

科研报告

寒地水稻秕粒形成基础的研究^{*}

II . 寒地水稻不同品种子粒灌浆过程的比较研究

王连敏, 王立志, 李忠杰, 王春艳
(黑龙江省农科院栽培所, 哈尔滨 150086)

摘要: 对寒地水稻不同品种、不同粒位子粒灌浆过程进行了 Logistic 方程的拟合; 比较了最大灌浆速率、最大灌浆速率期、平均灌浆速率等与子粒灌浆有关参数的品种间、粒位间的差异; 分析了子粒灌浆特性参数间的相互关系。

关键词: 水稻; 子粒灌浆; 粒位; 参数

中图分类号: S511.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2000)06-0001-04

Studies on the Basis of Unfulfilled Grain of Rice Plant in Cold Region

II . Studies on Grain Filling Process of Different Varieties in Cold Region

WANG Lian-min, WANG Li-zhi, LI Zhong-jie, WANG Chun-yan

(Crop Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract In this paper, the grain filling process of different spikelet position of varieties was described with Logistic growth equation. Difference of maximum grain filling rate (V_{max}), maximum grain filling date and mean grain filling rate was compared between spikelet position of varieties. The relationship between grain filling parameters was analyzed.

Key words rice; Grain filling; spikelet position; parameter

在灌浆物质供应水平较低时,不同部位子粒的结实率,千粒质量大小与开花早晚顺序一致。先开花的强势粒具有生理和位置优势,灌浆起步快,灌浆强度大,易成为饱粒,结实率高,粒质量高(王天铎等 1962,朱庆森 1981,朱庆森等 1988)。随着灌浆物质供应水平的提高,迟开颖花的结实率、千粒质量可超过先开颖花的结实率和千粒质量。一、二次枝梗子粒表现有类似的趋势,这说明迟开颖花的生理劣势可以倒转,其转换条件与灌浆物质供应水平有关(王余龙 1993)(柯建国 1998)对不同库源类型水稻品种子粒灌浆的研究表明,不同颖花位子粒灌浆时间顺序与开花次序一致,开花越早,灌浆强度越大;不同品种的弱势花有明显的阶段灌浆现象(赵玉莲

1988);第二阶段灌浆物质积累量大于第一阶段灌浆物质积累量。由于子粒的充实程度与最终产量及大米的品质有关,因此研究寒地粳稻品种子粒的物质积累过程对制定提高产量的栽培措施、选育水稻新品种提供理论依据。

1 材料与方法

供试品种有:绥 92-298 东农 419 牡丹江 19 松粳 3 号、东农 7399 哈 95-134。普通旱育苗方法育苗,每盆栽插 5 株。在抽穗期每个品种选择生长发育相近的穗 200 个挂牌供取样用,于开花期开始取样。每次取挂牌的稻穗 15 个,4 天取样一次。取回的稻穗分顶端三个枝梗、基部三个枝梗和中间三个枝梗。若枝梗数不足 9 个,中间枝梗取样数减少;在分

* 收稿日期: 2000-08-28

基金项目: 黑龙江省自然科学基金资助项目部分内容。

作者简介: 王连敏(1960-),男,副研究员,从事水稻栽培及生理研究。

开的枝梗中,再分一次枝梗粒和二次枝梗粒,去除空粒后,计数不同粒位的粒数。处理好的样本在 110℃杀青 1hr后,降至 80℃烘至衡重

数据的分析: 子粒灌浆曲线采用如下方程:

$$y=K/(1+ae^{-bt})\cdots\cdots\cdots(1)$$

式中 Y为不同时期的粒质量 (mg), K为最高粒质量 (mg), T为齐穗后的天数。 a, b, k为参数, k为最终粒质量。 子粒灌浆速率曲线是对 $y=K/(1+ae^{-bt})$ 求一阶导数:

$$dy/dt=abKe^{-bt}/(1+ae^{-bt})^2\cdots\cdots\cdots(2)$$

在具体分析时,导出下列次级参数:

