

崔少雄,王 雪,孙志梅,等. 不同产量水平花生品种的生长发育特性比较[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):107-111.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.028

# 不同产量水平花生品种的生长发育特性比较

崔少雄,王 雪,孙志梅,崔顺利,穆国俊,刘立峰

(河北农业大学资源与环境科学学院/河北农业大学农学院,河北保定 071000)

**摘要:**采用田间小区试验方法,以结荚初期、结荚盛期和饱果成熟期 3 个时期的荚果鲜质量、干质量为依据,采用聚类分析方法首先将供试 19 个花生品种划分为 I 高产型、II 较高产型、III 中产型、IV 较低产型和 V 低产型 5 种类型,然后对 5 种类型花生的生长发育特性进行了系统比较。结果表明,供试花生鲜质量、干生物量快速累积期分别出现在播种后的 51.4~115.9 d 和 57.6~114.3 d,最大累积速率分别出现在播种后的 70.0~89.6 d 和 73.5~92.7 d。与低产型花生相比,高产型花生鲜质量、干生物量、生长速率和干物质累积速率在全生育期均表现出了明显优势;高产型花生的鲜生物量、干生物量最大累积速率提高,而鲜生物量、干生物量快速累积期的起始时期和终止时期较低产型明显延后,快速累积的旺盛时期明显延长。由此可见,不同产量类型花生品种生长发育特性存在明显差异。

**关键词:**花生;生物量;生长速率;干物质累积速率

**中图分类号:** S565.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0107-04

花生是我国重要的油料作物和经济作物,是重要的日常食用油来源和工业原料<sup>[1]</sup>。与其他作物一样,花生最终产量和品质形成需要地上部光合作用与地下部根系吸收水分、养分相统一和协调,也是基因型与环境条件共同作用的结果<sup>[2-4]</sup>。不同花生品种在形态、生理及农艺性状方面存在很大差异,致使某一品种针对特定区域有稳定的高产效果<sup>[5-7]</sup>。因此,比较不同花生品种地上和地下部的生长发育特性,对于挖掘花生不同基因型的高产潜力、揭示优质丰产机理具有重要意义。河北省为花生主产省,自 20 世纪 80 年代以来种植面积一直稳居全国第三位,种植的花生品种多达 40 余个,但目前只有少数品种在生产上发挥了重要作用<sup>[8-9]</sup>。目前有关花生覆膜<sup>[10]</sup>、光照胁迫、施肥、间作等栽培条件对花生生长发育的影响<sup>[11-12]</sup>,遗传多样性分析<sup>[13-14]</sup>,花生多品种比较试验<sup>[15-16]</sup>等方面的研究较多,但由于生态条件和栽培条件的不同,得出的结论各异。因此,对某些特定区域适宜花生品种的选育研究至关重要。

本试验以 19 个花生品种为研究对象,对其在河北省低平原区的生长发育特性进行了系统比较,以揭示不同花生品种生长差异,为寻找在河北低平原区综合性状好的种质资源及当地花生产业的健康发展提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况及供试材料

试验在河北省深州市辰时镇花生生产基地进行。该基地

地处黑龙港流域滹沱河冲积平原,海拔 29 m,属于温带半湿润季风气候,年平均气温 12.6 ℃,无霜期 200 d,年日照时数 2 563 h,年均降水量 510 mm。土壤为冲积黄土,土壤类型为潮土。土壤含有机质 5.04 g/kg、全氮 0.47 g/kg、速效磷 19.08 mg/kg、速效钾 79.31 mg/kg。供试花生品种共 19 个,分别为豫花 9236、豫花 9719、淮花 10 号、冀花 0212-4、湘花 2008、开农 49、山花 9 号、豫花 15 号、濮花 28 号、锦花 10 号、锦花 14 号、桂花 1026、桂花 836、冀花 8 号、冀花 4 号、远杂 9307、山花 8 号、汾花 6 号和冀花 10 号。

