

余前媛,贺 宏. 双吉尔 - GGR 对洋葱苗期根系形态及地上部生长的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(1):121-126.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.022

双吉尔 - GGR 对洋葱苗期根系形态 及地上部生长的影响

余前媛¹, 贺 宏²

(1. 西昌学院,四川西昌 615000; 2. 江西农业大学,江西南昌 330045)

摘要:以科红 5 号洋葱为试验材料,采用漂浮育苗和水培试验的方法,研究双吉尔 - GGR 对洋葱苗期根系形态及地上部生长的影响。定期测定洋葱幼苗地上部株高、假茎粗,并采用 Perfection V700 Photo 彩色图像扫描仪对洋葱幼苗根系进行扫描,用 WinRhizo 软件分析测定洋葱根系长度、表面积、体积、根系平均直径和根尖数等形态指标。结果表明:(1)GGR 浓度为 40 mg/L 时对洋葱幼苗株高增加量、根系长度、总根体积、总根表面积、平均根直径和根尖数的促进效果最明显。(2)浓度为 10 mg/L 的 GGR 对洋葱幼苗假茎粗的增加最为明显。(3)在根系径级直径(d)为 3.5 mm 时,浓度为 40 mg/L 的 GGR 对洋葱幼苗根系长度的增加效果明显。

关键词:洋葱;双吉尔 - GGR;根系形态;WinRhizo 软件;根系指标

中图分类号: S482.8⁺91;S633.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)01-0121-05

洋葱(*Allium cepa* L.)也被称为玉葱、葱头、圆葱等,属百合科(Liliaceae)葱属(*Allium*)2 年生草本植物^[1]。起源于西亚,在国内外广泛种植,是我国主栽蔬菜之一^[2-3]。洋葱根系是植物吸收水分、养分的重要器官,是植株的地下部分,其活力直接关系到植物吸收能力的强弱,直接影响着地上部分的生长发育^[4-6]。

双吉尔 - GGR 是继 ABT 生根粉之后研发的一种高效、新型、广谱的植物生长调节剂,它可以显著提高苗木造林成活率,缩短生根时间,提高农作物和经济植物的产量与质量,促进植物生长发育,解药害,增强植物抗旱、抗寒、抗病能力,具有增根、复壮的效果^[7-8]。它在小麦、玉米、果树等作物上的试验结果均表明,GGR 具有提高根系活力、促进根系发育和增加产量的作用^[9-13]。然而,用不同浓度的 GGR 处理洋葱幼苗,并采用 Perfection V700 Photo 彩色图像扫描仪对洋葱幼苗根系进行扫描,再利用 WinRhizo Pro 2013a (简称为 WR,加拿大 Reagent Instruments 公司)软件分析得到的洋葱幼苗根系图片,可以获得大量根系的特征参数。WinRhizo 根系

分析系统是目前研究根系生长状况和分布特征应用较多的软件之一,该系统已广泛用于研究根系生长和分布特征与水肥、产量及季节等的关系^[14-16]。WR 软件可以同时获得总根长、总表面积、总根体积及各径级根长、根尖数和根系平均直径等大量根系的特征参数^[15-16]。

为探究植物生长调节剂对洋葱幼苗根系的影响,选用双吉尔 - GGR 对科红 5 号洋葱幼苗浸根,通过对洋葱幼苗根系形态及地上部生长的研究分析,找出适合培育的最适双吉尔 - GGR 浓度配比,以期后期洋葱及其他作物根系的研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

洋葱种子购自西昌科威洋葱种业有限公司。双吉尔 - GGR 是由北京中关村科技园区研制的可溶性粉剂。

1.2 试验方法

试验于 2017 年 11 月至 2018 年 1 月在西昌学院攀西特色植物和现代化农业植物馆进行,土壤为草炭和沙土,草炭含量为 80%,园内温度为 25 ~ 30 ℃,室内试验在西昌学院生理生态实验室进行。2017 年 11 月 26 日将草炭与沙土按 4 : 1 (体积比)充分混合消毒后作为栽培基质,将科红洋葱种子播入规格为 120 孔的育苗盘中,采用漂浮育苗的方式,

收稿日期:2021-04-20

基金项目:四川省教育厅重点项目(编号:18ZA0439)。

作者简介:余前媛(1971—),女,四川德昌人,硕士,副教授,研究方向为植物生理生化、植物化控。E-mail:yuqian71@126.com。

每盆 240 株。在苗期的生长阶段,采用均匀施肥和水分管理措施。2018 年 1 月 5 日选择植株长势良好且基本一致的幼苗进行试验,采用水培方法^[2,8],设置双吉尔-GGR 的 9 个浓度梯度分别为 10、20、30、40、50、60、70、80、90 mg/L,使用 0 mg/L 作为对照(CK),对洋葱幼苗进行处理,每个处理 24 株,共 10 盆,每个处理重复 3 次。试验期间每隔 3 d 测量 1 次相关形态指标,于 2018 年 1 月 20 日完成相关形态指标的测定。

