

粳稻根系性状与植株产量及其构成因素的关系

许明, 贾德涛, 马殿荣, 苗微, 王楠, 陈温福*

(沈阳农业大学 水稻研究所, 农业部北方作物生理生态重点开放实验室, 教育部与
辽宁省共建北方粳稻遗传育种重点实验室, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 通过盆栽试验, 研究了粳稻根系性状与植株产量及其构成因素的关系。结果表明, 粳稻根系总吸收面积、根体积、活性吸收面积、单株根系氧化力、伤流速度和根数与产量相关显著, 并且显著时期集中在孕穗期至灌浆中期。其中, 总吸收面积在孕穗之后一直对产量起作用, 根体积、伤流速度与活性吸收面积在孕穗至灌浆前期、根数与单株根系氧化力在灌浆期对产量具有显著影响。而根干质量与总根长在水稻生长前期与单株产量的相关性较小。根系主要性状与结实率, 一、二次枝梗数, 一、二次枝梗粒数, 一、二次枝梗粒重呈显著正相关, 与穗长相关性较小, 与有效穗数呈负相关。

关键词: 粳稻; 根系性状; 产量性状

中图分类号: S11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)10-0014-06

Relation of Root Characters with Plant Yield and Its Components of Japonica Rice

XU Ming, JIA De-tao, MA Dian-rong, MIAO Wei, WANG Nan, CHEN Wen-fu

(Rice Research Institute of Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of Crop
Physiology and Ecology Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Northern Japonica
Rice Breeding of Liaoning, Shenyang 110161, China)

Abstract: The relation of root characters with grain yield and its components of Japonica rice was studied in a pot experiment. The results showed the root absorption area, root volume, root oxidizing ability per plant, root sap bleeding and root number had significant relation with grain yield, especially from booting stage to middle filling stage. The total root absorption area had the most significant effect on yield. The root volume, root sap bleeding and root active absorption area had significant effect on yield from booting stage to early filling stage. The root number and root oxidizing ability per plant had greatly effect on yield during grain filling stage. But the root dry weight and total root length had little correlation with grain yield during early growing stage. The main root traits had significantly positive correlation with seed setting rate, number of primary and secondary branches, and grain weight, but had negative correlation with effective panicles. The correlations of root traits with grain weight and panicle length were not significant.

Key words: Japonica rice; Root traits; Yield traits

产量是衡量水稻生长状况的重要指标。水稻吸收水分和养分的能力与根系形态特征密切相关。因

此, 选育具有理想根系形态特征的水稻品种是提高水稻产量的有效途径。关于水稻根系与产量及产量

收稿日期: 2010-03-11

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD01A01-6); 国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(2007-001); 辽宁省教育厅重点实验室项目(LS2010143)

作者简介: 许明(1970-), 女, 辽宁黑山人, 副教授, 在站博士后, 主要从事作物高产生理研究。E-mail: xuming@126.com

*通讯作者: 陈温福(1955-), 男, 辽宁法库人, 教授, 中国工程院院士, 主要从事作物高产生理研究。

构成因素关系的报道较多,如根数与穗数、每穗颖花数、结实率^[1-3],不定根粗度与每穗颖花数,单株根系干质量与结实率、千粒重^[4-6],根系活性、伤流强度与结实率、千粒重等的关系,孕穗期根系的单位根重活性、伤流强度与结实率、千粒重、每穗颖花数及产量的关系^[7-10]。但这些研究是在不同栽培条件或不同环境下进行的。本试验通过盆栽试验,研究了北方粳稻根系性状与植株产量及其构成因素之间的关系,揭示粳稻根系与产量的变化规律,从而更好地促进粳稻根系性状的改良,为作物丰产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为北方粳型超级稻品种沈农 265、沈农 606和过去主栽品种辽粳 294、秋光。

1.2 试验方法

试验于 2005—2006年在沈阳农业大学水稻研究所进行。采用盆栽方式,盆直径为 30 cm,高 40 cm,每盆装土 14 kg,每盆 2穴,每穴 1株,3次重复。每盆底肥施尿素 1.0 g、磷酸二铵 1.0 g和氯化钾 0.8 g,栽培管理与大田相同。4月中旬育苗,5月下旬插秧。分别在分蘖盛期、拔节期、孕穗期、齐穗期、齐穗后 10 d、20 d、30 d、40 d进行取样测定。每盆植株连土全部倒出,放在尼龙筛网里,用自来水小心冲洗根系,并将每株的根系分开,以株为单位进行测定。

