

# 农田参和伐林参根际土壤酶指标与化学成分比较

杨艳文, 姜沅彤, 张连学

(吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118)

**摘要:**以不同栽培模式的人参及其根际土壤为研究对象,运用典型相关分析方法,对农田参、伐林参中总皂苷、总多糖、总蛋白和总氨基酸等主要有效成分的积累与土壤过氧化氢酶、脲酶、磷酸酶、蔗糖酶活性的关系进行了分析。结果表明:农田栽培模式下,土壤蔗糖酶活性、磷酸酶活性与人参总皂苷含量、总蛋白质含量和总氨基酸含量呈极显著的负相关关系,过氧化氢酶活性与人参总皂苷含量、人参总多糖含量和总蛋白质含量呈极显著负相关关系;伐林栽培模式下,土壤蔗糖酶、脲酶和磷酸酶活性与人参总皂苷含量和总氨基酸含量呈极显著的负相关关系,土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性与人参总皂苷含量、人参总多糖和总蛋白质含量呈极显著的负相关关系。表明这几种酶的活性与人参有效成分之间的关系最密切。结合其它养分因子,综合土壤酶活性指标可以作为评价土壤肥力的一个重要生物活性指标,适当调节土壤酶活性,能够加速土壤中各类物质的循环与转化,增加有效成分的积累,从而提高产量与质量。

**关键词:**人参;有效成分;土壤酶;典型相关分析

**中图分类号:**S 151.9;S 567.51 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0157-06

人参(*Panax ginseng* C. A. Mey.)为中国传统中药材,具有悠久的药用历史。近几年,参业产值快速上升,预计到2020年将达1 000亿元以上。因伐林栽参对生态环境会造成严重破坏,因此农田栽参是未来人参种植的主要发展趋势。但一些技术问题仍未有效解决,制约了人参产业的发展。人参皂苷、多糖、蛋白质、氨基酸是人参中公认的主要活性成分<sup>[1-5]</sup>,土壤酶活性是土壤质量的重要评价指标,近年来对其的研究正逐年深入<sup>[6-7]</sup>。张亚玉等<sup>[8]</sup>报道了农田栽参根区土壤酶活性与土壤养分的关系;孙海等<sup>[9]</sup>报道了农田栽参和林下参土壤养分和酶活性的研究;谢彩香等<sup>[10]</sup>报道了人参皂苷与气候因子和土壤因子的相关性;程海涛等<sup>[11]</sup>报道了土壤环境与人参生长关系的研究进展;贾光林等<sup>[12]</sup>报道了人参皂苷与生态因子的相关性;王婷婷等<sup>[13]</sup>报道了农田栽参和伐林栽参土壤养分及酶活性的研究,但到目前为止,尚鲜见运

用典型相关分析方法同时研究不同栽培模式的人参多种有效成分与根际土壤酶活性关系的相关报道。该试验将典型相关分析方法运用到人参栽培系统中,对人参有效成分含量与土壤酶活性这2组随机变量进行分析,将2种变量化为最简单线性组合形式,以期更清晰地揭示土壤酶活性对人参有效成分的影响程度,从而为评价栽参的土壤状况提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在吉林省吉安市进行。集安市(东经125°34'~126°32',北纬40°52'~41°35')位于吉林省东南部,地处长白山地,属温带大陆性季风气候区,是长白山人参地理标志区域,环境条件非常适宜人参的生长发育。

### 1.2 试验材料

供试的1~6年生农田参、伐林参及土壤样品于2015年10月8日采自吉林省集安市。

人参样品采用5点取样法进行取样,每个点选择长势良好、形状一致、健康无病的人参10株。人参样品50℃下干燥72h,处理至恒重后备用,经吉林农业大学张连学教授鉴定为五加科植物人参(*Panax ginseng* C. A. Mey.)的根茎。土壤样品采用分层采集<sup>[14-15]</sup>,芦头以上为表层土,芦头以下参根周边为根层土,参体以下为底层土。室温下风干10d,研磨,分别过20目和80目筛。采集地土壤类型为灰棕壤土。