1.3 数据统计

从播种后 40 d 开始,每个处理随机选取 4 株,每 3 d 测量 1 次,记录洋葱幼苗的株高、假茎粗和鲜质量以及采用 Perfection V700 Photo 彩色图像扫描仪对洗净的完整根系进行扫描,获得清晰的洋葱幼苗根系结构图像。参照顾东祥等的方法^[17],利用 WinRhizo Pro 2013a 软件对洋葱幼苗根图像进行分析,得到根长(Len)、根表面积(SA)、平均根直径(AVGd)、总根体积(VOL)、根尖数等特征参数。在根系形态分析中,洋葱单系根直径(d)等级被确定为 $d \leq 0.5$ mm、 0.5 mm $< d \leq 1.0$ mm、 1.0 mm $< d \leq 1.5$ mm、 1.5 mm $< d \leq 2.0$ mm、 2.0 mm $< d \leq 2.5$ mm、 2.5 mm $< d \leq 3.0$ mm、 3.0 mm $< d \leq 3.5$ mm、 3.5 mm $< d \leq 4.0$ mm、 4.0 mm $< d \leq 4.5$ mm、 $d > 4.5$ mm。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel 2013 进行数据处理和图表绘制,以 SPSS 21.0 软件对数据进行方差分析、线性回归分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗地上部株高增加量的影响

由图 1 可知,在试验浓度下,不同浓度 GGR 对洋葱幼苗地上部株高增加量都有提高作用,且均随着其生育期的延长而逐渐上升,9 d 时部分处理(30、50、60、90 mg/L GGR 处理)达到峰值,之后随着时间延长,株高增加量反而下降。30 mg/L GGR 处理的株高增加量最大,CK 处理的株高增加量最小。说明选用不同浓度 GGR 处理洋葱幼苗,可以明显提高洋葱幼苗地上部株高的增加量,以 GGR 浓度为 30 mg/L 的效果最为明显。

2.2 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗地上部假茎粗增加量的影响

由图 2 可知,在 9 d 前所有浓度 GGR 对洋葱幼

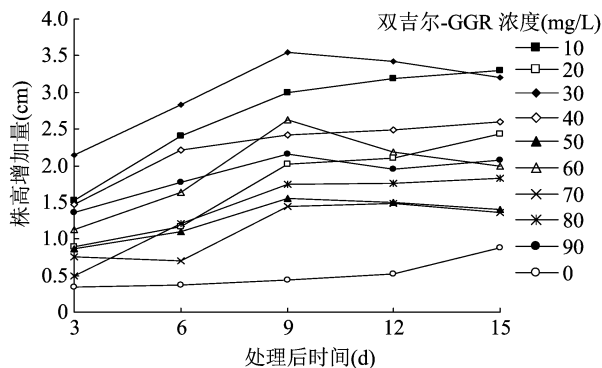


图1 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗地上部株高增加量的影响

苗地上部假茎粗增加效应都不及对照高,12 d 后 10 mg/L 处理的假茎粗增加量高于对照处理,且假茎粗的增加量达到最大,其余处理增加量均低于对照处理;15 d 后 10、80 mg/L 处理假茎粗增加量高于对照处理,其余处理增加量均低于对照处理,但不同浓度处理表现也有所差异(图 2)。表明不同浓度的 GGR 对洋葱幼苗地上部假茎粗的增加有不同的影响,较低浓度(10 mg/L)处理对洋葱幼苗地上部假茎粗的增加较为明显,其最适浓度还有待研究。

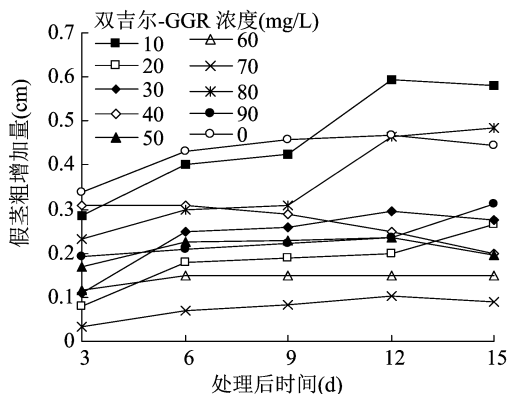


图2 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗地上部假茎粗增加量的影响

2.3 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总体积和各径级根体积的影响

由表 1 可知,洋葱幼苗根系总体积对不同浓度的 GGR 响应不同。经线性回归分析,符合 $Y = -0.004X + 0.376$ ($t = 14.366$, $P < 0.05$)。浓度为 10、30、40 mg/L 的 GGR 处理与 CK 相比,总根体积增加量分别达到 81.90%、12.78%、47.25%。不同 GGR 浓度对各径级根体积也有不同影响,其中 3.5 mm $< d \leq 4.0$ mm 的洋葱根系体积在较高浓度(60~90 mg/L)处理时有所上升,但差异不显著,而 10、40 mg/L GGR 处理与 CK 相比差异显著,分别增加了 124.25%、128.62%。