1.3 测定项目

1.3.1 根系形态指标的测定 根数:目测直接计数。总根长:用直尺直接测定,求和。根体积:根据物体体积的大小等于该物体排出同体积水量的原理,采用自制体积计进行测定。根干质量:用吸水纸吸干根表面水分,电子天平称根鲜质量。之后放入烘箱,将温度调至 105℃,杀青 30 min,然后 80℃烘干至恒定质量,最后用电子天平称根干质量。

1.3.2 根系生理指标测定 伤流速度测定:晚 18 时从距地面 5 cm处剪断稻株,用装有脱脂棉的自封袋收集伤流液,次日 8时取下称质量,每次收集 14 h,利用脱脂棉前后质量差值,计算伤流速度。伤流液中氨基酸总量的测定采用茚三酮方法^[11]。伤流液中无机磷的测定采用钼酸铵方法^[11]。根系氧化力测定采用 α -NA氧化法^[12]。根系吸收面积测定采用甲烯蓝染色法^[12]。

1.3.3 产量相关性状的测定 成熟期收获后风干,室内考种。进行穗长、有效穗数、结实率、一次枝梗数、二次枝梗数、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重、千粒重等与水稻产量相关性状的调查。

1.4 数据处理

采用 Excel和唐启义等的 DPS7.05数据处理系统。

2 结果与分析

2.1 根系形态性状与产量及其构成因素的关系

2.1.1 根数与产量及其构成因素的关系 各生育时期根数与每株粒重均呈正相关,在孕穗期和灌浆 10~30 d达到显著或极显著水平(表 1),说明根数多,特别是中后期发生的根数多,对产量的作用较大。根数与穗长除在分蘖盛期呈负相关外均呈正相关,而与有效穗数呈负相关,说明在本试验条件下,少蘖大穗型品种有更庞大的根系。根数与千粒重呈负相关,根数与结实率、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重均呈正相关,在孕穗期至齐穗期和灌浆后期达到显著水平,说明生育中期和灌浆后期较大的根量,对提高籽粒充实度,减少空秕粒,提高结实率有积极作用。另外,根数与一次枝梗数、二次枝梗数均呈正相关,在孕穗期和灌浆后期达到显著水平。

表 1 水稻根数与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0.109	-0.383	-0.387	-0.799	0.373	0.277	0.230	0.335	0.274	0.276	0.251
拔节期	0.949	-0.860	0.861	-0.440	0.828	0.897	0.895	0.871	0.925	0.960*	0.827
孕穗期	0.950*	-0.989*	0.570	-0.761	0.995**	0.989*	0.990**	0.993**	0.977*	0.946	1.000**
抽穗期	0.870	-0.970*	0.438	-0.872	0.960*	0.942	0.923	0.957*	0.941	0.935	0.915
灌浆 10 d	0.963*	-0.828	0.928	-0.326	0.808	0.887	0.898	0.851	0.906	0.924	0.842
灌浆 20 d	0.954*	-0.810	0.938	-0.292	0.791	0.871	0.886	0.835	0.890	0.906	0.831
灌浆 30 d	0.998**	-0.930	0.825	-0.523	0.916*	0.966*	0.971*	0.945	0.976*	0.981*	0.933
灌浆 40 d	0.945	-1.000**	0.556	-0.803	0.996**	0.992**	0.984*	0.998**	0.987*	0.970*	0.981*

注: $r_{0.05}=0.950$ $r_{0.01}=0.990$ 下同

2 1. 2 根体积与产量及其构成因素的关系 根体积与单株粒重呈正相关,尤其在孕穗期一灌浆 20 d已达到显著或极显著水平(表 2)这意味着根体积主要在穗发育时与灌浆中期之前对产量作用较大。整个生育期,根体积与结实率呈正相关,但只在灌浆中后期达到显著水平,说明后期保持大的根体积有助于籽

粒灌浆充实。穗长、一次枝梗数、二次枝梗数均与根体积呈正相关,其相关系数在拔节期至灌浆前期较大,说明此时根体积大对枝梗分化、大穗的形成有促进作用。根体积与一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重在灌浆期呈显著正相关,说明后期根体积大对灌浆强度有促进作用。