**第一作者简介:**杨艳文(1979-),男,吉林通榆人,博士研究生,助理研究员,现主要从事药用植物栽培学等研究工作。E-mail:yanwen\_79@163.com.

**责任作者:**张连学(1955-),男,教授,博士生导师,现主要从事药用植物栽培学等研究工作。E-mail:zlxbooksee@163.com.

**基金项目:**国家科技重大专项子课题资助项目(2012ZX09304006);农业部公益性行业科研专项资助项目(201303111)。

**收稿日期:**2016-04-25

## 1.3 项目测定

土壤酶活性的测定<sup>[16]</sup>:过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,脲酶活性采用靛酚比色法测定,磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定,蔗糖酶活性采用3,5-二硝基水杨酸法测定,土壤为风干土;人参总皂苷含量的测定采用香草醛-硫酸比色法<sup>[17]</sup>;人参总多糖含量的测定采用苯酚-硫酸分光光度法<sup>[18]</sup>;人参总蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝比色法<sup>[19]</sup>;人参总氨基酸含量的测定采用高效液相色谱法<sup>[20]</sup>。

## 1.4 数据分析

利用 SAS 6.0 软件进行有关统计运算,根据标准化典型变量的线性表达式进行分析。找出第 1 组  $p$  个变量、第 2 组  $q$  个变量的线性组合,使其相关性最大;以此类推,找出第 2 对线性组合,使其具有次相关性,直至每对变量间相关系数被提取完为止<sup>[21]</sup>。

$$M_1 = u_1 X_1 + u_2 X_2 + \cdots + u_p X_p \quad (1),$$

$$N_1 = v_1 Y_1 + v_2 Y_2 + \cdots + v_q Y_q \quad (2)。$$

其中  $u_1, u_2, \dots, u_p$  和  $v_1, v_2, \dots, v_q$  是待定系数,用来表征 2 个线性函数之间的密切程度。该研究以人参主要有效成分含量和土壤酶活性各为一组指标。

## 2 结果与分析

## 2.1 农田参主要有效成分含量与土壤酶活性典型相关性分析

按照典型相关分析方法,将人参主要有效成分含量指标记作  $X_{(4 \times 36)}$ ,将土壤酶活性指标记作  $Y_{(4 \times 36)}$ 。其它各项指标记作:人参总皂苷含量( $X_1$ )、人参总多糖含量( $X_2$ )、人参总蛋白质含量( $X_3$ )、人参总氨基酸含量( $X_4$ )、过氧化氢酶活性( $Y_1$ )、蔗糖酶活性( $Y_2$ )、脲酶活性( $Y_3$ )、磷酸酶活性( $Y_4$ )。利用 2 个变量  $M$  和  $N$ ( $M, N$  分别为人参主要有效成分典型变量、土壤酶活性典型变量)来描述人参主要有效成分变量  $X$  和土壤酶活性变量  $Y$  之间的关系。

用 SAS 6.0 软件对数据统计分析,将人参主要有效成分特征向量代入公式(1),将土壤酶活性特征向量代入公式(2),得到“综合有效成分”( $M$ )和“综合土壤酶”( $N$ )的 4 对典型变量,得到  $X, Y$  变量的样本相关阵,  $X$  变量和  $Y$  变量样本的联合相关阵,最后得到需求特征根的非负定阵,其非零特征根分别为 59.150 9、8.530 0、0.392 4、0.047 2。取前 3 对典型变量来描述,累计贡献率为 99.93%。前 3 对主要有效成分典型变量的系数( $M_1, M_2, M_3$ )和土壤酶活性典型变量的系数( $N_1, N_2, N_3$ ),即是它们的第 1、2、3 特征与对应的特征向量(表 1)。

由表 1 可得“综合有效成分含量”和“综合土壤酶”的 3 对典型变量表达式,第 1 对典型变量:

$$U_1 = -0.777 6X_1 - 0.140 3X_2 - 0.537 9X_3 - 0.598 5X_4, \\ V_1 = 0.393 7Y_1 + 0.941 9Y_2 + 0.210 9Y_3 + 0.726 1Y_4。$$