表 1 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总体积和各径级根体积的影响

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	总根体积 (cm ³)	各径级根体积 (cm ³)				
		$d \leq 0.5 \text{ mm}$	$0.5 \text{ mm} < d \leq 1.0 \text{ mm}$	$1.0 \text{ mm} < d \leq 1.5 \text{ mm}$	$1.5 \text{ mm} < d \leq 2.0 \text{ mm}$	$2.0 \text{ mm} < d \leq 2.5 \text{ mm}$
CK	0.504 5 ± 0.068 3ab	0.002 1 ± 0.000 4a	0.010 7 ± 0.001 3a	0.032 2 ± 0.003 5a	0.053 8 ± 0.004 4a	0.085 4 ± 0.012 6a
10	0.917 7 ± 0.113 4c	0.001 8 ± 0.000 4a	0.007 8 ± 0.001 6a	0.023 2 ± 0.003 4a	0.044 9 ± 0.005 5a	0.068 6 ± 0.008 0a
20	0.489 1 ± 0.064 3ab	0.002 1 ± 0.000 3a	0.009 5 ± 0.001 1a	0.024 7 ± 0.030 0a	0.043 4 ± 0.005 2a	0.080 5 ± 0.009 2a
30	0.569 0 ± 0.064 7ab	0.002 4 ± 0.000 2a	0.010 9 ± 0.000 9a	0.025 4 ± 0.004 0a	0.051 2 ± 0.005 2a	0.088 5 ± 0.009 8a
40	0.742 9 ± 0.091 7bc	0.002 4 ± 0.000 3a	0.009 0 ± 0.001 3a	0.028 6 ± 0.003 0a	0.052 7 ± 0.004 4a	0.082 0 ± 0.010 5a
50	0.444 3 ± 0.047 4ab	0.002 3 ± 0.000 4a	0.009 7 ± 0.000 9a	0.023 5 ± 0.002 9a	0.042 9 ± 0.005 2a	0.074 9 ± 0.010 2a
60	0.408 3 ± 0.045 3a	0.001 8 ± 0.000 3a	0.010 3 ± 0.001 3a	0.026 8 ± 0.002 4a	0.045 0 ± 0.004 4a	0.069 7 ± 0.006 7a
70	0.439 8 ± 0.038 2ab	0.002 1 ± 0.000 4a	0.008 8 ± 0.001 6a	0.024 1 ± 0.004 1a	0.043 5 ± 0.005 5a	0.065 1 ± 0.008 7a
80	0.469 5 ± 0.103 5ab	0.001 9 ± 0.000 4a	0.007 1 ± 0.001 2a	0.023 1 ± 0.004 7a	0.042 1 ± 0.006 5a	0.059 6 ± 0.012 5a
90	0.435 8 ± 0.057 0ab	0.002 7 ± 0.000 5a	0.010 7 ± 0.001 4a	0.026 5 ± 0.004 2a	0.045 3 ± 0.007 8a	0.087 5 ± 0.008 2a