表 2 水稻根体积与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0 858	−0.951*	0.451	−0 850	0 935	0 923	0.901	0.937	0 929	0 933	0.883
拔节期	0 922	−0.957*	0.609	−0 742	0 934	0 950*	0.934	0.950*	0 963*	0 978**	0.898
孕穗期	0 973**	−0.911	0.766	−0 512	0 914	0 949	0.964*	0.931	0 943	0 919	0.956*
抽穗期	0 995**	−0.926	0.810	−0 515	0 920	0 964*	0.975*	0.944	0 967*	0 959*	0.950*
灌浆 10 d	0 994**	−0.921	0.817	−0 503	0 914	0 960*	0.971*	0.939	0 964*	0 956*	0.945
灌浆 20 d	0 975*	−0.991**	0.638	−0 721	0 991**	0 998**	0.999**	0.997**	0 993**	0 972*	0.995**
灌浆 30 d	0 860	−0.974*	0.394	−0 900	0 970*	0 941	0.924	0.961*	0 935	0 918*	0.929
灌浆 40 d	0 906	−0.982*	0.506*	−0 835	0 971*	0 963*	0.947	0.973*	0 965*	0 960*	0.934

2 1. 3 根干质量与产量及其构成因素的关系 根干质量与单株粒重呈正相关,但只在拔节期与灌浆初期达到显著水平(表 3)这意味着根干质量对产量虽然具有一定的促进作用,但直接作用并不大。根干质量与结实率在灌浆期达到显著正相关,说明后期根质量的大小对保证结实率起到促进作用。根质量与穗长、一次枝梗数、二次枝梗数、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重的关系和根体积表现相似,这里不再赘述。

长与单株粒重呈正相关,但只在灌浆中期达到显著水平(表 4)。从相关系数看,齐穗之后二者相关性较前期更强,从这可以看出,前期总根长对产量作用不大,关键要看后期根长的保持。根长与结实率呈正相关,并在齐穗期后达到显著水平,说明后期保持较长的根长有利于提高结实率。齐穗后,根长与一次枝梗数、二次枝梗数、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重均达到显著或极显著正相关,表明大穗重穗型品种后期有较长的根长。

2 1. 4 总根长与产量及其构成因素的关系 总根

表 3 根干质量与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0 583	−0.780	0.079	−0 929	0 766	0 710	0.673	0.748	0 710	0 712	0.674
拔节期	0 976*	−0.952*	0.747	−0 625	0 931	0 969*	0.963*	0.957*	0 983*	0 998**	0.920
孕穗期	0 912	−0.919	0.664	−0 665	0 888	0 920	0.904	0.914	0 941	0 970*	0.852
抽穗期	0 835	−0.956*	0.374	−0 903	0 947	0 920	0.898	0.940	0 917	0 908	0.896
灌浆 10 d	0 997**	−0.969*	0.741	−0 624	0 962*	0 992**	0.995**	0.980*	0 994**	0 985*	0.974*
灌浆 20 d	0 933	−0.998**	0.529	−0 823	0 994**	0 986*	0.976*	0.994**	0 981*	0 964*	0.974*
灌浆 30 d	0 920	−0.994**	0.508	−0 838	0 988*	0 977*	0.965*	0.988*	0 974*	0 960*	0.961*
灌浆 40 d	0 710	−0.859	0.258	−0 894	0 840	0 808	0.775	0.834	0 813	0 822	0.761

表 4 总根长与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0 203	−0.485	−0.431	−0 867	0 527	0 394	0.375	0.456	0 342	0 259	0.480
拔节期	0 525	−0.627	0.085	−0 613	0 681	0 611	0.630	0.635	0 557	0 456	0.726
孕穗期	0 746	−0.739	0.609	−0 520	0 690	0 737	0.712	0.729	0 777	0 839	0.629
抽穗期	0 947	−0.998**	0.553	−0 792	1 000**	0 992**	0.989*	0.998**	0 983*	0 957*	0.994**
灌浆 10 d	0 945	−0.973*	0.577	−0 728	0 983**	0 979*	0.983*	0.980*	0 963*	0 925	0.998**
灌浆 20 d	0 962*	−0.990**	0.600	−0 743	0 994**	0 994**	0.995**	0.995**	0 984*	0 956*	0.999**

