

应用植物激素和施用氮肥 提高水稻产量的试验*

植物生理遗传学教研室**

摘 要

本試驗对于进一步提高水稻单位面积产量,具有重要的实际意义。試驗于1973年进行。采用品种:早选用“珍珠矮”,晚选用“广华”。

1. 在水稻幼穗第一苞原基分化期(广华)和第一枝梗原基分化期(珍珠矮)施用氮素肥料,能增加有效穗数、第二枝梗数和谷粒数,但千粒重稍有下降。

2. 晚造“广华”在幼穗第一苞原基分化期喷施赤霉素(5ppm.),并不增加有效穗,但可显著增加第二枝梗;喷施NAA(250ppm.),虽可增加有效穗,但第二枝梗和谷粒数下降,因此,这两种激素单独使用时增产并不显著,只有配合使用氮肥,才有显著的增产效应。早造“珍珠矮”在始穗期喷施赤霉素(10ppm.)或赤霉素加矮壮素(0.5%)增产效应明显。

3. 增产灵30ppm.在幼穗分化期和始穗期施用有增产作用,而以20ppm.在幼穗分化始期使用,增产效果更为显著。

水稻幼穗第二枝梗退化与颖花退化密切相关^[1],且往往是降低单位面积产量的重要原因。在目前农田基本建设及肥、水管理技术措施有较大改进的情况下,进一步研究增加每亩稻田的有效穗数、防止颖花和第二枝梗退化的农业技术措施,对于进一步提高产量是重要的。我们于1973年早、晚造在本校农场开展应用几种植物激素和氮素营养对水稻产量影响的试验,探求提高水稻产量的有效途径,现把试验方法和试验的初步结果报告如下。

试 验 方 法

试验采用两个品种:珍珠矮(早造)和广华(晚造)。每小区插植360穴,每穴插8株,株行距5×6(寸),重复两次。插植日期:早造3月17日,晚造7月23日。基

• 1974.3.20接稿

• • 农民教师刘镇茂参加了本项工作,执笔王永锐。

肥,早造每亩施用塘泥200担,氨水50斤,晚造禾秆回田。插植一周后施足分蘖肥,每亩用尿素10斤。

早造“珍珠矮”的氮素营养试验分别于各个发育期进行:

- I.幼穗第一枝梗原基分化期(以主茎80%达到这个发育期为标准,下同);
- II.雌雄蕊形成期;
- III.花粉母细胞形成期;
- IV.始穗期。

每小区施用硫酸铵150克(折合每亩施硫酸铵15市斤)。

早造的植物激素试验于始穗期分别喷施:

- (1)赤霉素(GA, 10ppm.);
- (2)GA(10ppm.) + 0.5%矮壮素(C.C.C.);
- (3)GA(10ppm.) + 增产灵(30ppm.);
- (4)增产灵(30ppm.);
- (5)对照(清水)。

晚造“广华”的氮素营养试验:

- 1.幼穗第一苞原基分化期施氯化铵150克(N);
- 2.第一苞原基分化期氯化铵150克 + 始穗期施尿素150克(N + N);
- 3.对照。

晚造的植物激素试验分别作如下几个处理:

1.增产灵:在幼穗第一苞原基分化期喷施增产灵20ppm.(简称增20),喷增产灵20ppm,同时施入氯化铵150克(增20 + N);喷增产灵20ppm + 氯化铵150克 + 始穗期施尿素150克(增20 + N + N);对照;喷增产灵30ppm,的设计同上(即增30;增30 + N;增30 + N + N)。

2.赤霉素:在幼穗第一苞原基分化期喷施赤霉素5ppm.(GA);GA + 氯化铵150克(GA + N);GA + 氯化铵150克 + 始穗期尿素150克(GA + N + N);对照。

3.萘乙酸:在幼穗第一苞原基分化期分别喷萘乙酸250ppm.和500ppm.(NAA 250、NAA500);喷NAA + 氯化铵150克(NAA250 + N; NAA500 + N);喷NAA + 氯化铵150克 + 始穗期尿素150克(NAA250 + N + N, NAA500 + N + N);对照。