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	各径级根体积 (cm ³)				
	$2.5 \text{ mm} < d \leq 3.0 \text{ mm}$	$3.0 \text{ mm} < d \leq 3.5 \text{ mm}$	$3.5 \text{ mm} < d \leq 4.0 \text{ mm}$	$4.0 \text{ mm} < d \leq 4.5 \text{ mm}$	$d > 4.5 \text{ mm}$
CK	0.09 62 ± 0.014 9a	0.078 3 ± 0.014 1ab	0.050 3 ± 0.011 7a	0.058 1 ± 0.012 5ab	0.196 8 ± 0.064 6a
10	0.117 9 ± 0.016 4a	0.099 4 ± 0.014 6ab	0.112 8 ± 0.015 7b	0.106 2 ± 0.016 4b	0.502 0 ± 0.087 7b
20	0.083 3 ± 0.011 1a	0.058 0 ± 0.009 1ab	0.072 4 ± 0.012 7ab	0.040 0 ± 0.007 7a	0.184 0 ± 0.052 3a
30	0.090 6 ± 0.005 9a	0.075 1 ± 0.008 6a	0.075 7 ± 0.011 2ab	0.064 3 ± 0.010 1ab	0.210 1 ± 0.069 5a
40	0.115 1 ± 0.015 4a	0.113 9 ± 0.015 3ab	0.115 0 ± 0.018 5b	0.106 1 ± 0.018 0b	0.306 4 ± 0.075 0a
50	0.085 8 ± 0.008 4a	0.063 5 ± 0.009 1b	0.055 1 ± 0.010 0a	0.038 7 ± 0.009 4a	0.130 4 ± 0.036 7a
60	0.076 1 ± 0.008 0a	0.067 0 ± 0.010 5ab	0.056 9 ± 0.008 6a	0.050 3 ± 0.007 9ab	0.090 2 ± 0.028 2a
70	0.093 6 ± 0.011 9a	0.068 0 ± 0.010 2ab	0.062 9 ± 0.010 7ab	0.050 2 ± 0.013 9ab	0.096 8 ± 0.033 7a
80	0.094 2 ± 0.018 0a	0.085 7 ± 0.019 4ab	0.066 9 ± 0.015 6ab	0.049 9 ± 0.024 4ab	0.163 4 ± 0.076 4a
90	0.068 7 ± 0.010 1a	0.060 7 ± 0.103 0ab	0.068 1 ± 0.011 6ab	0.065 0 ± 0.017 1ab	0.114 6 ± 0.032 7a

注:表中数据为平均值 ± 标准误。同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

2.4 不浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总表面积和各径级根表面积的影响

线性回归分析结果表明,表 2 中 GGR 浓度与总根表面积符合 $Y = -0.040X + 12.417$ ($t = 16.597$, $P < 0.05$)。10、40 mg/L GGR 处理与 CK 相比,洋葱幼苗总根表面积差异显著,分别增加了 23.02%、21.58%。各径级根表面积在不同浓度 GGR 处理下多数有所下降,其中 $3.5 \text{ mm} < d \leq 4.0 \text{ mm}$ 的洋葱中,10、40 mg/L GGR 处理的根表面积与 CK 处理相比差异显著,分别增加了 121.82%、125.45%。直 $d > 4.5 \text{ mm}$ 的洋葱中,40 mg/L GGR 处理的根表面积比 CK 处理增加了 72.36%,差异显著。

2.5 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总根长和各径级根系长度的影响

由表 3 可知,在 30、40 mg/L GGR 处理下,洋葱根系总根长有所上升,但与对照差异不显著。GGR 浓度与总根长符合 $Y = -0.028X + 18.049$ ($t = 14.745$, $P < 0.05$)。 $3.5 \text{ mm} < d \leq 4.5 \text{ mm}$ 的洋葱中,30、40 mg/L GGR 处理与 CK 相比差异显著,在

$3.5 \text{ mm} < d \leq 4.0 \text{ mm}$ 时分别增加了 125.53%、123.40%,在 $4.0 \text{ mm} < d \leq 4.5 \text{ mm}$ 时分别增加了 87.80%、82.93%。 $d > 4.5 \text{ mm}$ 的洋葱根长在 GGR 浓度为 40 mg/L 时与 CK 相比差异显著,增加了 173.43%。

2.6 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系平均根直径和根尖数的影响

由图 3 - A 可知,根系平均直径随 GGR 浓度波动无明显规律,但各处理与 CK 相比均有所增加。由图 3 - B 可知,根尖数随 GGR 浓度的增加而有所增加,在 40 mg/L 时达到最高,随后随浓度的增加根尖数趋于平稳,呈现出钟型曲线变化趋势,与 CK 相比,各处理的根尖数均有所增加。

3 结论与讨论

根系不仅是植物吸收水分和养分的重要器官,还具有固定功能,与植物地上部分的生长发育密切相关,而地上部形成的光合产物通过筛管运输对根的生长发育也起到重要作用^[4-8]。它能感受逆境信