2 2 根系 生理性状与产量及其构成因素的相关关系

2 2 1 根系吸收面积与产量及其构成因素的相关关系 表 5表明,各生育时期根系总吸收面积和活性吸收面积与单株粒重均呈正相关,并且在孕穗期至灌浆 10 d相关达到显著水平,说明这段时期两者对产量作用较大。整个生育期,两者与一次枝梗数、

二次枝梗数、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数、一次枝梗粒重、二次枝梗粒重均呈显著正相关,表明大的根系吸收面积对枝梗分化、颖花形成、灌浆强度都有积极的作用,从而为大穗重穗形成提供保证。根系总吸收面积与结实率呈显著正相关,而根系活性吸收面积与结实率相关性较小。

表 5 根系吸收面积与产量性状的相关系数

项目	生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
根系总吸收面积	分蘖期	0.926	0.998**	0.510	-0.835	0.995**	0.983*	0.973*	0.993**	0.976*	0.957*	0.974*
	拔节期	0.947	-0.961*	0.661	-0.705	0.939	0.963*	0.950*	0.959*	0.976*	0.990**	0.912
	孕穗期	0.998**	-0.965*	0.750	-0.613	0.958*	0.999**	0.994**	0.977*	0.992**	0.983*	0.972*
	抽穗期	0.985*	-0.980*	0.704	-0.678	0.967*	0.992**	0.988*	0.985*	0.998**	0.998**	0.961*
	灌浆 10 d	0.996**	-0.972*	0.738	-0.632	0.963*	0.993**	0.995**	0.981*	0.995**	0.988*	0.972*
	灌浆 20 d	0.924	-0.993**	0.499	-0.822	0.999**	0.982*	0.978*	0.992**	0.968*	0.935	0.991**
	灌浆 30 d	0.974*	-0.992**	0.649	-0.731	0.983*	0.996**	0.991**	0.994**	0.998**	0.992**	0.973*
	灌浆 40 d	0.968*	-0.936	0.762	-0.599	0.910	0.954*	0.947	0.940	0.972*	0.993	0.897
根系活性吸收面积	分蘖期	0.931	-0.795	0.874	-0.292	0.794	0.859	0.883	0.825	0.861	0.849	0.8575
	拔节期	0.582	-0.809	-0.015	-0.999	0.818	0.735	0.706	0.780	0.713	0.677	0.748
	孕穗期	0.968*	-0.994**	0.615	-0.742	0.994**	0.998**	0.997**	0.998**	0.991**	0.968*	0.996**
	抽穗期	0.993**	-0.916	0.845	-0.497	0.897	0.953*	0.958*	0.930	0.968*	0.979*	0.912
	灌浆 10 d	0.985*	-0.989**	0.680	-0.698	0.981*	0.999**	0.997**	0.994**	1.000**	0.990**	0.980*
	灌浆 20 d	0.850	-0.950*	0.432	-0.862	0.935	0.920	0.898	0.935	0.924	0.926	0.882
	灌浆 30 d	0.994**	-0.926	0.808	-0.515	0.920	0.964*	0.974*	0.944	0.966*	0.957*	0.951*
	灌浆 40 d	0.867	-0.935	0.515	-0.791	0.911	0.915	0.893	0.922	0.928	0.944	0.860

2 2 2 单株根系氧化力与产量及其构成因素的相关关系 α -NA氧化力是根系活力的重要指标。从表 6可知,单株根系氧化力与单株粒重呈正相关,并在拔节期与灌浆期达到显著水平,和一次枝梗数、二次枝梗数、一次枝梗饱粒数、二次枝梗饱粒数的相关性与之类似。与结实率和二次枝梗粒重 在齐穗期和灌浆中后期达到显著水平。

可见,后期 α -NA氧化力对产量的影响较大。

2 2 3 根系伤流速度与产量及其构成因素的关系 根系伤流速度与穗部各性状相关性结果(表 7)表明,二者各生育期均呈正相关,并在孕穗期至灌浆期达到显著水平,说明中后期根系的吸肥吸水能力对产量起到至关重要的作用。