第 2 对典型变量:

$$U_2 = -0.585 8X_1 - 0.874 6X_2 - 0.805 3X_3 - 0.359 5X_4, \\ V_2 = -0.513 4Y_1 + 0.021 8Y_2 + 0.146 6Y_3 + 0.154 8Y_4。$$

第 3 对典型变量:

$$U_3 = -0.051 8X_1 - 0.122 0X_2 + 0.189 1X_3 + 0.248 1X_4, \\ V_3 = 0.601 0Y_1 + 0.191 4Y_2 - 0.704 3Y_3 + 0.506 6Y_4。$$

第 1、2、3 对典型变量的相关系数分别为 0.992 5、0.945 1、0.815 5,多变量多种统计分析方法也均达到了极显著相关(表 2),表明人参主要有效成分( $M_1, M_2, M_3$ )和土壤酶活性( $N_1, N_2, N_3$ )的 3 对典型变量关系密切。在第 1 对变量人参有效成分  $M$  中受影响最大的是人参总皂苷含量( $X_1$ ),其次是总氨基酸含量( $X_4$ )、总蛋白质含量( $X_3$ ),而对总多糖含量( $X_2$ )影响较小;土壤酶活性  $N$  中影响最大的是土壤蔗糖酶活性( $Y_2$ ),其次是土壤磷酸酶( $Y_4$ )活性,而过氧化氢酶活性( $Y_1$ )和土壤脲酶活性( $Y_3$ )影响较小。即土壤蔗糖酶和土壤磷酸酶活性与人参总皂苷含量、总蛋白质含量和总氨基酸含量高低关系最大,它们之间密切相关。

表 1

农田参有效成分与土壤酶活性的典型相关分析

Table 1 Canonical variables of effective components and soil enzyme activity of cultivated ginseng in the farmland

变量 Variable	人参有效成分典型相关变量 Effective components canonical variate			土壤酶活性典型相关变量 Soil enzyme canonical variate		
	1	2	3	1	2	3
特征值 Eigenvalue	59.150 9	8.530 0	0.392 4	59.150 9	8.530 0	0.392 4
累计贡献率 Cumulative ratio	0.868 3	0.993 5	0.999 3	0.868 3	0.993 5	0.999 3
$u_1$	-0.777 6	-0.585 8	-0.051 8			
$u_2$	-0.140 3	-0.874 6	-0.122 0			
$u_3$	-0.537 9	-0.805 3	0.189 1			
$u_4$	-0.598 5	-0.359 5	0.248 1			
$v_1$				0.393 7	-0.513 4	0.601 0
$v_2$				0.941 9	0.021 8	0.191 4
$v_3$				0.210 9	0.146 6	-0.704 3
$v_4$				0.726 1	0.154 8	0.506 6

第2对变量人参有效成分 $M$ 中受影响最大的是人参总多糖含量( $X_2$ ),其次是总蛋白质含量( $X_3$ )和总皂苷含量( $X_1$ ),对总氨基酸含量( $X_4$ )影响较小;土壤酶活性( $N$ )中影响最大的是过氧化氢酶活性( $Y_1$ ),其它3种酶

活性对人参主要有效成分影响较小。即土壤过氧化氢酶活性与人参总多糖、总蛋白质含量和人参总皂苷含量高低关系最大,它们之间密切相关。

表2 多变量的统计值和近似的 $F$ 值

项目 Item	有效值 Value	$F$ 值 $F$ value	自由度 1 $DF1$	自由度 2 $DF2$	显著性水平 Significance level $Pr>F$
组内方差/总方差 Wilks' lambda	0.001 2	24.90	16	49.518	0.000 1
处理效应 Pillai's trace	2.205 4	5.84	16	76	0.000 1
多变量方差分析 Hotelling-lawley trace	68.120 5	64.47	16	26.5	0.000 1
多元方差 Roy's greatest root	59.150 9	280.97	4	19	0.000 1

把1~6年生人参总皂苷、总多糖、总蛋白质、总氨基酸含量原始数据代入公式(1),把过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶、磷酸酶活性代入公式(2),即可得到它们的排序坐标图。从图1可知, $M_1$ 和 $N_1$ 的值随土壤层次的加深呈现有规律的变化,从图的右上方向左下方聚集,呈直线排开。结合人参有效成分含量第1典型变量