表 2 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总表面积和各径级根表面积的影响

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	总根表面积 (cm ²)	各径级根表面积 (cm ²)				
		$d \leq 0.5$ mm	$0.5 \text{ mm} < d \leq 1.0$ mm	$1.0 \text{ mm} < d \leq 1.5$ mm	$1.5 \text{ mm} < d \leq 2.0$ mm	$2.0 \text{ mm} < d \leq 2.5$ mm
CK	10.66 ± 1.27ab	0.30 ± 0.05a	0.55 ± 0.06a	1.01 ± 0.11a	1.24 ± 0.10a	1.54 ± 0.22a
10	14.62 ± 1.23c	0.36 ± 0.06a	0.56 ± 0.08a	0.83 ± 0.11a	1.04 ± 0.12a	1.55 ± 0.14a
20	8.95 ± 0.93a	0.23 ± 0.04a	0.40 ± 0.05a	0.73 ± 0.09a	1.01 ± 0.12a	1.23 ± 0.16a
30	10.43 ± 0.65ab	0.28 ± 0.03a	0.50 ± 0.05a	0.77 ± 0.12a	0.99 ± 0.12a	1.44 ± 0.17a
40	13.45 ± 1.40c	0.32 ± 0.04a	0.56 ± 0.07a	0.80 ± 0.10a	1.16 ± 0.10a	1.58 ± 0.18a
50	9.42 ± 0.81ab	0.32 ± 0.05a	0.45 ± 0.04a	0.89 ± 0.09a	1.19 ± 0.12a	1.47 ± 0.18a
60	8.48 ± 0.65a	0.29 ± 0.05a	0.50 ± 0.06a	0.73 ± 0.08a	0.97 ± 0.10a	1.34 ± 0.12a
70	8.89 ± 0.78a	0.24 ± 0.05a	0.52 ± 0.08a	0.84 ± 0.13a	1.02 ± 0.13a	1.24 ± 0.16a
80	9.44 ± 1.85ab	0.27 ± 0.06a	0.46 ± 0.07a	0.76 ± 0.14a	0.99 ± 0.15a	1.17 ± 0.22a
90	8.30 ± 1.05a	0.26 ± 0.06a	0.36 ± 0.07a	0.72 ± 0.13a	0.96 ± 0.18a	1.06 ± 0.15a

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	各径级根表面积 (cm ²)				
	$2.5 \text{ mm} < d \leq 3.0$ mm	$3.0 \text{ mm} < d \leq 3.5$ mm	$3.5 \text{ mm} < d \leq 4.0$ mm	$4.0 \text{ mm} < d \leq 4.5$ mm	$d > 4.5$ mm
CK	1.39 ± 0.21a	0.97 ± 0.17ab	0.55 ± 0.13a	0.55 ± 0.12ab	1.23 ± 0.36a
10	1.71 ± 0.24a	1.23 ± 0.18ab	1.22 ± 0.17b	1.00 ± 0.15b	3.26 ± 0.54a
20	1.22 ± 0.16a	0.71 ± 0.11a	0.78 ± 0.14ab	0.38 ± 0.07a	1.23 ± 0.32a
30	1.31 ± 0.09a	0.93 ± 0.11ab	0.81 ± 0.12ab	0.61 ± 0.10ab	1.39 ± 0.41a
40	1.69 ± 0.23a	1.41 ± 0.19b	1.24 ± 0.20b	1.01 ± 0.17b	2.12 ± 0.49b
50	1.26 ± 0.12a	0.79 ± 0.11ab	0.59 ± 0.11a	0.37 ± 0.09a	0.92 ± 0.24a
60	1.11 ± 0.17a	0.83 ± 0.13ab	0.62 ± 0.09a	0.48 ± 0.07ab	0.64 ± 0.19a
70	1.36 ± 0.26a	0.84 ± 0.12ab	0.68 ± 0.11ab	0.47 ± 0.13ab	0.65 ± 0.21a
80	1.36 ± 0.15a	1.06 ± 0.24ab	0.72 ± 0.17ab	0.47 ± 0.23ab	1.07 ± 0.47a
90	1.00 ± 0.21a	0.75 ± 0.13ab	0.73 ± 0.12ab	0.61 ± 0.16ab	0.83 ± 0.23a