### 1.2 试验设计

采用田间小区试验法,小区 3.4 m×4 m,每个品种重复 3 次,随机区组排列。采用地膜覆盖栽培,肥料施用量按纯 N 61.5 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 132 kg/hm<sup>2</sup> 和 K<sub>2</sub>O 112.5 kg/hm<sup>2</sup> 于整地时施入尿素、磷酸氢二铵和硫酸钾。一垄双行种植,6 垄/小区,平均行距 0.45 m,穴距 0.2 m,2 株/穴,密度 15 万穴/hm<sup>2</sup>。花生于 2013 年 4 月 27 日播种,8 月 30 日收获。田间常规管理,花生生长期及时灌水和防治病虫害。

### 1.3 样品采集及分析测定方法

分别在花生苗期(33 d)、开花下针期(53 d)、结荚初期(76 d)、结荚盛期(99 d)和饱果成熟期(127 d)取样。苗期、开花下针期只取地上部,结荚初期、结荚盛期和饱果成熟期分取地上、根和果实 3 部分,每个小区取 5 株花生,分茎叶、根、籽仁 3 部分,洗净后称质量,记录鲜质量。然后分取部分样品 105 ℃ 条件下杀青 0.5 h,65 ℃ 条件下烘干至恒质量,称取干物质重,折算干物质累积量。花生成熟后进行实收测产。土壤样品的基本理化性质采用常规农化分析方法<sup>[13]</sup>。

### 1.4 数据处理及计算方法

花生生物量及干物质累积用  $y = k / (1 + a \times e^{-bt})$  模型拟合,其中  $y$  为生物量[干物质累积量(kg·hm<sup>2</sup>)], $t$  为播种后天数(d), $k$ 、 $a$ 、 $b$  为模型参数<sup>[14]</sup>, $e$  为自然对数的底数。

采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 16.0 对数据进行处理

收稿日期:2015-04-14

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-14);河北省高等院校科学技术研究重点项目(编号:ZH2011209)。

作者简介:崔少雄(1989—),男,河北唐县人,硕士研究生,主要从事植物营养与施肥研究。E-mail:1013667325@qq.com。

通信作者:孙志梅,教授,主要从事养分资源高效管理与利用方面的研究。E-mail:sunzhm2002@yahoo.com.cn。

和统计分析。

2 结果与分析

2.1 植株质量的聚类分析

利用系统聚类分析,采用标准化转换、欧式距离法,依据花生下针期、结荚期和成熟期的荚果鲜质量及干质量对供试品种进行聚类,将供试的 19 个花生品种在欧氏距离水平上划分为 5 类,即 I 高产型、II 较高产型、III 中产型、IV 较低产型和 V 低产型(图 1、表 1)。其中豫花 9236、豫花 9719、冀花 0212-4、豫花 15 号和冀花 10 号为 I 类高产型,潍花 10 号、湘花 2008 和濮花 28 号为 II 类较高产型;开农 49、山花 9 号、远杂 9307、山花 8 号和汾花 6 号为 III 类中产型;桂花 1026、桂花 836、冀花 8 号和冀花 4 号为 IV 类较低产型;锦花 10 号和锦花 14 号为 V 类低产型。19 个花生品种中, I 类品种占 26.3%、II 类品种占 15.8%、III 类品种占 26.3%、IV 类品种占 21.1%、V 类品种仅占 10.5%。对不同类型花生荚果产量进行比较可知, I 类花生荚果产量最高, V 类最低, V 类较其他