- ①、最大灌浆速率 V_{max} 及其出现时间 T_{max}
对 Logistic方程求二阶导数,并令之为 0,求得灌浆速率最大时的天数 $T_{max}=-\ln(1/a)/b$,将其代入 $V_{max}=kb/4$
- ②、最大灌浆库容量 (Y_0)及平均灌浆速率 (C_p)
- ③、起始灌浆量 (W_0) 令 $t=0$,代入 (1)式求出 $W_0=k/(1+a)$

2 结果与讨论

供试品种的子粒灌浆呈慢、快、慢的“S”型曲线

表 1 不同品种和不同部位子粒灌浆的 Logistic方程

品种	子粒所在部位	Logsitic方程	r	R
绥 92- 298	上部一次枝梗	$y=25.0703/(1+71.4888e^{-0.3487x})$	- 0.9745 *	0.9218
	上部二次枝梗	$y=23.1445/(1+57.2170e^{-0.2908x})$	- 0.9654 *	0.9379
	中部一次枝梗	$y=24.5916/(1+112.7346e^{-0.3964x})$	- 0.9855 *	0.9426
	中部二次枝梗	$y=20.9306/(1+48.6700e^{-0.2269x})$	- 0.9743 *	0.9322
	下部一次枝梗	$y=24.5473/(1+55.3710e^{-0.2520x})$	- 0.9816 *	0.9458
	下部二次枝梗	$y=19.5877/(1+43.8160e^{-0.2002x})$	- 0.9745 *	0.9653
东农 419	上部一次枝梗	$y=23.8449/(1+46.4068e^{-0.2963x})$	- 0.9844 *	0.9628
	上部二次枝梗	$y=22.6226/(1+48.6889e^{-0.2424x})$	- 0.9703 *	0.9636
	中部一次枝梗	$y=23.5760/(1+58.4766e^{-0.2860x})$	- 0.9930 *	0.9457
	中部二次枝梗	$y=21.0963/(1+48.2689e^{-0.2107x})$	- 0.9738 *	0.9348
	下部一次枝梗	$y=24.1034/(1+47.6656e^{-0.2299x})$	- 0.9839 *	0.9452
	下部二次枝梗	$y=20.3023/(1+45.6582e^{-0.1821x})$	- 0.9841 *	0.9344
牡丹江 19	上部一次枝梗	$y=27.0853/(1+112.1463e^{-0.3783x})$	- 0.9925 *	0.9704
	上部二次枝梗	$y=24.7979/(1+55.7906e^{-0.2499x})$	- 0.9836 *	0.9621
	中部一次枝梗	$y=27.4325/(1+73.1020e^{-0.2923x})$	- 0.9876 *	0.9218
	中部二次枝梗	$y=23.5403/(1+49.5359e^{-0.2301x})$	- 0.9805 *	0.9451
	下部一次枝梗	$y=27.5873/(1+57.3827e^{-0.2388x})$	- 0.9815 *	0.9654
	下部二次枝梗	$y=24.1155/(1+53.3420e^{-0.1848x})$	- 0.9744 *	0.9475
哈 95- 134	上部一次枝梗	$y=24.8484/(1+67.0493e^{-0.3307x})$	- 0.982 *	0.9438
	上部二次枝梗	$y=22.4379/(1+43.6876e^{-0.2558x})$	- 0.908 *	0.9562
	中部一次枝梗	$y=25.2048/(1+49.6016e^{-0.2772x})$	- 0.983 *	0.9248
	中部二次枝梗	$y=22.4887/(1+51.6347e^{-0.2329x})$	- 0.959 *	0.9320
	下部一次枝梗	$y=25.0054/(1+83.5904e^{-0.2955x})$	- 0.9665 *	0.9635
	下部二次枝梗	$y=20.0404/(1+52.6826e^{-0.2149x})$	- 0.978 *	0.9588
东农 7399	上部一次枝梗	$y=32.0429/(1+37.5996e^{-0.2628x})$	- 0.9924 *	0.9566
	上部二次枝梗	$y=31.4504/(1+46.1768e^{-0.2412x})$	- 0.9879 *	0.9486
	中部一次枝梗	$y=32.4416/(1+84.1143e^{-0.3477x})$	- 0.9944 *	0.9438
	中部二次枝梗	$y=28.1537/(1+83.9378e^{-0.2978x})$	- 0.9816 *	0.9687
	下部一次枝梗	$y=31.5259/(1+51.2814e^{-0.2548x})$	- 0.9896 *	0.9556
	下部二次枝梗	$y=24.8007/(1+56.7317e^{-0.2311x})$	- 0.9726 *	0.9469
松粳 3号	上部一次枝梗	$y=24.9073/(1+41.8076e^{-0.2622x})$	- 0.9765 *	0.9218
	上部二次枝梗	$y=22.4781/(1+48.4970e^{-0.2318x})$	- 0.9712 *	0.9429
	中部一次枝梗	$y=24.5256/(1+81.1783e^{-0.3239x})$	- 0.9839 *	0.9441
	中部二次枝梗	$y=18.6844/(1+41.2393e^{-0.1995x})$	- 0.9753 *	0.9369
	下部一次枝梗	$y=23.5183/(1+47.1498e^{-0.2238x})$	- 0.9637 *	0.9548
	下部二次枝梗	$y=17.0795/(1+35.1426e^{-0.1668x})$	- 0.9772 *	0.9403