表 3 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系总根长和各径级根系长度的影响

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	总根长 (cm)	各径级根长 (cm)				
		$d \leq 0.5$ mm	$0.5 \text{ mm} < d \leq 1.0$ mm	$1.0 \text{ mm} < d \leq 1.5$ mm	$1.5 \text{ mm} < d \leq 2.0$ mm	$2.0 \text{ mm} < d \leq 2.5$ mm
CK	18.42 ± 1.99a	4.96 ± 0.74a	2.33 ± 0.37a	2.55 ± 0.27a	2.28 ± 0.19a	2.21 ± 0.32a
10	14.08 ± 2.04a	3.22 ± 0.84a	1.69 ± 0.22a	1.85 ± 0.28a	1.83 ± 0.23a	1.77 ± 0.20a
20	16.36 ± 1.64a	4.14 ± 0.65a	2.14 ± 0.21a	1.92 ± 0.23a	1.79 ± 0.21a	2.05 ± 0.23a
30	19.93 ± 1.18a	4.74 ± 0.46a	2.40 ± 0.27a	2.05 ± 0.31a	2.09 ± 0.22a	2.26 ± 0.24a
40	20.36 ± 1.88a	5.01 ± 0.60a	2.43 ± 0.18a	2.08 ± 0.24a	1.91 ± 0.19a	2.21 ± 0.26a
50	16.66 ± 1.49a	4.74 ± 0.70a	1.89 ± 0.27a	2.21 ± 0.22a	2.16 ± 0.21a	2.10 ± 0.25a
60	15.17 ± 1.40a	4.16 ± 0.71a	2.12 ± 0.33a	1.84 ± 0.20a	1.76 ± 0.18a	1.92 ± 0.17a
70	15.15 ± 1.82a	3.58 ± 0.70a	2.13 ± 0.30a	2.13 ± 0.32a	1.86 ± 0.23a	1.77 ± 0.22a
80	15.52 ± 2.74a	3.98 ± 0.89a	1.98 ± 0.31a	1.93 ± 0.35a	1.79 ± 0.27a	1.68 ± 0.31a
90	13.94 ± 2.06a	3.91 ± 0.89a	1.52 ± 0.27a	1.79 ± 0.32a	1.75 ± 0.33a	1.50 ± 0.21a

双吉尔 - GGR 浓度 (mg/L)	各径级根长 (cm)				
	$2.5 \text{ mm} < d \leq 3.0$ mm	$3.0 \text{ mm} < d \leq 3.5$ mm	$3.5 \text{ mm} < d \leq 4.0$ mm	$4.0 \text{ mm} < d \leq 4.5$ mm	$d > 4.5$ mm
CK	1.61 ± 0.24a	0.95 ± 0.17ab	0.47 ± 0.11a	0.41 ± 0.09a	0.64 ± 0.18a
10	1.41 ± 0.27a	0.70 ± 0.18a	0.64 ± 0.15ab	0.29 ± 0.11a	0.67 ± 0.29a
20	1.50 ± 0.19a	0.91 ± 0.11ab	0.70 ± 0.12ab	0.46 ± 0.05ab	0.76 ± 0.17a
30	1.97 ± 0.10a	1.38 ± 0.10b	1.06 ± 0.10b	0.77 ± 0.07b	1.21 ± 0.21ab
40	1.98 ± 0.27a	1.20 ± 0.18ab	1.05 ± 0.17b	0.75 ± 0.13b	1.75 ± 0.27b
50	1.47 ± 0.14a	0.78 ± 0.11ab	0.51 ± 0.09a	0.28 ± 0.07a	0.52 ± 0.13a
60	1.29 ± 0.13a	0.82 ± 0.13ab	0.53 ± 0.08a	0.36 ± 0.06ab	0.37 ± 0.10a
70	1.57 ± 0.20a	0.82 ± 0.12ab	0.58 ± 0.10ab	0.34 ± 0.09ab	0.36 ± 0.11a
80	1.57 ± 0.30a	1.04 ± 0.24ab	0.62 ± 0.14ab	0.35 ± 0.17ab	0.56 ± 0.24a
90	1.16 ± 0.18a	0.74 ± 0.12ab	0.62 ± 0.10ab	0.46 ± 0.12ab	0.48 ± 0.13a

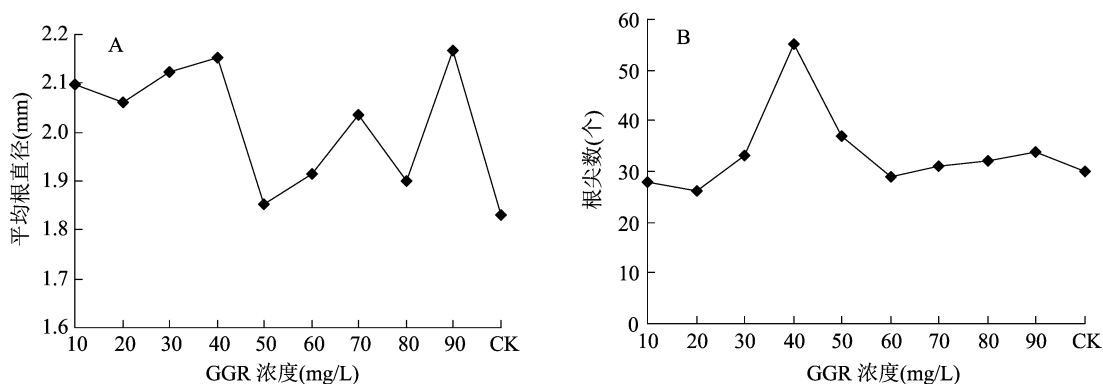


图3 不同浓度 GGR 对洋葱幼苗根系平均根直径(A)和根尖数(B)的影响

号,并在形态和生理上产生一系列反应,所以在栽培育种中,通过对根系的调控来达到对地上部分的调控也是一种可行的方法^[4-7,14]。刘鹏等研究发现,低浓度(50 mg/L)的铝可以促进大豆根系长度、根系体积、根系表面积和根系活力的增加,高浓度的铝(5 000 mg/L)会明显抑制根系长度的增长^[18]。栗岩峰等研究发现,增加施氮量会促进根系的生长,氮肥不足会导致根系表面积、体积、根长、干质量和各土层根系密度下降^[19]。

