

超稀植栽培不同处理对水稻根系的生长动态和氧化力及 POD 酶活性影响

刘 岩,孙 涛,李 晶,魏 湜

(东北农业大学 农学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:以穗重型品种东农 423 和穗数型品系东农 03-44 为试验材料,于 2008~2009 年研究了超稀植栽培对水稻根系活力、根系 POD、伤流液强度等变化规律的影响。结果表明:超稀植栽培条件下,根系健壮,衰老缓慢。较常规栽培根系干重和体积明显增加,上层根系分布较多。整个生育期内根系活力较高,齐穗后根系的伤流液强度和 POD 活性也明显高于常规栽培,且下降缓慢。

关键词:水稻;超稀植栽培;根系活力

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)06-0021-03

水稻产量和品质的形成是植物地上部分和根系共同作用的结果^[1]。根系不仅是吸收养分和水分器官,而且能合成多种生理活性物质,与作物衰老、物质生产、同化物运输分配等关系密切,对产量的形成有举足轻重的影响。

借助超稀植栽培手段,通过人为调节,对供试穗重型品种东农 423 和穗数型品系东农 03-44 的根系与常规栽培作比较,目的在于通过超稀植栽培方法,提高水稻根系的生长活力,增加根系的质量和体积,延长水稻根系寿命,为提高水稻的整体生产力提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种(系)为穗重型品系东农 423 和穗数型品系东农 03-44。

1.2 方法

1.2.1 设计 试验于 2008~2009 年在东北农业大学试验实习基地试验田进行。设超稀植栽培为 S,常规栽培(对照)为 C,共 4 个处理,随机区组设计,3 次重复,小区面积 25 m²。超稀植栽培 4 月 6 日播种,采用 352 孔大钵体盘育苗,单粒播种,5 月 30 日插秧,规格为 36.5 cm×16.5 cm,每穴 1 苗。常规栽培 4 月 10 日播种,播种量 200 g·m⁻²,5 月 23 日插秧,规格为 30.0 cm×

16.5 cm,每穴 3 苗。其它管理相同。同时为试验方便以 S1、S2 分别代表超稀植栽培下的东农 423 和东农 03-44,以 C1、C2 分别代表常规栽培下的东农 423 和东农 03-44。

1.2.2 田间管理 超稀植栽培施 N 120 kg·hm⁻², P₂O₅ 60 kg·hm⁻², K₂O 30 kg·hm⁻²。其中 N 的 50%、P₂O₅ 的 100%、K₂O 的 50%于翻地前作为底肥全部施入,其余 N 在抽穗前 35 d(7 月 1 日左右)追施 20%,抽穗前 20 d(7 月 15 日左右)追施 20%及余下的 50%K₂O,最后齐穗期追余下的 10%N。灌水方式为浅、湿、干循环控水灌溉,具体操作方法为田面露泥,脚窝没水再进行过水灌溉,中期晒田至田面有较大裂纹。

常规栽培施 N 120 kg·hm⁻², P₂O₅ 60 kg·hm⁻², K₂O 30 kg·hm⁻²。其中 N 的 60%、P₂O₅ 的 100%、K₂O 的 100%于水耙前作为底肥施于田面,其余 25%N 作为蘖肥施入,最后 15% N 作为穗肥。水分管理按一般生产进行。其它管理相同。

1.3 测定项目及方法

分别于有效分蘖终止期、孕穗期、齐穗期、乳熟期和成熟期在田间每小区挖出 3 株生长一致的水稻植株,从茎基部开始,将根分成 0~10 cm(上)、11~20 cm(下)两段,带土放入网袋中用水冲洗干净,测定根氧化力(α-NA 氧化法)、过氧化物歧化酶(POD)活性和根体积,并将根系用 80℃烘干至恒重,测定单株根干重。

于齐穗期后 0、7、14、21、28 d 选取每小区内生长一致的稻株 3 株,测基部的伤流量(前 1 天 8:00 在离地面 10 cm 处剪去地上部,套上内装有脱脂棉并已称重的保鲜膜,第 2 天 8:00 收集塑

收稿日期:2010-03-22

基金项目:黑龙江省科技厅攻关资助项目(GB06B104-1)

第一作者简介:刘岩(1982-),男,黑龙江省尚志市人,硕士,从事作物高产栽培理论研究。E-mail: lyzone2005@163.com。

通讯作者:魏湜(1956-),男,黑龙江省哈尔滨市人,博士,教授,博士生导师,从事作物高产栽培理论研究。

料袋称重)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻根系质量和体积的影响

根据各生育时期不同根层深度的水稻根系质量和根系体积变化情况(见表1)可知,整个生育期内水稻在不同耕层的根干重和体积的变化曲线为先增大,抽穗后逐渐减小。并且整个生育期内供试品种(系)在超稀植栽培条件下的根重和根体积都明显高于常规栽培。从不同层次根系占单株根干重的比值来看,根大部分集中在10 cm以上的耕层中,超稀植栽培