以上植物激素的使用量均一致采用每亩喷药量150市斤。

收割时调查植株的生物学性状和经济性状,在小区中央处割取40穴供调查植株茎秆鲜重、有效穗数、谷粒千重、千粒重,并取10穗(主穗)调查青叶数、株高、剑叶长、穗长、第一枝梗数、第二枝梗数和粒数等。

小区试验过程的田间管理,如中耕除草、防治病虫害等均与大田管理措施一致。

试验结果

一、增产灵

从(表1)看到,晚稻“广华”幼穗第一苞原基分化期喷施增产灵20ppm,能显著增加有效穗数,平均每穴增加1.8穗,40穴共495穗,对照仅424穗,增加16.5%(图1)。但在这个时期喷施增产灵30ppm,增加有效穗数并不明显。在喷施增产灵20ppm的同时施用氮肥的植株,比不施肥的组合增加有效穗19.8%;又在始穗期追施氮肥,增加有效穗更为显著,比对照每穴增加2.3穗,增加百分率为21.6%。在这个时期使用20ppm增产灵,除增加有效穗数外,还能比对照植株增加幼穗第二枝梗36.5%(图1),且每穗结实粒数也比对照多。但结实率和千粒重稍有下降,只有在喷增产灵之后再在始穗期施氮肥的植株结实率才比对照植株为高。由此可见,在始穗期配合施用氮肥有利增加结实率和千粒重。施用20ppm或30ppm的增产灵对株高、穗长和青叶数的影响较少。

由于处理植株比对照植株具有较好的产量构成因素,致使谷粒产量比对照组合普遍提高。从表1的数据可以看出,20ppm的增产灵增产效果良好,40穴稻谷干重为1.59市斤,比对照组增加8.1%,而在第一苞原基分化期或始穗期配合施氮肥,均有进一步提高产量的作用。

早造“珍珠矮”在始穗期喷施30ppm增产灵的植株比对照植株显著增加有效穗、千粒重和谷粒产量(表2),40穴植株收割干谷1.40市斤,比对照组增加11.1%。

表1 增产灵和氮素营养对水稻“广华”生物学性状和经济性状的影响

调查项目 \ 处理组合	增20	增20+N	增20 N+N	增30	增30+N	增30 N+N	对照
40穴植株鲜重(市斤)	11.7	11.6	12.6	11.7	11.8	12.2	11.5
40穴有效穗数	495	505	517	448	428	473	424
平均穗数/穴	12.4	12.7	12.9	11.2	10.7	11.8	10.6
株高(厘米)	81.3	82.3	81.9	81.3	83.5	81.7	82.4
青叶数/株	1.5	1.5	2.3	1.6	1.8	2.4	1.5
剑叶长(厘米)	30.7	30.4	29.7	33.2	30.3	29.8	30.4
穗长(厘米)	21.6	21.8	21.6	22.2	21.9	21.8	21.2
每穗第一枝梗数	9.6	10.5	10.6	10.4	10.4	10.3	9.7
每穗第二枝梗数	19.8	17.3	17.5	19.2	18.8	19.1	14.5
每穗结实粒数	98.9	93.3	101.6	106.6	101.1	105.7	94.6
结实率(%)	89.2	88.4	92.3	89.7	88.1	91.1	90.6
千粒重(克)	23.7	23.2	23.7	23.1	23.1	23.2	23.5
40穴稻谷干重(市斤)	1.59	1.56	1.71	1.51	1.52	1.59	1.47

表2 几种植物激素单独用或混合用(始穗期)对早造“珍珠矮”的性状影响

处理组合	GA + C.C.C.	GA + 增产灵	增产灵	GA	对照
40穴有效穗数	415	390	383	384	377
每穗结实粒数	83.2	68.5	75.0	74.2	61.0
结实率(%)	90.5	77.3	87.3	81.5	71.9
千粒重(克)	24.0	24.3	24.5	23.7	23.4
40穴稻谷干重(市斤)	1.45	1.35	1.40	1.30	1.25

