

不同研究方式和方法对小麦根系活力 及根质量测量准确度的影响

胡 敏¹, 贺德先¹, 蒋 向^{1,2}, 杨习文¹

(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业技术推广总站, 河南 郑州 450002)

摘要: 为增强不同研究方式和方法条件下小麦根系研究的可比性, 以郑麦 9023 和矮抗 58 为材料, 于 2010–2011 年度研究了不同研究方式和方法对根系生理活性及根质量测量值的影响。结果表明, 其他条件相同时, 盆栽条件下的根系活力(以鲜质量计)显著高于大田, 不同生育期分别为 24.607~334.839、29.362~298.834 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$ 。室内培养时, 不同培养基质条件下的根系活力大小顺序是水培>珍珠岩培>沙培>蛭石培>土培, 不同处理间的差异达显著水平。大田和盆栽条件下, 直接冲根与筛网包裹冲根处理的单株根量损失率分别为 45.57%~70.25%、15.79%~34.28%, 差异达极显著水平。研究认为, 盆栽条件下的根系活力测定值仅可作为大田栽培条件下的一个参考; 室内培养条件下, 为使根系活力测定值更具有可比性, 应注明培养基质种类; 研究中, 建议采用筛网包裹冲洗的方法以获得准确的根质量测量值。

关键词: 小麦; 研究方式; 研究方法; 根系活力; 冲洗方法; 根质量测量准确度

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2012)增刊-0127-04

Effects of Different Research Patterns and Methods on Root Vigor and Measurement Accuracy of Dry Root Weight in Wheat (*Triticum aestivum* L.)

HU Min¹, HE De-xian¹, JIANG Xiang^{1,2}, YANG Xi-wen¹

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Extension Center for Agricultural Techniques, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to comparing the effects of different methods and conditions on root research, a pot experiment with different cultivates and a field experiment by using Zhengmai 9023 and Aikang 58 was investigated in 2010–2011. Results showed that, compared to the field experimental condition, root vigor was higher in pot experimental condition. Root vigor (FW) was in a range of 24.607–334.839, 29.362–298.834 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$ in different growth stages, respectively. In a green house experiment, root vigor in different cultivate mediums was significantly different, following a order: hydroponic culture > perlite cultivate > sand medium > vermiculite cultivate > soil cultivate. Under field experiment and pot culture experiment, a single root loss rate was significantly in a range of 45.7%–70.25% and 15.79%–34.28% in the direct blunt root and screen at the single root package treatments, respectively. Results showed that, root activity determination value in the pot experimental condition can be as a reference for that in the field experimental condition. Indoor culture condition, to make root activity determination value comparable, matrix types should be clearly indicated. A conclusion should be made that the flushing package of root could get a more accurate root weight values.

Key words: Wheat (*Triticum aestivum* L.); Research pattern; Research method; Root vigor; Rinsing method; Measurement accuracy of dry root weight

由于作物根系生长环境特殊, 研究工作量、难度大、效率低等多方面的原因, 其研究进展一直比较

收稿日期: 2012-07-09

基金项目: 河南省科技创新人才计划项目(104200510013); 河南省重大科技攻关项目(102101110200)

作者简介: 胡 敏(1983-), 男, 湖南沅江人, 硕士研究生, 主要从事作物生态生理研究。

通讯作者: 贺德先(1963-), 男, 河南南召人, 教授, 博士生导师, 主要从事作物生态生理研究。

缓慢,积淀较为薄弱^[1-6]。关于根系研究的手段,相对来说,比地上部落后。文献资料表明,如何正确选取根样真实地反映单株整体根系生理势的大小和准确衡量单株根系实际功能等都是小麦根系研究过程中有待解决的难题^[1,7-9]。同时,小麦根系研究方式和方法繁多,同一方式或方法的操作也有欠统一、规范,这导致不同研究方式、方法条件下的同类研究或同一指标具有较大差异,缺乏可比性^[5,7-9]。鉴于此,本研究探讨不同研究方式和方法对小麦根系生理活性,以及根样不同冲洗方法对根质量测量准确性的影响,以期改进或规范根系研究方法提供技术参考。

1 材料和方法

研究于 2010-2011 年在河南郑州河南农业大学科教试验园区和河南农业大学作物生长发育生物学实验室进行。试验田土质沙壤,耕层土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷和有效钾含量分别为 17.8, 0.9, 57.9, 24.4, 154.8 mg/kg, pH 值 7.8。