表 6 单株根系氧化力与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0.611	-0.815	0.074	-0.963*	0.807	0.744	0.711	0.784	0.738	0.727	0.724
拔节期	0.994**	-0.946	0.794	-0.572	0.928	0.972*	0.973*	0.956*	0.985	0.994**	0.933
孕穗期	0.937	-0.859	0.837	-0.461	0.824	0.891	0.886	0.867	0.920	0.958*	0.815
抽穗期	0.921	-0.990**	0.525	-0.826	0.980*	0.974*	0.961*	0.983*	0.974*	0.967*	0.950*
灌浆 10 d	0.993**	-0.907	0.856	-0.471	0.892	0.949*	0.957*	0.924	0.961*	0.969*	0.914
灌浆 20 d	0.977*	-0.957*	0.695	-0.625	0.961*	0.979*	0.989*	0.970*	0.971*	0.944	0.987*
灌浆 30 d	0.971*	-0.996**	0.633	-0.743	0.988*	0.997**	0.993**	0.997**	0.998**	0.988*	0.979*
灌浆 40 d	0.946	-0.914	0.754	-0.587	0.885	0.931	0.921	0.917	0.953*	0.982*	0.864

表 7 根系伤流速度与产量性状的相关系数

时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0.931	-0.795	0.874	-0.292	0.794	0.859	0.883	0.825	0.861	0.849	0.858
拔节期	0.582	-0.809	-0.015	-0.999**	0.818	0.735	0.706	0.780	0.713	0.677	0.748
孕穗期	0.968*	-0.994**	0.615	-0.742	0.994**	0.998**	0.997**	0.998**	0.991**	0.968*	0.996**
抽穗期	0.993**	-0.916	0.845	-0.497	0.897	0.953	0.958*	0.930	0.968	0.979*	0.912
灌浆 10 d	0.985*	-0.989**	0.680	-0.698	0.981*	0.99**	0.997**	0.994**	1.000**	0.990**	0.980*
灌浆 20 d	0.850	-0.950*	0.432	-0.862	0.935	0.920	0.898	0.935	0.924	0.926	0.882
灌浆 30 d	0.994**	-0.926	0.808	-0.515	0.920	0.964*	0.974*	0.944	0.966*	0.957*	0.951*
灌浆 40 d	0.867	-0.935	0.515	-0.791	0.911	0.915	0.893	0.922	0.928	0.944	0.860

2 2 4 根系伤流液中氨基酸含量与产量及其构成因素的关系 由表 8可知, 伤流液中氨基酸含量与单株粒重呈正相关, 并在孕穗期与抽穗期达到显著水平; 说明氨基酸在孕穗期至灌浆前期对产量的作用较大, 这段时期是颖花和胚发育的关键时期, 此时氨基酸供应充足对籽粒建成意义重大。而其与结实率和一、二次枝梗饱粒数均在这段时期达到显著正相关, 也说明了这个问题。氨基酸含量对一、二次枝

梗粒重的影响也较大。

2 2 5 根系伤流液中无机磷含量与产量及其构成因素的关系 从表 9可知, 整个生育期内, 伤流液中无机磷含量与产量及其构成因素均呈正相关, 且在分蘖期和灌浆 10 d达到显著水平。说明无机磷对产量的作用主要体现在分蘖期和灌浆中前期, 这可能与促进分蘖, 加速灌浆进程, 促进早熟的生理特性有关。

表 8 根系伤流液中氨基酸含量与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0.622	-0.525	0.526	-0.164	0.563	0.582	0.622	0.560	0.549	0.479	0.665
拔节期	0.920	-0.849	0.817	-0.470	0.812	0.878	0.870	0.855	0.909	0.951 *	0.665
孕穗期	0.971 *	-0.965 *	0.709	-0.668	0.954 *	0.975 *	0.968 *	0.967 *	0.988 *	0.998 *	0.930
抽穗期	0.950 *	-0.915	0.762	-0.581	0.885	0.933	0.924	0.958 *	0.955 *	0.983 *	0.967 *
灌浆 10 d	0.946	-0.998 **	0.943	-0.807	0.999 **	0.991	0.985 *	0.998 **	0.984 *	0.964 *	0.985 *
灌浆 20 d	0.795	-0.859	0.794	-0.423	0.865	0.907	0.929	0.884	0.902	0.876	0.920