二、赤霉素(或称“920”、或“701”)

晚造“广华”在幼穗第一苞原基分化期喷施赤霉素(5ppm.)，似有减少有效穗数的作用(表3、图1)，在喷施赤霉素的同时施用氮肥，并在始穗期施氮肥，才能增加有效穗数3.5%。但赤霉素可以显著增加植株幼穗第二枝梗数，每穗比对照组增加18.2%。在结实粒数和结实率方面也比对照植株增加。因此，喷施5ppm. 赤霉素的植株稻谷产量比对照组稍高，40穴稻株干谷

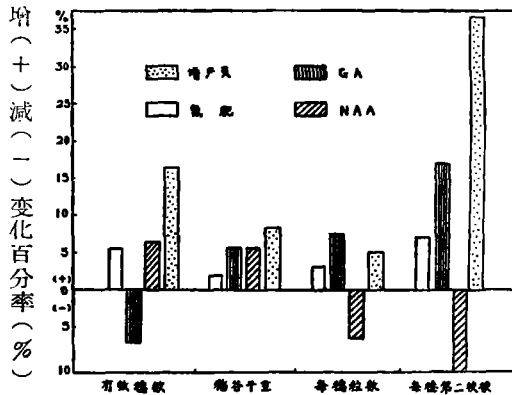


图1 晚造“广华”幼穗第一苞原基分化期喷施植物激素和施氮肥后植株几个重要性状变化

重为1.40市斤，比对照组增加5.3%，而以始穗期再施一次氮肥的植株组合比对照组合的谷和秆都明显增重，40穴稻株干谷重为1.55市斤，比对照组增加16.5%。

早造“珍珠矮”在始穗期分别使用赤霉素(10ppm.)、赤霉素+矮壮素(0.5%)和赤霉素+增产灵(30ppm.)对增加谷粒产量都有明显作用(表2)。从产量构成因素来分析，单施赤霉素或增产灵的组合，有效穗数基本上没有增加，赤霉素+增产灵的组合的增穗效果亦不大(3.4%)，而以赤霉素+矮壮素对增加有效穗有明显作用(10.1%)，因此，在始穗期使用植物激素，除赤霉素+矮壮素这个组合以外，其余组合的增穗效果往往不如增粒与粒重的效果显著。赤霉素+矮壮素的组合，由于增穗效果明显，40穴植株的干谷重为1.45市斤，比对照组增加

16.0%。这说明选择有增效作用的两种（或两种以上）植物激素来提高产量是有实际意义的。

赤霉素对植株叶片起一种“保绿作用”，使用过赤霉素的植株直至收割时的绿色叶片比对照植株增加一片左右，但对剑叶长度和穗长影响不明显，植株高度比对照稍高，但也不至发生倒伏。

表3 赤霉素(GA)和氮素营养对晚稻“广华”的性状影响

处理组合 调查项目	GA	GA+N	GA+N+N	对照
40穴植株鲜重(市斤)	11.3	11.6	12.2	11.5
40穴有效穗数	420	456	468	452
平均穗数/穴	10.5	11.4	11.7	11.3
株高(厘米)	85.2	85.3	85.0	81.3
青叶数/株	2.2	1.9	2.6	1.5
剑叶长(厘米)	30.2	30.7	28.8	30.2
穗长(厘米)	21.7	21.8	22.0	21.3
每穗第一枝梗数	10.4	11.6	10.9	10.3
每穗第二枝梗数	18.3	16.9	19.9	15.5
每穗结实数粒	103.9	107.9	111.3	92.4
结实率(%)	90.3	91.3	91.4	88.8
千粒重(克)	22.9	22.1	23.2	23.1
40穴稻谷干重(市斤)	1.40	1.40	1.55	1.33

三、萘乙酸(NAA)