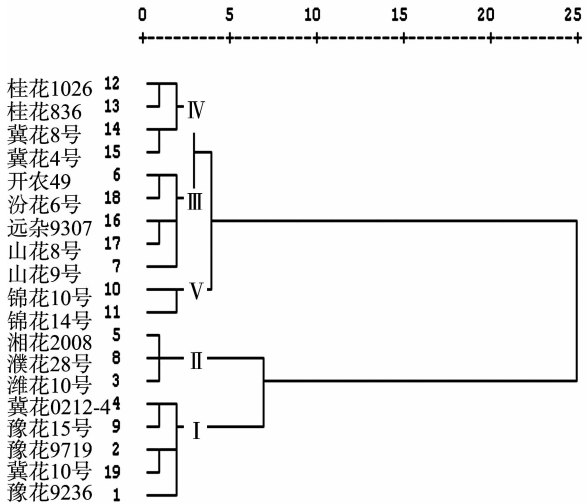


图1 不同花生品种质量的聚类分析

类型花生产量下降幅度达 3.6%~42.1%。

表 1 基于荚果鲜干质量的不同类型花生品种的聚类分析结果

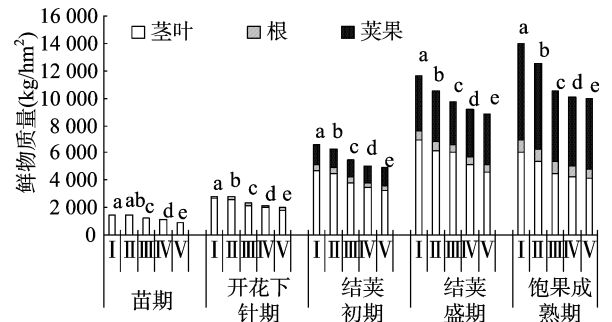
		kg/hm <sup>2</sup>				
生育期	指标	I	II	III	IV	V
		豫花 9236、豫花 9719、冀花 0212-4、豫花 15 号、冀花 10 号	潍花 10 号、湘花 2008、濮花 28 号	开农 49、山花 9 号、远杂 9307、山花 8 号、汾花 6 号	桂花 1026、桂花 836、冀花 8 号、冀花 4 号	锦花 10 号、锦花 14 号
结荚初期	荚果鲜质量均值	1 463.0a	1 350.8b	1 324.5c	1 246.7d	1 232.2e
	鲜质量区间	1 361.6~1 680.3	1 221.8~1 447.3	1 177.7~1 465.2	1 113.0~1 393.8	1 172.6~1 291.7
	荚果干质量均值	382.2a	335.0b	300.7c	281.9d	237.4e
	干质量区间	339.6~435.6	317.6~361.7	248.0~351.6	253.5~298.8	222.9~251.9
结荚盛期	荚果鲜质量均值	4 062.8a	3628.0c	3 659.7b	3 122.4e	3 382.3d
	鲜质量区间	3 912.9~4 307.8	3 525.8~3 692.9	3 471.4~3 841.9	3 046.5~3 230.2	3 236.0~3 528.5
	荚果干质量均值	2 167.1a	1 904.0b	1 711.5c	1 516.5d	1 204.1e
	干质量区间	2 074.8~2 326.3	1 811.2~2 016.9	1 605.1~1 801.4	1 204.3~1 721.7	1 200.2~1 208.0
饱果成熟期	荚果鲜质量均值	7 047.2a	6 279.7b	5 133.3d	5 218.1c	5 090.0e
	鲜质量区间	6 637.9~7 269.8	6 133.7~6 398.3	4 866.9~5 351.6	5 059.5~5 371.8	4 886.0~5 294.0
	荚果干质量均值	3 563.5a	3 158.6b	2 654.7d	2 749.9c	2 160.1e
	干质量区间	3 332.2~3 718.9	3 014.9~3 361.5	2 398.5~2 831.0	2 656.6~2 821.2	2 136.9~2 183.4

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

2.2 不同类型花生的鲜生物量、干生物量比较

由图 2、图 3 可知,随着花生的生长发育,根与荚果鲜生物量、干生物量均逐渐增加,收获时达到最大,茎叶生物量呈先升后降的变化趋势,到结荚盛期达到峰值,且不同类型花生之间生长动态差异明显。苗期, I 类和 II 类花生生长势明显优于 IV 类和 V 类,但与 III 类间差异不显著, III 和 IV 类鲜生物量差异不显著;干物质量以 I 类花生最高,其次是 II 类, V 类最低, III、IV 和 V 类差异不显著。开花下针期,各类型花生鲜生物量、干生物量变化趋势一致,均表现为 I 类和 II 类花生差异不显著,但显著高于 III、IV 和 V 类,且后 3 类间差异不大。结荚初期, I 类和 II 类鲜生物量仍显著高于其他类型, III 类与 IV 类间差异不显著,但显著高于 V 类;干物量仍以 I 类花生最高,其次是 II 类,均显著高于 III、IV 和 V 类,且后三者差异不大。结荚盛期是花生生长最旺盛阶段,各类花生鲜质量、干质量变化规律与前几时期基本一致,此时 I 类鲜生物量、干生物量显著高于其他类型, II 和 III 类鲜、干生物量显著高于 IV 和 V 类, II 和 III 类、IV 和 V 类间差异均不显著,而荚果占总干质量的