在本研究中,不同浓度的 GGR 对苗期洋葱幼苗的不同生理指标有着不同的影响,且表现为最适浓度下各生理指标指向有利于植株生长发育的方向变化。适当浓度的 GGR 可以在一定程度上提高洋葱幼苗的株高、假茎粗的增加量,其中促进洋葱幼苗的株高增加以浓度为 30 mg/L 的 GGR 为最适浓度,假茎粗以 10 mg/L 为最适浓度。根据图像分析还发现,洋葱幼苗总根长在低浓度处理有所上升,但差异不显著。当 GGR 浓度为 10 mg/L 时,洋葱幼苗的总根表面积和总根体积与 CK 相比差异最为明显,而较高浓度的 GGR 对洋葱幼苗的株高增加量、假茎粗增加量、总根体积、总根长和总根表面积的提高都弱于低浓度的 GGR,但不同的处理组与 CK 相比都有一定的差异。这与刘鹏等研究铝对大豆根系影响的结果^[18]近似。

根系平均直径和根尖数是反映根系吸收效率的重要参数^[14]。有研究认为,随着供水的增加,根系的运输效率提高,在不良环境条件下细根对营养物质的吸收能力比粗根大。在本研究中,各处理的根系平均直径与 CK 相比均有所增加,其中以 GGR 浓度为 40 mg/L 时最为明显。在处理浓度下,根尖数量变化较大,GGR 浓度为 40 mg/L 时与 CK 相比差异明显。本研究还发现,浓度为 40 mg/L 的 GGR

对 $d > 3.5$ mm 的洋葱根系的影响比其他处理组更为明显。综合各种指标可知,GGR 浓度为 40 mg/L 时对苗期洋葱根系的作用效果最好。

试验反映出双吉尔 - GGR 对苗期洋葱根系形态及地上部生长的影响,通过 Perfection V700 Photo 彩色图像扫描仪对洋葱幼苗根系进行快速扫描及利用 WR 软件对洋葱幼苗根系图片进行快速分析,具有良好的精度和可行性,为后期洋葱及其他作物根系的研究提供了参考依据和技术。

参考文献:

- [1] 张清友,蒋欣梅,于锡宏,等. 不同肥料处理对洋葱生长及产量的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(24):6007-6010.
- [2] 刘东华,蒋悟生,李懋学. 铝(Al^{3+})对洋葱根生长和细胞分裂的影响[J]. 华北农学报,1993,8(1):35-41.
- [3] 王玉光. 有色地膜覆盖对洋葱生长发育及根际土壤环境的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [4] 吴朝晖,周建群,青先国,等. 水稻根系研究的现状及展望[J]. 湖南农业科学,2008(6):21-24.
- [5] 向小亮,宁书菊,魏道智. 根系的研究进展[J]. 中国农学通报,2009,25(17):105-112.
- [6] 刘晓冰,王光华,森田茂纪. 根系研究的现状与展望(下)[J]. 世界农业,2001(9):42-44.
- [7] 姜晓装,李方兴,陈亚立,等. GGR 在江西农作物上的应用效果[J]. 江西科学,2007,25(5):605-610.
- [8] 高崇明. 绿色植物生长调节剂用途机理研究[M]. 北京:中国科学出版社,2001.
- [9] 覃世杰,谭长强,侯文娟,等. 植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花生生理化的影响[J]. 北方园艺,2014(22):72-75.
- [10] 王瑞珍,程春明,吴问胜,等. GGR 系列与其它不同植物生长调节剂在南方冬小麦上的应用效果比较[J]. 江西农业学报,2007,19(4):25-27.
- [11] 张桂阁,侯廷荣,吴明泉,等. 植物生长调节剂 GGR6 号在夏玉米生产上的应用效果研究[J]. 玉米科学,2004,12(增刊1):105,107.