( $M_1$ )和土壤酶活性第1典型变量( $N_1$ )主导因子可知,土壤蔗糖酶活性、土壤磷酸酶活性与人参总皂苷含量、总蛋白质含量和总氨基酸含量呈极显著的负相关关系,即农田栽参土壤中蔗糖酶活性和磷酸酶活性越低,越能促进人参总皂苷、总蛋白质和总氨基酸的积累,反之则抑制它们的积累。

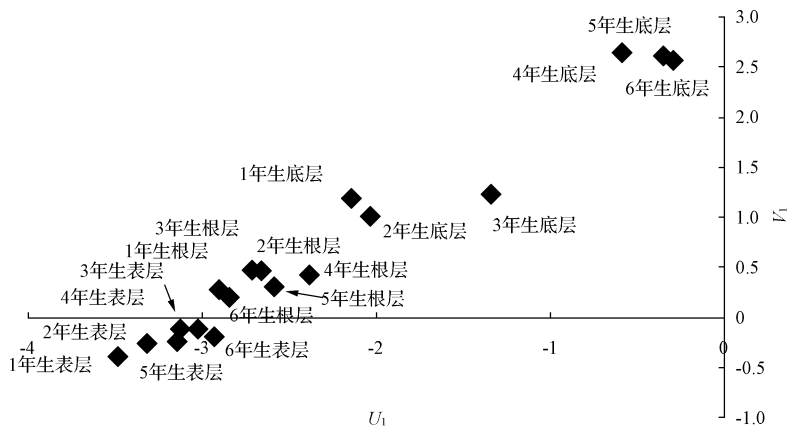


图1 农田栽参第1典型变量排序

Fig.1 Ordination of the first pair of canonical variables of cultivated ginseng in the farmland

2.2 伐林栽参主要有效成分含量与土壤酶活性典型相关分析

用 SAS 6.0 软件对数据统计分析,将人参主要有效成分特征向量代入公式(1),将土壤酶活性特征向量代入公式(2),得到“综合有效成分”(M)和“综合土壤酶”(N)的4对典型变量,得到 $X$ 、 $Y$ 变量的样本相关阵, $X$ 变量和 $Y$ 变量样本的联合相关阵,最后得到需求特征根的非负定阵,其非零特征根分别为5.327 6、2.065 6、0.120 3、0.023 7。取前3对典型变量来描述,累计贡献率为99.69%。前3对有效成分典型变量的系数( $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ )和土壤酶活性典型变量的系数( $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ ),即是它们的第1、2、3特征与对应的特征向量(表3)。

由表3可得“综合有效成分含量”和“综合土壤酶”的3对典型变量表达式,第1对典型变量为

$$U_1 = -0.685\ 9X_1 - 0.357\ 2X_2 - 0.384\ 3X_3 - 0.674\ 0X_4,$$

$$V_1 = 0.290\ 6Y_1 + 0.892\ 9Y_2 + 0.737\ 0Y_3 + 0.705\ 8Y_4.$$

第2对典型变量:

$$U_2 = -0.685\ 5X_1 - 0.848\ 9X_2 - 0.653\ 4X_3 - 0.451\ 1X_4,$$

$$V_2 = 0.781\ 6Y_1 + 0.243\ 0Y_2 + 0.339\ 6Y_3 + 0.626\ 7Y_4.$$

第3对典型变量:

$$U_3 = 0.221\ 1X_1 + 0.311\ 3X_2 + 0.626\ 5X_3 + 0.576\ 0X_4,$$

$$V_3 = 0.549\ 5Y_1 + 0.377\ 7Y_2 + 0.599\ 4Y_3 + 0.245\ 1Y_4.$$

第1、2、3对典型变量的相关系数分别为0.983 4、0.957 7、0.818 6,多变量多种统计分析方法也均达到了极显著相关(表4),表明人参主要有效成分含量( $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ )和土壤酶活性( $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ )的3对典型变量关系密切。在第1对变量人参主要有效成分 $M$ 中受影响最大的是人参总皂苷含量( $X_1$ )和总氨基酸含量( $X_4$ ),而对总多糖含量( $X_2$ )和总蛋白质含量( $X_3$ )影响较小;土壤酶活性 $N$ 中影响最大的是土壤蔗糖酶活性( $Y_2$ ),其次是土壤