变化趋势,适合选用 Logistic生长曲线来拟合。子粒灌浆的 Logistic方程参数经 F测验,所有方程均达极显著水平,全部方程的 r值也都达到了极显著水平,说明该方程能真实地反映水稻子粒灌浆的规律,用该方程表达子粒灌浆过程是可靠的(见表 1)。

2.1 不同品种及不同部位子粒的灌浆特性

就品种子粒灌浆特性分析可以看出,绥 92-298和东农 7399中部一次枝梗粒达到最大灌浆速率的时间比其它部位子粒达到最大灌浆速率的时间早。这两个材料的中部一次枝梗粒的最大灌浆速率也比其它部位子粒的最大灌浆速率高。其它品种不同部位子粒达到最大灌浆速率的天数分别为上部一

次枝梗子粒早于中部一次枝梗粒早于下部一次枝梗粒;上部二次枝梗粒 <中部二次枝梗粒 <下部二次枝梗粒。上部二次枝梗子粒达到最大灌浆速率的天数与下部一次枝梗粒相比,除东农 7399外,其余品种均以上部二次枝梗子粒早于下部二次枝梗粒。最大灌浆速率与达到最大灌浆速率的天数在不同部位子粒间表现相同的变化趋势。除绥 92-298外,其余品种的上部二次枝梗粒的最大灌浆速率低于下部一次枝梗粒。也就是说,一次枝梗粒的最大灌浆速率高于二次枝梗粒,品种间差异较大。大粒品种的最大灌浆速率无论是什么部位的子粒,其最大灌浆速率和平均灌浆速率均高(东农 7399和牡丹江 19)。

