花生麸中膳食纤维含量的测定[J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 2003, 23(2): 82.
- 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- 黄云华. 不同倍性甜荞(*Fagopyrum esculentum* Moench)的遗传比较及快速繁殖研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2009.
- 何照范, 张迪清. 保健食品化学及其检测技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.
- 何钟佩. 农作物化学控制试验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- BELTRANO J, CARBONE A, MONTALDI E R, et al. Ethylene as promoter of wheat grain maturation and ear senescence[J]. Plant Growth Regul, 1994, 15(2): 107-112.
- CHENG C Y, LUR H S. Ethylene may be involved in abortion of the maize caryopsis[J]. Physiol Plant, 1996, 98(2): 245-252.
- FLORES H E, GALSTON A W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography[J]. Plant Physiol, 1982, 69(3): 701-706.
- 黄凯丰, 彭慧蓉, 郭肖, 等. 2 个苦荞品种成熟期内源激素的含量差异及其与产量和品质的关系[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(1): 28-32.