比例从结荚初期的 14.1%~17.5% 上升到结荚盛期的 31.0%~40.0%。饱果成熟期仍以 I 类花生鲜生物量、干生物量最高,其次是 II 类,且均显著高于 III、IV 和 V 类,而后三者间鲜生物量差异不大,但 III、IV 类花生干物质质量显著高于 V 类。



柱状图上不同小写字母表示不同处理间同一生长期总生物量差异达 0.05 显著水平; 图 3 同。

图2 不同类型花生鲜生物量比较

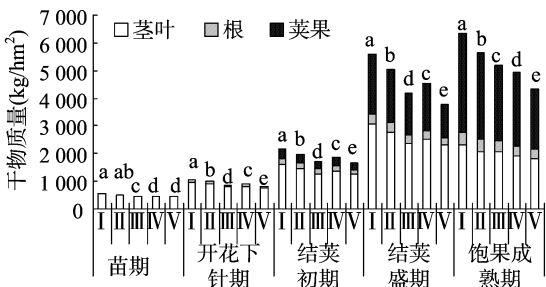


图3 不同类型花生干物质质量比较

2.3 不同类型花生鲜生物量、干生物量累积动态特征分析

用 Logistic 生长函数模型对不同类型花生的鲜生物量、干生物量进行拟合分析,结果表明,所有模型的  $R^2$  均达到了极显著水平,说明花生鲜生物量、干生物量动态变化规律可以用该模型进行描述。不同类型花生鲜生物量、干生物量 ( $y$ ) 随

播种后天数( $t$ )的增长过程表现为不对称的“S”形曲线,据此可求得鲜生物量、干生物量积累最大速率及其出现时间。由表 2 可以看出,各类花生鲜生物量、干生物量快速累积期分别出现在播种后的 51.4 ~ 115.9 d 和 57.6 ~ 114.3 d,最大累积速率分别出现在播种后的 70.0 ~ 89.6 d 和 73.5 ~ 92.7 d。I、II、III、IV 类分别比 V 类花生鲜生物量、干生物量快速累积的旺盛时期( $T$ )延长了 15.6、12.6、8.3、3.4 d 和 11.3、6.4、5.8、2 d。各类花生随产量水平的提高,鲜生物量、干生物量最大累积速率也逐渐提高。其中, I 类花生鲜生物量、干生物量快速累积期的起始时期( $t_1$ )较其他类型明显延后,且快速累积期的终止时期( $t_2$ )最晚, I 类花生鲜生物量、干生物量快速累积的旺盛时期( $T$ )最长,且最大累积速率( $t_m$ )也明显高于其他类型;而 IV、V 类花生鲜生物量、干生物量最大累积速率和快速累积持续期均较高产和中产类型低。