0~10 cm耕层根重和根体积所占单株根重和根体积的比值都高于常规栽培,下层根系超稀植栽培也分布较多。这表明,超稀植栽培在水稻生育期内根系干物质积累比常规栽培积累的多,拥有发达的地下系统,而且主要集中在0~10 cm耕层中,同时10~20 cm耕层内也有相当的数量根系存在,这为水稻生育后期产量的形成做出了重要贡献^[2]。同时抽穗期后根系干重有所下降,减少了根系对营养物质的消耗,增加了向籽粒转移的干物质量,进而从另一方面提高了产量^[3]。

表1 各生育时期不同根层深度的水稻根系质量和根系体积变化情况

处理	根层深度/cm	有效分蘖终止期		孕穗期		抽穗期		乳熟期		成熟期	
		根重 / g · 株 ⁻¹	根体积 / cm ³ · 株 ⁻¹	根重 / g · 株 ⁻¹	根体积 / cm ³ · 株 ⁻¹	根重 / g · 株 ⁻¹	根体积 / cm ³ · 株 ⁻¹	根重 / g · 株 ⁻¹	根体积 / cm ³ · 株 ⁻¹	根重 / g · 株 ⁻¹	根体积 / cm ³ · 株 ⁻¹
S1	0~10	1.99	25.50	2.80	43.50	4.27	61.50	4.00	54.50	3.40	40.50
	11~20	0.70	9.50	0.79	13.00	1.23	22.50	1.03	18.50	0.97	14.50
	总和	2.69	35.00	3.59	56.50	5.50	84.00	5.03	73.00	4.37	55.00
C1	0~10	1.45	20.50	2.41	39.00	3.60	52.50	3.00	43.00	2.77	33.50
	11~20	0.47	7.00	0.62	10.00	0.93	18.50	0.87	15.00	0.76	11.50
	总和	1.92	27.50	3.03	49.00	4.53	71.00	3.87	58.00	3.53	45.00
S2	0~10	2.82	43.50	4.60	62.50	5.73	79.50	5.20	65.00	4.92	60.50
	11~20	0.69	11.00	1.05	16.50	1.47	24.50	1.25	20.00	1.21	18.00
	总和	3.51	54.50	5.65	79.00	7.20	104.00	6.45	85.00	6.13	78.50
C2	0~10	2.34	36.50	3.14	43.50	5.00	70.00	4.82	61.50	4.23	55.00
	11~20	0.58	10.00	0.80	13.50	1.27	22.50	1.22	20.00	1.04	15.50
	总和	2.92	46.50	3.94	57.00	6.27	92.50	6.04	81.50	5.27	70.50

2.2 不同处理对水稻根系伤流液强度的影响

由不同处理下茎基部伤流液浓度的变化(见图1)可知,不同处理的根系伤流强度在齐穗后均开始下降,但S1处理和S2处理下降速度缓慢,强度明显高于C1处理和C2处理,后期C1处理和C2处理的伤流液强度下降较快,到齐穗后28 d强度已明显低于S1处理和S2处理。生育期内较高的伤流液强度表明,超稀植栽培条件下的稻株具有发达而强壮的根系,吸收矿物质养分的能力较强,根系活力高,齐穗期后根系衰老进程较慢,根系向地上部分输送矿物质养分的能力还较强,尤其是灌浆中后期伤流液浓度还维持在较高水平,这样就为后期水稻的高产奠定了基础。

2.3 不同处理对水稻根系活力的影响

根系氧化力是研究根系生理的重要指标。以往研究表明,根系氧化能力越高,根系呼吸强度就越大,代谢就越旺盛,则吸收水分、养分的能力就越强,尤其是生育后期,根系强健能够有效防止植株早衰^[4]。各生育时期供试品种(系)在不同处理下根系活力的变化情况见表2。

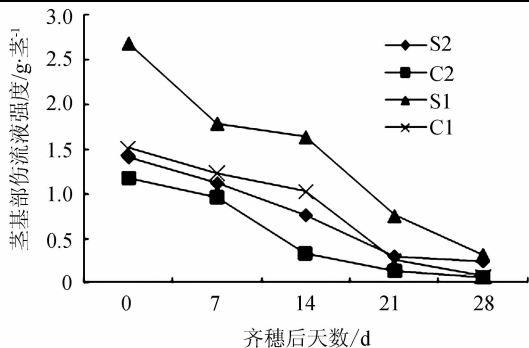


图1 不同处理下茎基部伤流液浓度的变化

表2 各生育时期供试品种在不同处理下根系氧化力的变化情况 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

处理	有效分蘖终止期	孕穗期	齐穗期	乳熟期	成熟期
S1	54.95	78.34	86.99	25.46	22.62
C1	42.02	61.17	69.07	20.37	16.58
S2	61.89	73.55	96.68	24.63	20.36
C2	44.57	57.29	71.45	21.33	13.20

由表2可知,不同处理下的水稻根系氧化力

在齐穗期均达到最大,而后逐渐降低。但在整个生育期内超稀植栽培的根系氧化力均显著高于常规栽培。在成熟期时S1处理和S2处理的根系活力分别比C1处理和C2处理高出了4.04和7.10 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。这表明超稀植栽培能延缓根系衰老,保持根系生育后期活力,从而能够供给植株和籽粒更多的矿物质养分。