王梦荷,杨彬,田茂荣,等.南京市栖霞山野生茶树种质资源调查与品质性状遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2022,50(1):126-132.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.023

南京市栖霞山野生茶树种质资源调查 与品质性状遗传多样性分析

王梦荷, 杨彬, 田茂荣, 刘乐峰, 尚小文, 张柯鑫, 雷小刚, 吕程佳, 李芳, 马媛春, 朱旭君, 房婉萍
(南京农业大学茶叶科学研究所, 江苏南京 210095)

摘要:对 105 份南京市栖霞山野生茶树资源的表型性状进行调查,对主要生化成分以及土壤基本养分状况进行调查,旨在挖掘南京市栖霞山优质野生茶树种质资源,为江苏省茶树新品种选育和优化改良提供基础。结果表明,南京市栖霞山野生茶树农艺性状存在丰富的遗传变异性,农艺性状的平均变异系数为 14.18%~27.79%,多样性指数为 0.27~0.56,其中间云亭、茶谷区域的野生茶树农艺性状多样性指数和变异系数较高。通过土壤成分分析,发现除茶谷区域外,其他区域土壤 pH 值 >7,栖霞山土壤中有效磷含量偏低。栖霞山野生茶树叶片农艺性状和茶树新梢主要品质成分差异显著,显示了丰富的遗传多样性,具有较大的开发利用价值。茶树新梢游离氨基酸、茶多酚等含量均偏低,可能与栖霞山野生茶树长期缺乏系统性管理有关。

关键词:南京市栖霞山;野生茶树种质资源;生化成分分析;遗传多样性

中图分类号: S571.102.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)01-0126-07

我国有着丰富的茶树种质资源。野生茶树种质资源是选育茶树新品种的资源宝库,它作为茶叶生产和研究中的重要基础资料,对选育新品种、改良茶叶品质、增产增效起着关键性作用。南京有着悠久的植茶、产茶历史。近年来,南京市茶产业蓬勃发展,由于市场需要,其产制范围已经扩大到南

京的栖霞、浦口、江宁、江浦、六合等地^[1]。随着改良品种的大面积推广,地方品种和低效的育种技术无法适应新的生产要求,育成新品种的遗传基础越发匮乏,当地优质茶树品种资源的不足也成为限制江苏茶产业发展的制约因素之一^[2]。

南京市栖霞山地处 118.98°E、32.15°N,属于北亚热带湿润气候带和季风环流的海洋性气候区。年平均日照 1 628.8 h,平均气温 19.6℃,年平均降水量 1 530.1 mm,四季分明,日照充足,水资源充沛,土层深厚,透水性好^[3]。栖霞山当地野生的中古老植物资源非常丰富,共有植物 600 余种,其中野生植物 500 余种^[4],同时栖霞山也具有非常丰富的野生茶树种质资源,但未进行过系统性的调查、保护与开发利用。

收稿日期:2021-04-11

基金项目:国家自然科学基金(编号:31972460);国家现代农业产业技术体系项目(编号:CARS-19);江苏省重点研发计划(编号:2019379);江苏省林业科技创新与推广项目(编号:LYKJ-常州[2020]03)。

作者简介:王梦荷(1997—),女,山东青岛人,硕士研究生,主要从事茶树生理学研究。E-mail:2020804147@stu.njau.edu.cn。

通信作者:房婉萍,博士,教授,博士生导师,主要从事优质高抗茶树品种改良。E-mail:fangwp@njau.edu.cn。

[12]刘跃进,蒋胜铎,肖世明,等.绿色植物生长调节剂(GGR)在烤烟栽培上的试验初报[J].湖南林业科学,2003,30(2):26-27,29.

[13]刘峰峰,符云鹏,宋玉川,等.植物生长调节剂 GGR 对香料烟根系发育及活力的影响[J].中国烟草科学,2010,31(3):49-53.

[14]刘德好,李涛,沈国辉,等.基于根系形态早期预警吡啶磺隆对水稻药害的研究[J].上海农业学报,2014,30(3):16-19.

[15]孔清华,李光永,王永红,等.不同施肥条件和滴灌方式对青椒生长的影响[J].农业工程学报,2010,26(7):21-25.

[16]宋曰钦,翟明普,贾黎明,等.不同年龄三倍体毛白杨纸浆林生长期间细根变化规律[J].生态学报,2010,29(9):1696-1702.

[17]顾东祥,汤亮,徐其军,等.水氮处理下不同品种水稻根系生长分布特征[J].植物生态学报,2011,35(5):558-566.

[18]刘鹏,Yang Y S,徐根娣,等.铝胁迫对大豆幼苗根系形态和生理特性的影响[J].中国油料作物学报,2004,26(4):49-54.

[19]栗岩峰,李久生,饶敏杰.滴灌施肥时水肥顺序对番茄根系分布和产量的影响[J].农业工程学报,2006,22(7):205-207.