表 2 不同品种不同粒位子粒灌浆特性的比较

项目	粒位	绥 92- 298	东农 419	牡丹江 19	哈 95- 134	东农 7399	松粳 3号
T- Vmax	上一枝粒	12. 24	12. 95	12. 48	12. 72	13. 80	14. 24
	中一枝粒	11. 92	14. 23	14. 68	14. 08	12. 75	13. 57
	下一枝粒	15. 93	16. 81	16. 96	14. 98	15. 45	17. 21
	上二枝粒	13. 92	16. 03	16. 95	14. 77	15. 89	16. 74
	中二枝粒	17. 12	18. 40	16. 96	16. 94	14. 88	18. 65
	下二枝粒	18. 88	20. 99	21. 52	18. 45	17. 47	21. 34
Vmax	上一枝粒	2. 186	1. 766	2. 562	2. 544	2. 105	1. 633
	中一枝粒	2. 437	1. 686	2. 005	1. 747	2. 820	1. 986
	下一枝粒	1. 547	1. 385	1. 647	1. 847	2. 008	1. 316
	上二枝粒	1. 683	1. 371	1. 549	1. 435	1. 897	1. 303
	中二枝粒	1. 187	1. 111	1. 354	1. 309	2. 096	0. 932
	下二枝粒	0. 980	0. 924	1. 114	1. 077	1. 433	0. 712
W0	上一枝粒	0. 346	0. 503	0. 235	0. 365	0. 830	0. 582
	中一枝粒	0. 216	0. 396	0. 370	0. 498	0. 381	0. 298
	下一枝粒	0. 436	0. 495	0. 473	0. 296	0. 430	0. 488
	上二枝粒	0. 398	0. 455	0. 437	0. 502	0. 667	0. 454
	中二枝粒	0. 421	0. 428	0. 641	0. 427	0. 332	0. 443
	下二枝粒	0. 477	0. 435	0. 658	0. 373	0. 427	0. 433
C	上一枝粒	0. 773	0. 648	0. 755	0. 680	0. 867	0. 676
	中一枝粒	0. 762	0. 644	0. 752	0. 686	0. 891	0. 673
	下一枝粒	0. 754	0. 656	0. 753	0. 686	0. 859	0. 640
	上二枝粒	0. 711	0. 616	0. 677	0. 609	0. 885	0. 612
	中二枝粒	0. 641	0. 575	0. 641	0. 613	0. 773	0. 507
	下二枝粒	0. 599	0. 552	0. 658	0. 546	0. 677	0. 480
Y0	上一枝粒	25. 08	23. 84	27. 09	24. 85	32. 04	24. 91
	中一枝粒	24. 59	23. 58	27. 43	25. 20	32. 45	24. 53
	下一枝粒	24. 55	24. 10	27. 59	25. 01	31. 53	23. 52
	上二枝粒	23. 14	22. 62	24. 80	22. 44	31. 45	22. 48
	中二枝粒	20. 93	21. 10	23. 54	22. 49	28. 15	18. 68
	下二枝粒	19. 59	20. 30	24. 12	20. 04	24. 80	17. 08

注: T- Vmax 到达最大灌浆速率的天数; Vmax 最大灌浆速率 (mg/粒); W0初始灌浆量 (mg/粒); C平均灌浆速率 (mg/粒); Y0最大灌浆量 (mg/粒)。

上部一次枝梗子粒与下部二次枝梗子粒达到最大灌浆速率的时间相差很大,相差最高者可达 9d以

上(牡丹江 19),而最少者尚不足 4d(东农 7399),一次枝梗子粒最大灌浆到来的时间早晚与品种的熟期

特性有关。早熟品种到来的时间早,而晚熟品种到来的时间晚,品种间相差 1~2d,大都在抽穗后 12~14d 达到高峰。然而,二次枝梗子粒的最大灌浆速率到来的时间早晚与品种的熟期特性无关,而且品种间差异较大。最早达到最大灌浆速率的品种是在抽穗后 17d(东农 7399),而最晚的要拖到抽穗后 22d 才达到最大灌浆速率(松粳 3号)。二次枝梗子粒的灌浆可能与子粒的着粒密度有关。

上部枝梗子粒灌浆启动早,灌浆速率大。上部一次枝梗子粒的最终粒质量与潜在库容相近,而二次枝梗子粒,尤其下部二次枝梗子粒的最终粒质量与该品种本身潜在库容相差甚远。子粒的充实度较差。就松粳 3号品种而言,下部三个枝梗上的二次枝梗粒在开花后 16d 仅输入总干物质质量的 15%,而此时上部一次枝梗粒已输入总干物质质量的 60% 以上。

二次枝梗粒的灌浆速率表现为“M”型曲线,即子粒的灌浆分为两个阶段,后一个阶段在决定子粒充实程度中起决定作用。如果后期遇到不良环境条件,子粒的灌浆即终止而形成秕粒或未充实的子粒。因此,第二阶段的灌浆对二次枝梗子粒来说尤为重要。然而,第二阶段到来的时间比较晚,有些品种的子粒由于早衰而终止灌浆,形成秕粒。