表 2 不同类型花生鲜生物量、干生物量累积的 Logistic 模型及特征值

项目指标	类型	累积模型方程	$t_1$ (d)	$t_2$ (d)	$t_m$ (d)	$V_{max}$ [kg/( $hm^2 \cdot d$ )]	$T$ (d)	决定系数 ( $R^2$ )
生物量	I	$y = 15\,110.8 / (1 + 88.0e^{-0.05t})$	63.2	115.9	89.6	188.9	52.7	0.996 **
	II	$y = 13\,695.2 / (1 + 64.7e^{-0.053t})$	53.8	103.5	78.7	181.5	49.7	0.997 **
	III	$y = 11\,244.3 / (1 + 110.2e^{-0.058t})$	58.4	103.8	81.1	175.6	45.4	0.988 **
	IV	$y = 10\,807.9 / (1 + 113.7e^{-0.065t})$	52.6	93.1	72.8	163	40.5	0.990 **
	V	$y = 10\,537.3 / (1 + 143.7e^{-0.071t})$	51.4	88.5	70.0	157	37.1	0.995 **
干物质	I	$y = 6\,726.6 / (1 + 286.4e^{-0.061t})$	71.2	114.3	92.7	102.6	43.2	0.977 **
	II	$y = 6\,049.0 / (1 + 403.8e^{-0.069t})$	67.9	106.1	87.0	100.3	38.2	0.974 **
	III	$y = 5\,601.7 / (1 + 228.7e^{-0.070t})$	58.8	96.4	77.6	98.0	37.6	0.982 **
	IV	$y = 5\,036.9 / (1 + 363.1e^{-0.078t})$	58.7	92.5	75.6	98.2	33.8	0.981 **
	V	$y = 4\,151.4 / (1 + 446.4e^{-0.083t})$	57.6	89.4	73.5	86.1	31.7	0.976 **

注: $t_1$  为快速累积起始时期; $t_2$  为快速累积终止时期; $t_m$  为最大累积速率出现时期; $V_{max}$  为最大累积速率; $T$  为快速累积持续期。

2.4 不同类型花生生长速率及干物质累积速率比较

2.4.1 茎叶生长速率及干物质累积速率比较 生长速率表征作物在某一生育时期的生长态势。图 4 结果表明,不同类型花生茎叶生长速率和干物质累积速率均呈单峰曲线变化,峰值出现在结荚初期至结荚盛期。不同类型之间比较发现,播种期到开花下针期生长速率表现为  $I \approx II > III > IV > V$ ;从开花下针期开始,茎叶生长速率迅速增加,以 III 类和 IV 类花

生茎叶生长速率增长最快,同上一时期相比增长了 59.6% 和 59.9%,明显高于 I 类、II 类和 V 类 44.1%、32.5% 和 37.8% 的增长率;结荚初期到结荚盛期, I、II、III、IV 类花生仍表现为增长趋势, V 类花生茎叶生长速率略有降低;结荚盛期之后,各类型花生茎叶生长速率甚至表现为负增长。整个生育期内茎叶干物质累积速率则均表现为  $I > II > III > IV > V$ 。

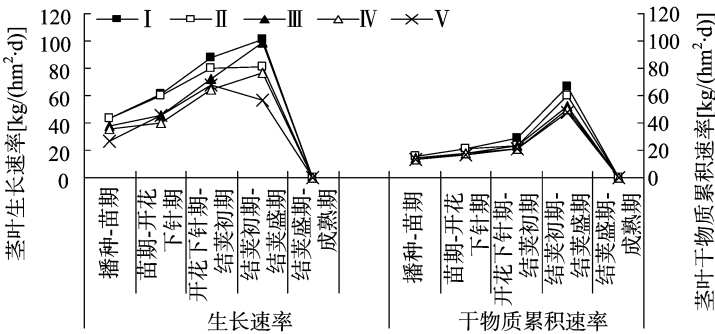


图4 不同类型花生茎叶生长速率和干物质累积速率比较

2.4.2 根系生长速率及干物质累积速率比较 由图 5 可以看出,根系生长速率与茎叶相似,苗期到开花下针期表现为  $I > II \approx III > IV > V$ ;开花下针期到结荚初期为  $I \approx II > III \approx IV > V$ ;结荚初期到结荚盛期为  $I > II > III > IV > V$ ;最

后一个生育阶段则以 III 类花生根部生长速率最高,其他 4 个类型差异不大。各类型花生根部干物质累积速率苗期到结荚初期差别不大;结荚初期到结荚盛期, I 类和 II 类花生增速显著高于其他类型;结荚盛期之后 II 类和 III 类花生根部干物质