表 3

伐林参有效成分与土壤酶活性的典型相关分析

Table 3 Canonical variables of effective components and soil enzyme activity of cultivated ginseng in the deforestation

变量 Variable	人参有效成分典型相关变量 Effective components canonical variate			土壤酶活性典型相关变量 Soil enzyme canonical variate		
	1	2	3	1	2	3
特征值 Eigenvalue	5.327 6	2.065 6	0.120 3	5.327 6	2.065 6	0.120 3
累计贡献率 Cumulative ratio	0.706 8	0.980 9	0.996 9	0.706 8	0.980 9	0.996 9
$u_1$	-0.685 9	-0.685 5	0.221 1			
$u_2$	-0.357 2	-0.848 9	0.311 3			
$u_3$	-0.384 3	-0.653 4	0.626 5			
$u_4$	-0.674 0	-0.451 1	0.576 0			
$v_1$				0.290 6	0.781 6	0.549 5
$v_2$				0.892 9	0.243 0	0.377 7
$v_3$				0.737 0	0.339 6	0.599 4
$v_4$				0.705 8	0.626 7	0.245 1

脲酶活性( $Y_3$ )和土壤磷酸酶( $Y_4$ )活性,而过氧化氢酶活性( $Y_1$ )影响较小。即土壤蔗糖酶、脲酶和磷酸酶活性与人参总皂苷含量和总氨基酸含量高低关系最大,它们之间密切相关。

表 4 多变量的统计值和近似的  $F$  值Table 4 Multivariate statistics and  $F$  approximations

项目 Item	有效值 Value	$F$ 值 $F$ value	自由度 1 $DF_1$	自由度 2 $DF_2$	显著性水平 Significance level $P > F$
组内方差/总方差 Wilks' lambda	0.045 0	9.48	16	86.179	0.000 1
处理效应 Pillai's trace	1.646 3	5.42	16	124	0.000 1
多变量方差分析 Hotelling-lawley trace	7.537 1	12.76	16	50.286	0.000 1
多元方差 Roy's greatest root	5.327 6	41.29	4	31	0.000 1

第 2 对变量人参主要有效成分  $M$  中受最大影响的是人参总多糖含量( $X_2$ ),其次是人参总皂苷含量( $X_1$ )和总蛋白质含量( $X_3$ ),对总氨基酸含量( $X_4$ )影响较小;土

壤酶活性  $N$  中影响最大的是过氧化氢酶活性( $Y_1$ )和磷酸酶活性( $Y_4$ ),而土壤蔗糖酶活性( $Y_2$ )和脲酶活性( $Y_3$ )对人参有效成分影响较小。即土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性与人参总皂苷含量、总多糖和总蛋白质含量高低关系最大,它们之间密切相关。

把 1~6 年生人参总皂苷、总多糖、总蛋白质、总氨基酸含量原始数据代入公式(1),把过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶、磷酸酶活性代入公式(2),即可得到它们的排序坐标图。从图 2 可知, $M_1$  和  $N_1$  的值随土壤层次的加深呈现有规律的变化,不同年生主根有效成分和酶活性数据聚集在图的左下方,不同年生芦头有效成分和土壤酶活性数据聚集在图的右上方,不同年生须根有效成分和酶活性数据聚集在图的右下方。结合人参有效成分含量第 1 典型变量( $M_1$ )和土壤酶活性第 1 典型变量( $N_1$ )主导因子可知,土壤蔗糖酶活性、土壤磷酸酶活性与人参总皂苷含量和总氨基酸含量呈极显著的负相关关系,即伐林栽参土壤中这 2 种酶活性越低,越能促进人参总皂苷和总氨基酸的积累,反之则抑制它们的积累。