就品种的灌浆特性分析认为:绥 92-298 和东农 7399 中部一次枝梗粒到达最大灌浆速率的时间比其它部位子粒到达最大灌浆速率的时间早。这两个材料的中部一次枝梗的最大灌浆速率也比其它部位子粒的最大灌浆速率高。其它品种不同部位子粒到达最大灌浆速率的时间次序依次是上部一次枝梗粒、中部一次枝梗粒、上部二次枝梗粒、下部一次枝梗粒、中部二次枝梗粒和下部二次枝梗粒。最大灌浆速率与达到最大灌浆速率的天数的变化有相似的趋势。除绥 92-298 外,其它品种(系)的上部二次枝梗粒的最大灌浆速率低于下部一次枝梗粒的灌浆速率。也就是说,一次枝梗粒的最大灌浆速率大于二次枝梗粒的灌浆速率,品种间差异较大。大粒品种的最大灌浆速率无论是什么部位的子粒,其最大灌浆速率均高(东农 7399 和牡丹江 19),尤其是二次枝梗粒灌浆速率较高的品种其结实率也高。

在供试的品种中,最大潜在库容的子粒在中部一次枝梗粒上的品种有牡丹江 19 哈 95-134 东农 7399 和东农 419。此类品种的不同部位子粒间潜在库容的差异相对较低,而绥 92-298 和松粳 3号的潜在库容粒在顶端的三个一次枝梗上。绥 92-298 是中早熟大穗型品系,粒位间的粒质量差异较

大,加之叶片衰老相对较早,因此先开花的优势粒优先发育成熟而饱满,晚开花的弱势粒则因灌浆速率低,即后期叶片供应能力下降而使粒质量降低。松粳 3号是个大穗、着粒密度高的品种,粒位间的子粒的充实度具有明显的差异,尤其是一次枝梗粒与二次枝梗粒间的粒质量差异更为突出。尽管该品种的叶片上举,叶片衰老相对较慢,但是子粒间的空间分布造成部分子粒发育不良而充实度较低。

粒质量与平均灌浆速率具有一定的相关关系,大粒品种的平均灌浆速率比小粒品种的平均灌浆速率高。这种现象表明大粒品种子粒发育对同化物质的需求量多有关,也进一步说明库的需求对同化物质的生产和运输起到了调节作用。

2.2 子粒灌浆特性间的关系

由相关分析得知,下部一次枝梗和中、下部二次枝梗上的子粒到达最大灌浆速率的天数与子粒的最大灌浆速率呈显著或极显著负相关关系,其它部位子粒的这种关系虽未达到显著水平,但均表现为负相关。平均灌浆速率和最大灌浆量也与到达最大灌浆速率的天数呈负相关关系。这说明到达最大灌浆速率的时间越晚,最大灌浆速率和平均灌浆速率就越低,最大灌浆量就越小。因为随抽穗后天数的推移,温度逐渐下降,功能叶片的功能正在下降,叶片生产同化物质的能力降低,从而导致子粒物质积累能力的下降。在这种关系当中,中部二次枝梗粒表现得更加突出,达到了显著或极显著的水平。子粒的最大灌浆速率与平均灌浆速率和最大灌浆量呈显著或极显著相关关系。除上部一次枝梗粒外,其余部位的子粒这种关系都达到了显著与极显著的正相关关系。这说明最大灌浆速率高,子粒的平均灌浆速率也高,子粒的最终粒质量也大。初始灌浆量与到达最大灌浆速率的天数、平均灌浆速率和最大灌浆量的关系因粒位的不同而有较大的差异。与 $T-V_{max}$ 的关系是:与先开花的子粒表现为正相关关系,而与晚开花的子粒则表现为负相关关系,相关程度大都未达到显著水平;与平均灌浆速率(C)的关系是:与上部一、二次枝梗粒为较高的正相关关系,与中下部一次枝梗粒及中部二次枝梗粒为负相关关系;与最大灌浆量的关系是:除与下部一次和中部二次枝梗粒有微弱的负相关外,与其上部子粒为正相关关系,且与上部二次枝梗粒达到显著水平。平均灌浆速率与最大灌浆量呈显著或极显著的正相关关系。