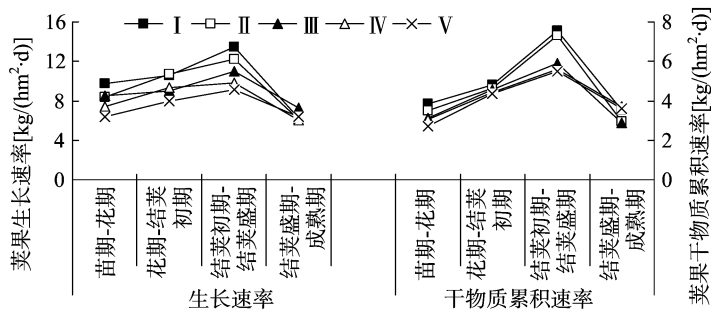


图5 不同类型花生根生长速率和干物质累积速率比较

累积速率则低于其他3类。

2.4.3 荚果生长速率及干物质累积速率比较 图6结果表明,荚果生长速率在3个生育时期均以I类花生最高。结荚初期到结荚盛期,荚果生长速率表现为 $I > II \approx III > IV \approx V$ ,干物质累积速率表现为 $I > II > III > IV > V$ ;结荚盛期到成熟期荚果生长速率表现为 $I > II > IV \approx V > III$ ,Ⅲ类和Ⅴ类花生荚果干物质累积速率低于其他3类。

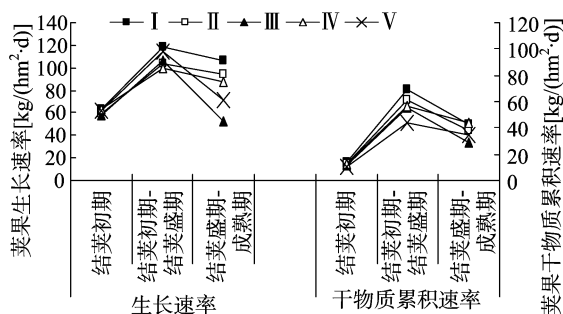


图6 不同类型花生荚果生长速率和干物质累积速率比较

### 3 讨论与结论

品种的优劣取决于其各种优良性状的综合表现,最终表现为高产。本研究结果表明,供试的19个花生品种由于基因型差异,其生长发育特性表现出了各自不同的特征。通过聚类分析和欧式水平距离法划分的5种产量类型中,I类和Ⅱ类花生各生育期茎叶鲜质量、干物质量、荚果产量和干物质量均高于其他类型,显示出明显的生长优势,且总体优于Ⅱ类花生;Ⅲ类和Ⅳ类则显著高于Ⅴ类。对5种类型花生鲜生物量、干生物量进行 Logistic 生长函数拟合分析,结果表明,I类花生鲜生物量、干生物量的快速积累起止时期均滞后于其他类型花生,而I类花生鲜生物量、干生物量快速积累的旺盛时期分别比其他类型花生延长了3~16 d和4~12 d。5种类型花生的鲜生物量、干生物量旺盛生长期集中在结荚初期和结荚盛期,生长旺盛天数依次为 $I > II > III > IV > V$ ,由此可见,鲜生物量、干生物量较高的累积速率以及较长的快速累积旺盛时期可能为花生获得较高经济产量提供了有力保障。

5种类型花生的茎叶、根系以及荚果在整个生育期的生长速率均呈单峰曲线变化,但各类型生长速率大小各异。从播种到开花下针期,茎叶和根的生长速率表现为 $I > II > III > IV > V$ ,而I类和Ⅱ类花生的茎叶、Ⅱ类和Ⅲ类花生的根

生长速率差异均不大;到结荚盛期,花生茎叶和根系生长速率达到最大;结荚盛期到成熟期,茎叶和根的生长速率均出现下降趋势,I类和Ⅱ类花生下降速率最快,可能与生长后期植株养分由营养器官向生殖器官转移有关。整个生育期,茎叶和根干物质累积速率均表现为 $I > II > III > IV > V$ ,荚果生长速率和干物质累积速率均以I类和Ⅱ类花生明显优于其他3类型,且I类优于Ⅱ类;其他3类型中,以Ⅴ类花生表现出明显生长劣势,Ⅲ类和Ⅳ类花生差异不显著。植株生长速率和干物质累积速率与产量关系密切,而干物质累积速率则是产量的主要限制因素<sup>[15-17]</sup>。由此可见,较高的干物质累积量也是高产型花生获得较高经济产量的基础。