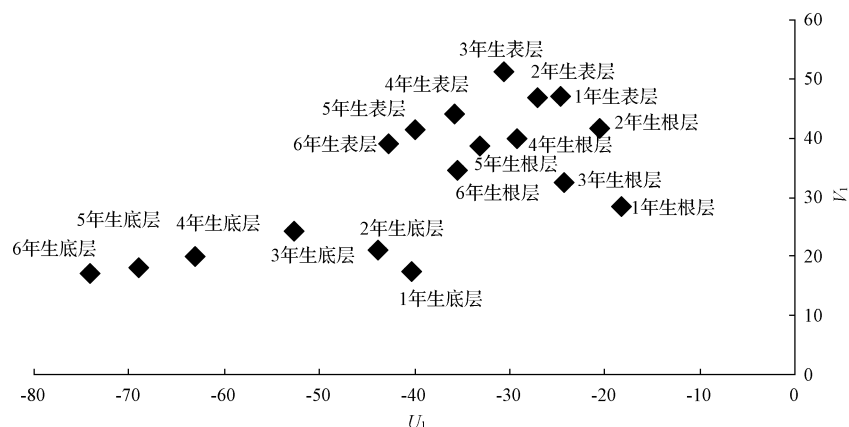


图 2 伐林参第 1 典型变量排序

Fig. 2 Ordination of the first pair of canonical variables of cultivated ginseng in the deforestation



## 3 讨论

2 种栽培模式中,人参中总皂苷含量、总多糖含量、总蛋白质含量和总氨基酸含量的积累与酶活性变化的趋势基本一致,在农田栽培模式第 1 典型变量中,土壤蔗糖酶、磷酸酶活性与人参总皂苷、总蛋白质和总氨基酸含量显著相关,在第 2 典型变量中,土壤过氧化氢酶活性与人参总皂苷、总多糖和总蛋白质含量显著相关;在伐林栽参第 1 典型变量中,土壤蔗糖酶、脲酶和磷酸酶活性与人参总皂苷含量和总氨基酸含量显著相关,在第 2 典型变量中,土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性与人参总皂苷、总多糖和总蛋白质含量显著相关。蔗糖酶活性、磷酸酶活性对 2 种栽培模式的人参总皂苷含量和氨基酸含量均呈极显著相关,表明这 2 种酶的活性与人参总皂苷和氨基酸之间的关系最密切,2 种栽培模式的人参土壤较为相似。

土壤酶活性反映了土壤的综合性状,它们从本质上反映了土壤中碳、氮、磷、钾的转化强度。土壤养分对人参有效成分的积累和品质有较大影响<sup>[22-24]</sup>。氮、磷是关键酶的组成成分,影响人参皂苷的积累<sup>[25-27]</sup>。农田栽参由于受人为因素影响大,在生产实践中,通过施肥来改善土壤肥力状况效果不理想,主要是由于土壤养分的转化动力是土壤酶,土壤酶的共同作用使其达到动态平衡。随着土层的加深,酶活性变幅不大,说明其有较高的稳定性,这也是尽管环境条件有所改变但土壤代谢仍能进行的重要原因。

不同栽培模式的土壤酶活性差异显著,这是受栽培模式和生态环境特别是土壤环境所影响。当人参生长旺盛时,土壤中酶活性也逐渐达到最大。蔡芸梅等<sup>[28]</sup>研究发现,高产田土壤蔗糖酶和过氧化氢酶活性均比低产田土壤高 10% 以上。该试验中,土壤酶活性随着栽参土壤年限而呈有规律的变化,因此,在人参栽培过程中,应根据不同的生产条件适度调节酶活性,提高人参产量和质量。以往对土壤酶活性以及人参有效成分的研究主要集中在评价指标间孤立的简单相关,不能反映 2 组质量指标整体间的内在联系。运用典型相关分析为科学评价栽参土壤肥力提供了更加有效的分析方法。