3 结论

寒地粳稻子粒灌浆过程符合 Logistic 生长曲

有机肥发酵剂应用效果的研究*

I. 有机肥发酵剂菌种的筛选

张洪权¹, 石凤善¹, 张春峰¹, 贾会彬¹, 刘峰¹, 赵永勋²

(1. 黑龙江省农科院合江农科所 佳木斯 154007; 2. 佳木斯大学师范学院)

摘要: 从黑龙江省佳木斯市四丰山林土样品、合江农科所内腐熟有机肥样品及日本产的 EM (Effective Microorganisms) 中分离筛选出 12 个菌株, 进行了碳源滤纸崩溃试验, 鉴定出 4 个高效菌株, 并进行了形态特征观察。在不同培养基条件下进行了纤维素酶、蛋白酶、淀粉酶的酶活力测定, 将上述 4 个高效菌株配制成 6 个组合, 并分别测定了每个组合 3 种酶活力, 其中 I (F-1 F-4) 和 II (F-1 F-3) 两个组合 3 种酶的综合性能较好, I 和 II 两个组合中 F-1 F-3 F-4 三种菌株混合一起, 作为有机肥发酵剂的菌种, 研制出了有机肥发酵剂的工艺流程。

关键词: 高效菌株; 有机肥发酵剂

中图分类号: S141 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2000)06-0005-03

Studies on the effect of the yeast for organic fertilizer

Part I Selection of the yeast strains for organic fertilizer

ZHANG Hong-quan¹, SHI Feng-shan¹, ZHANG Chun-feng¹, JIA Hui-bin¹,

LIU Feng¹, ZHAO Yong-xun²

(1. Hejiang agricultural institute, Heilongjiang academy of agricultural sciences 154007; 2. Normal college, Jiamusi University, China)

Abstract Twelve strains were isolated from samples of forest soil from Sifeng Mountain in Jiamusi city, samples of rotten organic fertilizer in Hejiang agricultural institute, and EM made in Japan. The experiment of the filter collapse was conducted, and 4 strains were determined. The morphological character of the strains was observed. The enzyme activity of cellulolytic enzyme, amylase and proteinase were analyzed under different media. The 4 strains were arranged into 6 groups, and the ac-

* 收稿日期: 2000-08-03

基金项目: 省科委资助项目。

作者简介: 张洪权 (1966-), 男, 助研, 从事土壤肥料和作物栽培研究。

线。寒地水稻不同部位子粒的最大灌浆速率、平均灌浆速率、最大灌浆速率期均有明显差异。先开花的优势粒最大灌浆速率为单峰曲线; 而晚开花的弱势粒的最大灌浆速率为双峰曲线。

优势粒的最大灌浆速率期早, 而弱势粒的最大灌浆速率期晚; 优势粒的灌浆期短, 最终粒质量高; 弱势粒的灌浆期长, 最终粒质量低。

最大灌浆速率期与最大灌浆速率及平均灌浆速率呈显著负相关关系。

参考文献:

- [1] 王天铎. 水稻子粒灌浆过程中粒重分布动态研究. 子粒灌浆能力的不可逆变化 [J]. 植物生理学报, 1964, 1(1): 9-14.
- [2] 朱庆森, 曹显祖, 骆亦其, 等. 水稻子粒灌浆的生长分析 [J]. 作物学报, 1988, 14(3): 182-193.
- [3] 顾自奋, 朱庆森, 曹显祖, 等. 水稻结实的研究成果—稻穗上强势粒的干重积累过程与空秕粒的分布 [J]. 中国农业科学, 1981, (6): 38-43.
- [4] 王余龙, 徐家宽, 卞悦, 等. 水稻子粒受容活性及其控制 [J]. 江苏农学院学报, 1993, 14(2): 19-24.
- [5] 柯建国, 江海东, 陆建飞, 等. 水稻不同源库类型品种灌浆特点及库源协调关系的研究 [J]. 南京农业大学学报, 1998, 21(3): 15-20.