综上所述,I类高产型花生品种包括豫花9236、豫花9719、冀花0212-4、豫花15号和冀花10号共5个,生长速度快,干物质累积量高,产量也高,适宜于在河北省低平原地区推广种植;Ⅱ类花生包括淮花10号、湘花2008和濮花28号3个品种,产量低于I类花生,综合性状属于中上等水平;Ⅲ类花生包括开农49、山花9号、远杂9307、山花8号和汾花6号5个品种,Ⅳ类花生包括桂花1026、桂花836、冀花8号和冀花4号4个品种,产量明显低于高产品种,属于中等和中下等水平;Ⅴ类花生包括锦花10号和锦花14号2个品种,生长速度慢,产量较低,不建议在供试区域内推广种植。

### 参考文献:

- [1] 杨丽雯,张永清. 4种旱作谷类作物根系发育规律的研究[J]. 中国农业科学,2011,44(11):2244-2251.
- [2] 张艳. 萝卜肉质根膨大过程中库活性变化及生理生化研究[D]. 杭州:浙江大学,2005.
- [3] 张阔,孙志梅,王平,等. 冀西北高寒半干旱区不同萝卜品种的生长发育特性比较[J]. 华北农学报,2012,27(3):167-172.
- [4] 刘立峰,耿立格,王静华,等. 河北省花生地方品种农艺性状和品质性状的遗传分化[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(2):190-194.
- [5] 程增书,李玉荣,徐桂真,等. 河北省花生生产、科研现状与产业化发展对策[J]. 花生学报,2003,32(增刊1):60-63.
- [6] 甄志高,段莹,赵晓环,等. 不同栽培条件对花生生长发育的影响[J]. 花生学报,2005,34(1):28-32.
- [7] 吴正峰,王才斌,万更波,等. 弱光胁迫对两个不同类型花生生长发育及产量的影响[J]. 花生学报,2008,37(4):27-31.
- [8] 姜春荣,王秀娟,董环,等. 辽宁花生测土配方施肥技术参数研究[J]. 土壤通报,2011,42(1):151-153.
- [9] 韩猛,韩新生,王靖,等. 花生间作大豆条件下氮磷钾肥配施效应的研究[J]. 大豆科学,2010,29(4):666-668.

黄洪云. He-Ne 激光辐照小麦种子提高幼苗的抗寒性[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 111-113.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.029

# He-Ne 激光辐照小麦种子提高幼苗的抗寒性

黄洪云

(唐山学院, 河北唐山 063000)

**摘要:**分别以 He-Ne 激光辐照剂量为 0.0(空白对照)、2.6、5.2、10.4、20.8、41.6 J/cm<sup>2</sup>, 辐照时间为 1、2、3 min 的条件处理小麦干种子。将处理组幼苗置于 4℃ 进行低温胁迫处理, 以研究小麦幼苗的相对电导率、可溶性蛋白含量、脯氨酸含量、丙二醛含量等各项抗寒性指标及 3 种保护酶(POD、SOD、CAT)活性的变化情况。结果表明, He-Ne 激光预处理小麦种子不仅可显著提高幼苗叶片的脯氨酸含量, 也可提升幼苗的抗低温胁迫能力。与对照组相比, 4℃ 低温胁迫条件下的处理组幼苗具有较高的过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性及可溶性蛋白含量, 而激光处理对幼苗叶片的相对电导率、MDA 含量均有所降低。小麦幼苗各抗寒性指标变化的最大幅值均出现在辐照剂量 20.8 J/cm<sup>2</sup>、辐照时间 2 min 的处理条件下, 可见此条件即为 He-Ne 激光辐照小麦种子提高幼苗抗寒性的最佳处理条件。