1.1 供试材料

供试材料为黄淮平原广泛种植的弱春性品种郑麦 9023(国审麦 2003027)和半冬性品种矮抗 58(国审麦 2005008)。

1.2 试验设计与管理

大田试验采用完全随机设计,处理因子为品种,郑麦 9023 和矮抗 58,每重复设 3 个小区,小区面积为 $3 \times 2 = 6 \text{ m}^2$ (其中取样区为 $3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$)。行距 24 cm,12 行区,重复 4 次。播种前底施纯 N 120 kg/hm²,过磷酸钙 750 kg/hm²,氯化钾 180 kg/hm²。2010 年 10 月 15 日播种。郑麦 9023 种植密度为 240 万苗/hm²,矮抗 58 种植密度为 270 万苗/hm²。拔节期追施纯 N 120 kg/hm²。其他试验管理同一般高产田。

盆栽试验用塑料盆盆高 25 cm,上口直径 23 cm。每盆装过筛耕层干土 10 kg,均匀混入尿素 1.2 g,氯化钾 0.9 g,过磷酸钙 2.5 g,施肥水平相当于 2 倍大田试验。拔节期追施尿素 1.2 g,并灌水。2010 年 10 月 16 日播种。齐苗后郑麦 9023 每盆定植 10 株(相当于 240 万基本苗/hm²),矮抗 58 每盆定植 12 株(相当于 270 万基本苗/hm²)。

室内培养试验所采用的基质分别是珍珠岩、蛭石、沙、土以及纯营养液。容器为方形塑料盒,长 45 cm,宽 34 cm,高 14 cm。培养液为 Hoagland 营养液^[10-11]。小麦生长发育过程中,适时添加营养液以补充蒸发损失,并尽可能维持营养液浓度平衡。出

苗 15 d 后,开始取样测定分析。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 不同研究方式和方法对小麦根系生理活性的影响研究 大田与盆栽栽培方式小麦根系生理活性的影响:分别于冬前分蘖期(2010-11-15)、越冬前(2010-12-15)、拔节期(2011-03-17)、抽穗期(2011-04-15)、子粒形成期(2011-05-07)取样测定根系活力,重复 3 次。根样取样时间为 10:00-12:00,取样后立即进行生理活性测定^[8]。根系活力测定方法采用改良 TTC 法,参考文献[10]。

不同培养基质对小麦根系生理活性的影响:2011 年 3 月 23 日进行种子消毒并浸种。2011 年 3 月 25 日播种。每盒播种 200 粒。分别于 2011 年 4 月 10 日(3~4 叶期)、2011 年 4 月 2 日(5~6 叶期)和 2011 年 4 月 30 日(6~7 叶期)取样测定根系活力,重复 3 次。根样取样与根系活力测定方法同上。

1.3.2 不同冲根方法对小麦根质量测量准确度的影响研究 大田与盆栽条件下直接冲根与筛网包裹冲根对根质量测量值的影响:分别在越冬前(2010-12-14)、拔节期(2011-03-13)、蜡熟末期(2011-06-01)取样(根+土分析样品)冲洗,测定根干质量。筛网包裹冲洗法采用 60 目筛网,各重复 3 次。

大田根样获取方法为:以长势均匀的麦行为中心,左右各 11.5 cm,长 50 cm,耕层深 20 cm 的根+土样品,直接或筛网包裹缓慢冲洗,去除杂物,烘干称干质量。最终除以 50 cm 内的麦株数,从而得到单株根干质量^[12-13]。

1.4 统计分析方法

使用 Microsoft Excel 2003 和 DPS v6.55 对测定数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盆栽与大田栽培条件下小麦根系活力的异同

研究结果表明,其他条件相同时,大田和盆栽方式下小麦根系活力的差异明显,一致表现为盆栽条件下的根系活性高于大田栽培(表 1)。就不同品种而言,不同栽培方式下根系活力的差异表现不同:弱春性品种郑麦 9023 根系活力的差异未达显著水平,而半冬性品种矮抗 58 根系活力的差异仅在冬前分蘖期和抽穗期达到极显著水平外,在其他各生育时期均未达显著水平。鉴于不同栽培方式对根系活力的影响明显,而且在不同品种上的表现也并不一致,因此,在比较或评估小麦根系活力时应充分考虑到

这些差异。

表 1 盆栽与大田栽培条件下小麦不同生育时期根系活力变化的异同

Tab. 1 Similarities and differences of wheat root vigor dynamics at different growing stages under pot and field experimental conditions

方式 Method	品种 Cultivar	冬前分蘖期 Tillering prior to wintering	越冬前 Prior to wintering	拔节期 Jointing	抽穗期 Heading	子粒形成期 Grain formation
盆栽 Pot	郑麦 9023	160. 248bB	140. 547bB	110. 656bcBC	24. 607a	24. 607a
	矮抗 58	301. 551aA	168. 627bAB	334. 839aA	40. 684a	40. 684a
大田 Field	郑麦 9023	181. 987bB	180. 175abAB	75. 784bcBC	30. 721a	30. 721a
	矮抗 58	298. 834aA	227. 276aA	49. 742cC	39. 099a	39. 099a

注: 同列数据后标有不同小写或大写字母者分别表示其差异达 5% 或 1% 显著水平。表 2 3 同。

Note: Difference between the data followed by different small or capital letters in a column is significant at 5% or 1% probability level, respectively. The same as Tab. 2 3.