表 9 根系伤流液中无机磷含量与产量性状的相关系数

生育时期	单株粒重	有效穗数	穗长	千粒重	结实率	一次枝梗数	二次枝梗数	一次枝梗饱粒数	二次枝梗饱粒数	一次枝梗粒重	二次枝梗粒重
分蘖期	0.987 *	-0.904	0.826	-0.471	0.994 **	0.948	0.961 *	0.924	0.950 *	0.940	0.940
拔节期	0.841	-0.911	0.404	-0.760	0.937	0.904	0.912	0.916	0.873	0.810	0.959 *
孕穗期	0.936	-0.812	0.854	-0.325	0.813	0.872	0.895	0.841	0.872	0.855	0.875
抽穗期	0.464	-0.358	0.369	-0.098	0.433	0.434	0.478	0.420	0.394	0.311	0.541
灌浆 10 d	0.979 *	-0.952 *	0.710	-0.608	0.955 *	0.977 *	0.987 *	0.966 *	0.970 *	0.944	0.983 *
灌浆 20 d	0.756 *	-0.753	0.911	-0.232	0.723	0.815	0.824	0.775	0.847	0.887	0.745

3 结论与讨论

本试验结果表明, 各种根系性状均与单株产量呈正相关, 尤以总吸收面积、根体积、活性吸收面积、单株根系氧化力、伤流速度和根数与产量相关显著。并且显著时期集中在孕穗期至灌浆中期, 其中总吸收面积在孕穗之后一直对产量起作用, 根体积、伤流速度与活性吸收面积在孕穗至灌浆前期、根数与单株根系氧化力在灌浆期对产量具有显著影响。而根干质量与总根长在水稻生长前期与单株产量的相关性较小。可见, 根系在产量中的作用是生育后期大于前期, 特别是灌浆期的根系活性对产量的直接影响更大, 这与一些研究结果相似^[13-16]。前期根系主要通过调控地上部生长, 间接影响产量, 而后期通过影响地上部衰老和灌浆结实作用于产量。根系对产量的形成具有决定性作用, 通过培育庞大而高活性的根系, 可以实现产量的进一步提高。

同时, 根系主要性状与结实率、一、二次枝梗数、一、二次枝梗饱粒数、一、二次枝梗粒重呈显著正相

关, 与穗长相关性较小。试验中发现, 根系性状与有效穗数呈负相关, 可能是由于本试验选取的品种沈农 265与沈农 606都是典型的少蘖大穗型品种, 而秋光和辽粳 294属于多蘖小穗型品种, 且前两者较后两者根系庞大而活性高。根系性状与千粒重也呈负相关, 但相关系数较小, 未达到显著水平, 可能是沈农 265与沈农 606的千粒重是由其遗传特性决定的, 受根系性状影响较小。根系与产量构成因素的关系很复杂, 其试验结果常常因试验材料和试验条件的改变而变化。但无论如何变化, 地上部分和地下部分协调发展, 根系对产量的促进效应是毋庸置疑的。

参考文献:

[1] 川田信一郎. 水稻的根[M]. 北京: 农业出版社, 1984
[2] 戚昌瀚, 贺浩华. 大穗型水稻的物质生产特性与产量能力的研究[J]. 作物学报, 1986 12(2): 121-127.
[3] 刘军, 余铁桥. 大穗型水稻超高产产量形成特点及物质生产分析[J]. 湖南农业大学学报, 1998 24(1): 1-7

(下转第 22 页)

和王永华等^[13]提出的出苗到冬前主要经济技术指标“叶龄达到六叶至六叶一心”基本一致,而与王志敏等^[6]指出的“河北节水晚播栽培应以越冬苗龄 2.5~4叶为宜”的结果不尽相同。以上研究结果说明,适宜播期的确定受不同生态区域、小麦生长习性以及不同的栽培措施等条件的影响。

本研究仅根据 1 的试验结果对河南省弱春性小麦适宜播期以冬前壮苗叶龄指标进行了分析,受生态区域、品种特性等因素的影响,有些结果与前人不一致,所以还需要结合多年数据、不同习性的小麦品种以及不同的栽培体系进行研究。

参考文献:

- [1] 国家小麦工程技术研究中心. 小麦生态栽培与农业生产——胡廷积文选[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2000 7-29
- [2] 汤新海, 汤景华, 杨淑萍. 小麦越冬期冻害成因分析及防御措施[J]. 河南农业科学, 2008(1): 28-29
- [3] 郜庆炉, 薛香, 梁云娟, 等. 暖冬气候条件下调整小麦播种期的研究[J]. 麦类作物学报, 2002(22): 46-50
- [4] 周焕新, 邵方军, 张士珍, 等. 暖冬年小麦播期试验总结[J]. 上海农业科技, 1998(5): 28-30
- [5] 于振文. 现代小麦生产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007 5-6 22-25 67-69
- [6] 王志敏, 王璞, 李绪厚, 等. 冬小麦节水省肥高产简化

- 栽培理论与技术[J]. 中国农业科技导报, 2006 8(5): 38-44
- [7] 胡焕焕, 刘丽平, 李瑞奇, 等. 播种期和密度对冬小麦品种河农 822产量形成的影响[J]. 麦类作物学报, 2008 28(3): 490-495
- [8] 马溶慧, 朱云集, 郭天财, 等. 国麦 1号播期播量对群体发育及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2004(4): 12-15
- [9] 余泽高, 覃章景, 李力. 小麦不同播期生长发育特性及若干性状的研究[J]. 湖北农业科学, 2003(5): 24-27
- [10] 徐恒永, 赵振东, 刘建军, 等. 群体调控对济南 17号小麦产量性状的影响[J]. 山东农业科学, 2001(1): 7-9
- [11] 崔彦生, 韩江伟, 曹刚, 等. 冬前积温对河北省中南部麦区冬小麦适宜播期的影响[J]. 中国农学通报, 2008 24(7): 195-198
- [12] 王琪珍, 王承军, 卜庆雷. 2006—2007年度莱芜小麦减产的气象条件分析[J]. 现代农业科技, 2007(16): 131-132
- [13] 余振文. 作物栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003 85
- [14] 张秀菊. 小麦冬前看苗管理与壮苗培育[J]. 现代农业科技[J]. 2008(22): 208-210
- [15] 王永华, 郭天财, 朱云集, 等. 河南省不同类型麦区小麦丰产高效栽培技术规程[J]. 河南农业科学, 2006(5): 12-16

(上接第 18页)

- [4] 凌启鸿, 陆卫平, 蔡建中. 水稻不同类型品种根系生长过程的研究[J]. 江苏农学院学报, 1986 7(2): 7-11
- [5] 张明生. 晚造杂交稻生育后期根系状况与产量性状的相关性研究[J]. 广东农业科学, 1988(6): 6-9
- [6] 陈健. 籼粳稻及其杂交育成种根系的比较研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1991 22(增刊): 99-105
- [7] 陆定志. 连晚杂交水稻汕优 6号伤流强度的研究[J]. 浙江农业科学, 1982(2): 194-196
- [8] 蔡昆争, 骆世明, 段舜山. 水稻根系的分布及产量的关系[J]. 华南农业大学学报, 2003 24(3): 1-4
- [9] 蔡昆争, 骆世明, 段舜山. 水稻群体根系特征与地上部生长发育和产量的关系[J]. 华南农业大学学报, 2005 26(2): 1-4
- [10] 陈春焕, 骆世明, 李鸿武, 等. 水稻根系与产量构成关系的研究[J]. 华南农业大学学报, 1993 14(2): 18-23

- [11] 郝建军, 刘延吉. 植物生理学试验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001
- [12] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1990
- [13] 许凤英, 马均, 王贺正, 等. 强化栽培条件下水稻的根系特征及其与产量形成的关系[J]. 杂交水稻, 2003 18(4): 61-65
- [14] 张亚洁, 苏祖芳, 杨连新, 等. 早育中籼稻根系形态性状及其与产量构成因素关系的研究[J]. 扬州大学学报, 2002 23(1): 59-62
- [15] 张传胜, 王余龙, 龙银成, 等. 影响籼稻品种产量水平的主要根系性状[J]. 作物学报, 2005 31(2): 137-143
- [16] 张林青, 马爱京, 王余龙, 等. 珍汕 97/明恢 63重组自交系群体根系性状对产量的影响[J]. 杂交水稻, 2004 19(4): 51-54