**关键词:**He-Ne; 激光; 小麦; 抗寒性指标

**中图分类号:**S512.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)03-0111-03

小麦是我国和世界的主要粮食作物, 几乎所有冬小麦的种植都有冷害、冻害发生, 成为小麦生产中最大的自然灾害之一。小麦的整个生长发育过程中均需要适宜的环境温度, 当外界气温、地温明显低于小麦的适宜温度时, 接近或超过其生理状态所能承受的极限最低温就会造成胁迫和伤害<sup>[1]</sup>。目前, 对小麦抗寒性的研究已有可溶性蛋白含量、丙二醛含量、酶的活性等许多度量指标。激光作为新的诱变源, 已有学者采用不同类型和波长的激光辐照作物种子, 成功培育出抗逆性强、高品质、高产的新作物品种, 并对其诱变机理进行了相关报道<sup>[2-4]</sup>。本研究采用不同剂量和时间组合的 He-Ne 激光处理小麦干种子, 测试小麦抗寒性方面的重要指标, 从而得到 He-Ne 激光辐照小麦种子提高幼苗抗寒性的最佳处理条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 种子处理

试验用小麦品种为“京东 8 号”, 挑选大小均匀的小麦种

子并随机分为 5 组, 其中 4 组进行 He-Ne 激光辐照处理, 1 组为空白对照, 每组 100 粒种子, 设 3 个重复。He-Ne 激光波长为 6323.8 nm, 激光辐照小麦种胚, 辐照距离为 10 cm, 激光功率密度为 128 mW/cm<sup>2</sup>, 辐照剂量分别为 2.6、5.2、10.4、20.8、41.6 J/cm<sup>2</sup>, 辐照时间分别为 1、2、3 min<sup>[5]</sup>。

将处理组、对照组的种子于 25℃ 下恒温培养 14 d, 使其浸种、发芽。待小麦生长到三叶期, 置于 4℃ 培养箱中低温胁迫处理 72 h, 取出处理组、对照组的小麦幼苗子叶, 对其相对电导率、可溶性蛋白含量、脯氨酸含量、丙二醛含量、酶活性进行测定。

### 1.2 测试项目及方法

采用电导法测定相对电导率<sup>[6]</sup>。当植物组织受到逆境伤害时, 质膜因功能受损或结构被破坏而透性增大, 细胞内的盐类、有机物将不同程度渗出, 从而引起组织浸泡液的电导率发生变化。通过测定外渗液电导率的变化, 可反映出质膜的受损程度和所测材料抗逆性的大小, 受损越重则外渗越多, 电导率值也越大。采用碘基水杨酸提取比色法测定脯氨酸含量; 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定可溶性蛋白含量<sup>[7]</sup>; 采用硫代巴比妥酸法测定 MDA 含量<sup>[8]</sup>; 采用 NBT 光化还原法测定 SOD 的活性<sup>[9]</sup>; 采用碘量法测定过氧化氢酶(CAT)活性<sup>[9]</sup>; 采用愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性<sup>[10]</sup>。以上

收稿日期: 2014-11-26

基金项目: 河北省唐山市科学技术研究与发展第二批指导计划(编号: 12120204h)。

作者简介: 黄洪云(1979—), 女, 河北唐山人, 硕士, 实验师, 主要从事生物物理研究。E-mail: lzyhhy0922@163.com。

[10] 韩柱强, 高国庆, 韦鹏霄, 等. 利用 SSR 标记分析栽培种花生多态性及亲缘关系(英文)[J]. 作物学报, 2004, 30(11): 1097-1101.

[11] 唐荣华, 庄伟建, 高国庆, 等. 珍珠豆型花生的简单序列重复(SSR)多态性[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 20-26.

[12] 李海燕, 曹敏建, 蒋春姬. 引进花生品种比较试验[J]. 花生学报, 2007, 36(4): 29-32.

[13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 56-106.

[14] 齐维强. 基于积温的日光温室番茄生长发育规律研究[J]. 华

中农业大学学报, 2004, 35(2): 53-57.

[15] 刘军, 高丽红, 黄延楠. 日光温室两种茬口下番茄干物质及氮磷钾分配规律研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(9): 1347-1351.

[16] Ottaiano E, Camussi A. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize[J]. Euphytica, 1981, 30: 601-609.

[17] 郑福贵, 刘晓冰. 作物产量潜力的 5P 理论及其研究范畴[J]. 农业系统科学与综合研究, 2001, 17(3): 175-176, 179.