## 参考文献

- [1] 黎阳,张铁军,刘素香,等. 人参化学成分和药理研究进展[J]. 中草药,2009,40(1):164-166.
- [2] SHIN B K, KWON S W, PARK J H. Chemical diversity of ginseng saponins from *Panax ginseng* [J]. Journal of Ginseng Research, 2015, 39(4): 287-298.
- [3] 葛尔宁,严建伟,梁炳圻. 人参的氨基酸含量[J]. 浙江中医学院学报, 1997, 21(3): 32-33.
- [4] SUN Y X. Structure and biological activities of the polysaccharides from the leaves, roots and fruits of *Panax ginseng* C. A. Meyer: An overview[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 85(3): 490-499.
- [5] 吴雪松,叶正良,郭巧生,等. 东北不同产地人参及其加工品外观性状及皂苷类成分比较分析[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(16): 2383-2387.
- [6] EKENLER M, TABATABAI M A. Beta-glucosaminidase activity as an index of nitrogen mineralization in soils[J]. Commun Soil Sci Plan, 2004(35): 1081-1094.
- [7] DODOR D E, TABATAI M A. Arylamidase activity as an index of nitrogen mineralization in soils[J]. Commun Soil Sci Plan, 2007(38): 2197-2207.
- [8] 张亚玉,孙海,宋晓霞. 农田栽参根区土壤酶活性与土壤养分的关系[J]. 吉林农业大学学报, 2010, 32(6): 661-665.
- [9] 孙海,张亚玉,孙长伟,等. 不同生长模式下人参土壤养分状况与人参皂苷含量的关系[J]. 西北农业学报, 2012, 21(8): 146-152.
- [10] 谢彩香,索凤梅,贾光林,等. 人参皂苷与生态因子的相关性[J]. 生态学报, 2011, 31(24): 7551-7563.
- [11] 程海涛,张亚玉,张连学,等. 土壤环境与人参生长关系的研究进展[J]. 中药材, 2011, 34(2): 313-317.
- [12] 贾光林,黄林芳,索凤梅,等. 人参药材中人参皂苷与生态因子的相关性及其生态区划[J]. 植物生态学报, 2012, 36(4): 302-312.
- [13] 王婷婷,刘双,赵洪颜,等. 农田栽参和伐林栽参土壤养分及酶活性比较分析[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(34): 12075-12077.
- [14] 孙海. 人参土壤主要养分及酶活性研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2010: 10-11.
- [15] 程海涛. 人参不同生育期土壤养分及重金属含量动态变化研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2011: 9-11.
- [16] 关松荫. 土壤酶及其活性研究法[M]. 北京:农业出版社, 1986: 273-339.
- [17] 中华人民共和国药典委员会. 中国药典: 1 部[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2010: 367-368.
- [18] 杨艳文. 人参根中多糖含量变化规律的研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2008: 13-20.
- [19] 周颖,樊荣,张建逵. 人参中可溶性蛋白质含量测定[J]. 辽宁中医药大学学报, 2014, 16(8): 95-96.
- [20] 葛善欣,史俊卿,岳彬,等. 人参根大量营养元素与氨基酸的相关性研究[J]. 中草药, 2010, 41(4): 639-643.
- [21] 邓小华,周清明,周冀衡,等. 烟叶质量评价指标间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(3): 17-22.
- [22] LEE W, PARK S H, LEE S, et al. Increase in antioxidant effect of ginsenoside Re-alanine mixture by Maillard reaction[J]. Food Chemistry, 2012, 135(4): 2430-2435.
- [23] ACCOE F, BOECKX P, BUSSCHAERT J, et al. Gross N transformation rates and net N mineralisation rates related to the C and N contents of soil organic matter fractions in grassland soils of different age[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2004, 36(12): 2075-2087.
- [24] COOK B D, ALLAN D L. Dissolved organic carbon in old field soils: Compositional changes during the biodegradation of soil organic matter[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1992, 24(6): 595-600.
- [25] 陈巍,高文远,贾伟,等. 人参属药用植物组织和细胞培养的研究进展[J]. 中草药, 2005, 36(4): 616-620.
- [26] 明乾良,韩婷,黄芳,等. 人参皂苷生物合成途径及其相关酶的研究进展[J]. 中草药, 2010, 41(11): 1913-1917.
- [27] CHAPPELL J, WOLF F, PROULX J, et al. Is the reaction catalyzed by 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl coenzyme A reductase a rate-limiting step for isoprenoid biosynthesis in plants? [J]. Plant Physiol, 1995, 109(4): 1337-1343.
- [28] 蔡芸梅,臧爱香,夏春,等. 西洋参产量与土壤肥力、微生物和酶活性关系的研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(26): 8267-8268.