2.2 不同培养基质对小麦根系活力的影响

室内培养条件下,不同培养基质对小麦幼苗根系活力的影响显著。其他条件相同时,不同基质培养条件下根系活力的大小顺序是:水培>珍珠岩培>沙培>蛭石培>土培(表 2)。另据 3~4 叶期的数据,除蛭石培与沙培时根系活力的差异达显著水平外,其余不同基质条件下根活力的差异均达极显著水平。5~6 叶期的测定结果表明,蛭石培与土培时的根系活力的差异未达显著水平,与其他培养基质条件下根系活力的差异均达显著或极显著水平。6~7 叶期的研究结果表明,珍珠岩培与水培时根系活力的差异未达显著水平,但与其它基质条件下根系活力的差异则达显著或极显著水平。以上研究结果及培养时的幼苗长势观察结果表明,不同培养基质条件下根系活力差异显著,珍珠岩培与水培条件能较长时间把根系生理活性维持在一个较高的水平,截至 6~7 叶期,珍珠岩培与水培比其他基质培养使根系活力多维持 10~15 d 左右(资料未发表),而蛭石培则是最接近于土培的方法。鉴于不同基质培养时根系活力的差异明显不同,因此在评价室内培养条件的根系活力时应说明培养基质。

2.3 根样直接冲洗与筛网包裹冲洗对根质量(干质量)测量准确度的影响

研究表明,获取根-土样品后,不同冲洗方法严

重影响小麦根质量(干质量)测量值的准确度。直接冲根与筛网包裹冲根时单株根质量的差异达显著水平(表 3)。不同栽培方式不同冲洗方法条件下根质量的大小顺序是:盆栽包裹冲洗>盆栽直接冲洗;大田包裹冲洗>大田直接冲洗。越冬前,盆栽与大田栽培条件下直接冲洗方法的根质量损失率为 15.79% 和 50.76%,但根质量的差异未达显著水平。拔节期间,不同栽培方式不同冲洗方法条件下根质量的差异均达极显著水平,大田栽培和盆栽条件下,直接冲洗的根质量损失率分别为 45.57% 和 34.28%。临近收获时,不同栽培方式和不同冲洗方法条件下根质量的变化趋势及根质量损失率的变化与拔节期基本一致。该研究结果说明,根样不同冲洗方法造成根质量测定值产生显著差异,为测得准确的根质量参数,建议使用筛网包裹冲洗根-土样品。

表 2 不同培养基质对小麦根系活力的影响

Tab. 2 Effects of culture media on wheat root vigor

培养基质 Culture medium	测定时间 Determination		
	3~4 叶期	5~6 叶期	6~7 叶期
水 Water	333.027aA	268.037aA	126.055aA
珍珠岩 Perlite	189.233bB	97.522cB	138.962aA
沙 Sand	131.036cC	206.896bA	62.649bB
蛭石 Vermiculite	83.483dC	11.246dC	2.489cC
土 Soil	17.813eD	3.547dC	26.192cBC

表 3 不同根-土样品冲洗方法对小麦根质量测量准确度的影响

Tab. 3 Effects of different root-soil sample rinsing methods on measurement accuracy of in wheat

处 理 Treatment		越冬前 Prior to wintering		拔节期 Jointing		收获前 Before harvest	
		根干质量/g	损失率/%	根干质量/g	损失率/%	根干质量/g	损失率/%
		DW	Loss rate	DW	Loss rate	DW	Loss rate
盆栽 Pot	直接冲洗	0.272aA	15.79	0.577B	34.28	0.655bB	24.01
	包裹冲洗	0.323aA	—	0.878A	—	0.862aA	—
大田 Field	直接冲洗	0.065bB	50.76	0.172D	45.57	0.205cC	70.25
	包裹冲洗	0.132bB	—	0.316C	—	0.689bB	—