2.4 不同处理对水稻根系过氧化物歧化酶含量的影响

由各生育时期供试品种在不同处理下根系过氧化物歧化酶(POD)含量的变化(见图2)可知,水稻根系的POD含量随着水稻生育进程的推进而逐渐提高,齐穗期时达到顶峰,然后迅速降低,在乳熟期趋于稳定。这一变化与水稻根系活力的变化相吻合。说明,齐穗期后水稻生殖生长已占主要地位,光合产物主要向穗部输入,植株各部分养分也开使向穗部转移,因此根系开始逐渐衰老,起着抗衰老作用的POD也开始下降。从图2中还可以看出,虽然两种栽培方式下的供试品种(系)的根系POD都在下降,但是超稀植栽培条件下的根系POD值始终高于常规栽培。在成熟期时S1处理和S2处理的根系活力分别比C1处理和C2处理高出了1.81和1.08个单位。因此说明,超稀植栽培能够在一定程度上减慢水稻根系的衰老进程,从而提高自养能力,放慢根部的养分流失,减少对地上部同化物的需求,使更多的同化物能够转移到籽粒当中,进而提高籽粒的饱满度,同时较高的POD含量抑制了衰老的进程,这也为后期矿质养分的补充提供了条件。

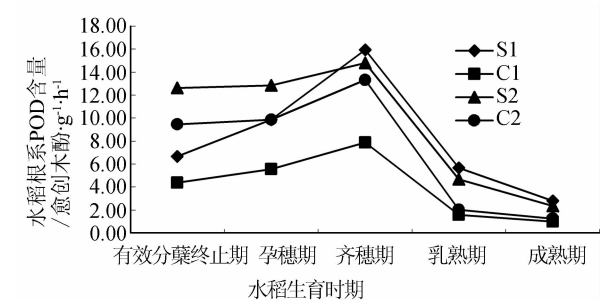


图2 各生育时期供试品种(系)在不同处理下根系POD含量的变化

3 讨论

根系对地上部的生长具有重要的作用,根系的生长和发育直接决定着其功能的充分发挥^[5]。水稻在超稀植栽培条件下由于个体生长环境良好,根系的干重和体积明显增加^[6],尤其是0~10 cm根系增加较多,并且后期干重有所下降,为水稻后期营养物质向籽粒运输奠定基础,符合“库-源”的转运理论。植物根系是植物吸收水分和矿质元素的重要器官,也是许多重要物质的合成和贮存器官,伤流液中除含有水、矿质元素外,还含有糖、氨基酸、激素等许多物质。因此伤流液的数量和成分可作为根系活力强弱的指标。超稀植栽培条件下较之常规栽培根系更发达,伤流液强度大,根系活力大,营养物质的吸收转运活动也更旺盛^[7]。

超稀植栽培对于水稻根系形态有着塑造的作用,对内部一些抗氧化、抗衰老系统也有着延缓的作用,通过对根系POD酶活性的研究发现,整个生育期中POD酶活性超稀植栽培均高于对照,这样延长了根系的寿命,进而延缓了叶片的衰老,延长光合时间,增加地上部分干物质的积累,为高产提供了保障。

参考文献:

[1] 川田信一郎. 水稻的根系[M]. 北京: 农业出版社, 1984.

[2] 凌启鸿, 陆卫平, 蔡建中, 等. 水稻不同层次根系的功能及对产量形成作用的研究[M]. 北京: 科学出版社, 1984.

[3] 王余龙, 姚友礼, 蔡建中, 等. 不同生育时期氮素供应水平对杂交水稻根系生长及其活性的影响[J]. 作物学报, 1997(6): 700-701.

[4] 潘晓华, 王永锐, 傅家瑞. 水稻根系生长生理的研究进展[J]. 植物学通报, 1996, 13(2): 13-20.

[5] 赵全志, 高尔明, 黄王生, 等. 库源质量与作物超高产栽培及育种[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(3): 226-230.

[6] 张玉屏, 黄文国. 旱作条件对水稻根系生长发育和产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(5): 605-606, 637.

[7] 杨建昌, 张文虎, 王志琴. 水稻新株型与梗/籼杂种源库特征与物质运转的研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(5): 511-518.

Effects of Super-sparse Cultivation Different Treatments on Rice Root Growth Dynamics, Oxidizing Power and POD Enzyme Activity

LIU Yan, SUN Tao, LI Jing, WEI Shi
(Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Variation regulation of growth dynamics, root activity, POD content of root, flux activity of root system, dry matter accumulation, nitrogen content, yield and quality performance under super-sparse cultivation technique were studied with Dongnong 03-44 (panicle number type) and Dongnong 423 (panicle weight type) from 2008 to 2009. The results were as follows: Under super-sparse cultivation conditions, rice root system was strong. Dry weight of root obvious promoted, root system that distributed in top soil layer was more. Root activity was still higher in the whole stage, bleeding of root system and POD activity after heading were higher than those of traditional cultivation.

Key words: rice; super-sparse cultivation; root activity