DOI:10.11937/bfyy.201617039

## 茄子新品种“商茄 1 号”的选育

赵跃峰, 韩玉峰, 任晓雪, 秦伟, 姜涛, 陈昆

(商丘市农林科学院, 河南 商丘 476000)

**摘 要:**“商茄 1 号”是商丘市农林科学院蔬菜研究所自育的‘牛心 2009-16’自交系和‘七叶 2010-39’自交系进行交配育成的一代杂交品种。该品种生长强健, 商品性好, 高产优质, 抗病性强。2014—2015 年参加河南省区域试验, “商茄 1 号”每 667 m<sup>2</sup> 平均前期产量 998.99 kg, 较对照减产 6.83%, 每 667 m<sup>2</sup> 平均总产量为 4 788.20 kg, 较对照增产 9.45%; 2015 年参加河南省生产试验, “商茄 1 号”每 667 m<sup>2</sup> 平均前期产量为 1 139.19 kg, 较对照减产 5.92%, 每 667 m<sup>2</sup> 平均总产量达 5 490.15 kg, 较对照增产 11.99%。

**关键词:**“商茄 1 号”; 选育; 一代杂种; 区域试验; 生产试验

**中图分类号:**S 641.103.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)17-0162-03

“商茄 1 号”是商丘市农林科学院蔬菜研究所于 2011 年 6 月选用‘牛心 2009-16’自交系和‘七叶 2010-39’自交系进行交配育成的一代杂交品种。2014—2015 年参加河南省第 2 轮茄子新品种区域试验和生产试验, 2015 年 12 月 5 日通过河南省蔬菜品种鉴定委员会鉴定, 命名为“商茄 1 号”。

**第一作者简介:**赵跃峰(1969-), 男, 本科, 副研究员, 现主要从事茄子新品种选育等研究工作。E-mail:zyf9698ccc@163.com.

**收稿日期:**2016-04-29

### 1 选育过程

#### 1.1 ‘牛心 2009-16’自交系的选育

母本‘牛心 2009-16’自交系为商丘农林科学院蔬菜研究所于 2004 年从内蒙古呼和浩特市引进的“牛心茄”品种资源, 采用系谱法经 5 代连续自交分离和选择, 于 2009 年育成的稳定自交系。系谱编号为‘2004-20-31-9-6-16’, 主要特征特性表现为植株生长势较强, 株高 90 cm 左右, 开展度 70 cm 左右, 门茄着生于 9 节, 果实卵圆似牛心, 纵径 18 cm, 横径 12 cm, 果皮紫色有光泽, 果肉白色, 致密, 品质中上, 单果质量 0.4 kg。中熟种, 耐寒、耐

## Study on the Relationship Between Soil Enzyme Activity and Chemical Composition in Farmland and Deforestation Ginseng

YANG Yanwen, JIANG Yuantong, ZHANG Lianxue

(College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

**Abstract:** The canonical correlation between effective components (total ginsenoside, polysaccharide, protein, amino acid) and soil enzyme activity (catalase, urease, phosphatase, sucrase) were investigated in farmland ginseng and deformation ginseng production. The results showed that soil sucrase, phosphatase activity had obvious negative correlation with content of total ginsenoside, protein, amino acid, soil catalase had obvious negative correlation with content of total ginsenoside, polysaccharide, protein in farmland ginseng. Soil sucrase, urease, phosphatase activity had obvious negative correlation with content of total ginsenoside, amino acid, soil catalase, phosphatase activity had obvious negative correlation with content of total ginsenoside, polysaccharide, protein in deformation ginseng. The three kinds enzymes had the closest relations with active ingredient of *Panax ginseng*. Integral soil enzyme activity could be used as a biological index of soil fertility, which, together with other growth factors. The appropriate enzyme activity could accelerate the circulation and transformation of all kinds of material in the soil, improve effectively components accumulation, thus improve the yield and quality.

**Keywords:** *Panax ginseng*; effective components; soil enzyme activity; canonical correlation analysis