3 讨论

测定小麦根系活力时,如何正确选取待分析的根样是减小测定值与真实值之间差异、准确体现出处理效应的关键步骤之一^[4-5,8]。以往有研究认为,需针对整株根系随机均匀剪根,才能较全面地衡量该单株根系的吸收能力^[4-5]。也有研究认为,在量化根系活力时,所选取的根样应全部为具有活力的幼嫩根尖部分^[14-16]。然而,只以嫩根为材料进行活力分析有一定的局限性,不能够真实地反映单株整体根系生理势的大小。另有一些研究改进与本研究的几个主题相联系的根系取样方法,挑选具有代表性、长势均匀一致的根段,然后进行活力测定,以期准确衡量单株根系实际功能^[2-3,16]。研究实践中发现,盆栽条件下的小麦根系可分为3层:表层根、中层根和底层根,不同部位根的活力差异明显。综合分析认为,在小麦根系活力测定中,使以测得的根系活力具有可比性,以及如何正确选取根样迄今仍是一个难题^[4,17-18]。研究认为,要准确获取根系活力测定值,应根据研究目的采用合适的根样选取方法。至于何种研究目的应采用怎样的取样方法,值得进一步研究和探索。

大田生长条件下随着生育期推进,根系向下层发展。河南冲积土(壤土)条件下,20 cm 表层根层中的根量约为65%~70%,21~40 cm 土层为20%,41 cm 下土层占10%~15%^[4]。由于成熟或接近成熟时期根系的横向扩展半径约40~60 cm,而在已取的11.5 cm 半径内的土壤中还含有其他麦行的根系,因此,在此项研究中得到的单株根质量并不是准确的实际单株干鲜质量,而是占其最大值65%~70%以上的部分根质量。然而,由于本研究的目的,是比较直接冲根与筛网包裹冲根2种方法对根量的影响,因而,本研究中的取根方法具有重要参考价值。在盆栽方式下,直接冲洗相对于包裹冲洗根干质量的损失量小于大田栽培,同时,就单株而言,其他条件相同时,盆栽条件下的根质量显著大于大田。因此,单从根干质量的获取与准确测量考虑,采取盆栽方式优于大田栽培。

通过本研究认为,盆栽条件下的根系活力仅可作为大田栽培条件下根系活力的一个参考,根据不同研究目的采取相应栽培方式需要多方面斟酌。室内培养条件下,应注明培养基质种类,以便根系活力测定值更具可比性。根系研究中,冲洗根样时建议采用筛网包裹冲洗的方法以获得准确的根质量测量值。

参考文献:

- [1] 贺德先,王晨阳,马元喜,等.小麦根系生理研究现状及展望[J].河南农业大学学报,2000,12(4):328-333.
- [2] 刘晓冰,王光华,森田茂纪.根系研究的现状与展望(上)[J].世界农业,2001(8):33-35.
- [3] 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.
- [4] 马元喜.小麦的根[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [5] W. 伯姆著.薛德榕,谭协麟译.根系研究法[M].北京:科学出版社,1985.
- [6] 廖荣伟.作物根系观测技术与方法研究[D].北京:中国气象科学研究院,2008.
- [7] 向小亮,宁书菊,魏道智.根系研究进展[J].中国农学通报,2009,25(17):105-112.
- [8] 胡敏,贺德先.小麦根系活力的昼夜变化及最佳取样和测定时间[J].麦类作物学报,2011,31(6):1094-1098.
- [9] 吴寅,贺德先,周宏美,等.秋冬连续干旱对冬小麦生育前期根系发育与生理活性的影响[J].山东农业科学,2010,4:13-15,21.
- [10] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].第3版.北京:高等教育出版,2003.
- [11] Arfan M, Athar H R, Ashraf M. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? [J]. Journal of Plant Physiology, 2007, 164(6):685-694.
- [12] 毛振强,宇振荣,刘云慧,等.两种根系采样方法的对比及冬小麦根系的分布规律[J].中国农学通报,2005,21(5):261-265.
- [13] Bolinder M A, Angers D A, Dubuc J P. Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 1997, 63(1):61-66.
- [14] 魏道智,宁书菊,林文雄.小麦根系活力变化与叶片衰老的研究[J].应用生态学报,2004,15(9):1565-1569.
- [15] 苗玉新.大田作物根系研究法概述[J].黑龙江农业科学,2005(3):50-52.
- [16] 张成良,尹富强,陈大洲,等.水稻根系研究法的现状[J].江西农业学报,2006,18(2):34-36.
- [17] 廖荣伟,刘晶淼.作物根系形态观测方法研究进展讨论[J].气象科技,2008,36(4):429-435.
- [18] 李鹏,李占斌,赵忠.根系调查取样点数确定方法的研究[J].水土保持研究,2003,10(3):146-149.