表4表明，晚稻“广华”在幼穗第一苞原基分化期喷施250ppm的NAA有利于增加有效穗数，但500ppm的NAA则否。同时配合施用氮肥比不施氮肥的效果较佳。经250ppm处理的植株株高和每株青叶数比对照植株稍多，而对穗长和剑叶长无明显作用。有一个显著特点，就是NAA处理的植株第二枝梗数和谷粒数减少，每穗减少1-2个枝梗(图1)。在喷施NAA的同时施氮肥，才会增加第二枝梗数和谷粒数。在谷粒产量方面，仍以250ppm处理的组合比500ppm处理组合为较高。

表4 萘乙酸(NAA)和氮素营养对晚稻“广华”的性状影响

調查性状	处理組合						对 照
	NAA 250	NAA 250+N	NAA 250+ N+N	NAA 500	NAA 500+N	NAA 500+ N+N	
40穴植株鮮重(市斤)	11.1	11.8	11.7	11.1	11.5	12.0	11.4
40穴有效穗数	483	492	507	438	453	477	452
平均穗数/穴	12.0	12.3	12.7	11.0	11.3	11.9	11.3
株高(厘米)	89.5	84.3	82.4	80.4	82.3	82.0	81.3
青叶数/株	1.7	1.9	2.4	1.7	1.5	2.2	1.5
剑叶長(厘米)	28.3	31.6	29.5	28.1	29.3	30.0	30.2
穗長(厘米)	20.8	21.8	21.2	20.8	21.5	20.9	21.3
每穗第一枝梗数	9.3	9.7	9.5	8.7	9.7	8.9	10.3
每穗第二枝梗数	13.8	18.8	16.4	14.0	15.7	13.0	15.5
每穗結实粒数	86.4	101.3	96.8	86.6	96.1	82.5	92.4
結实率(%)	90.9	89.9	91.8	90.1	91.6	94.4	88.8
千粒重(克)	23.7	23.3	22.9	23.7	23.4	23.9	23.1
40穴稻谷干重(市斤)	1.4	1.47	1.52	1.29	1.43	1.39	1.33

四、氮素营养

晚稻“广华”幼穗第一苞原基分化期和早稻“珍珠矮”第一枝梗原基分化期施用氮肥，都能显著增加有效穗数(表5)，如晚造“广华”增加有效穗数率为5.5%(图1)，每穗结实粒数和结实率都比对照植株增加，每穗第二枝梗数也比对照植株增加6.9%，但穗长、剑叶长和株高与对照植株相似，千粒重则比对照植株稍低，若在始穗期增施氮肥，则千粒重比对照组为高。由此可见，幼穗第一苞原基分化期和第一枝梗分化期追施氮肥都能增强构成产量的两个因素，即增加穗数和粒数，因此，其产量比对照组增加。从试验结果又可以看出，晚造“广华”除了在第一苞原基分化之前施肥外，若能在始穗期施氮肥，植株的有效穗、每穗结实粒和千粒重比对照组为高，40穴稻株干谷重也比较高。

早造“珍珠矮”幼穗发育不同时期施肥的试验结果(表6)证明，在第一枝梗原基分化期施肥比在雌雄蕊形成期、花粉母细胞形成期和始穗期追施氮肥的植株增加有效穗数、每穗谷粒数和谷粒产量，40穴的干谷重为1.60市斤，而其他发育期施肥的組合40穴稻谷产量为1.55市斤以下，对照组仅为1.40市斤。由此看出，早造“珍珠矮”在第I、II期施肥的，在构成产量三要素中，主要是增进了穗数与粒数，而在第III、IV期施肥的，主要是增进了粒数和粒重。总之，在只施一次肥的情况下，早施(第一枝梗原基分化期)的效果较佳，虽然粒重略下降，但由于增穗与增粒作用较大，产量也就明显地有所提高。

表5 氮素营养对晚稻“广华”的性状影响

调查性状 \ 处理组合	N	N+N	对照
40穴植株鲜重(市斤)	11.8	12.3	11.5
40穴有效穗数	443	479	420
平均穗数/穴	11.1	12.0	10.6
株高(厘米)	80.6	80.2	82.4
青叶数/株	1.9	2.5	1.5
剑叶长(厘米)	30.2	31.4	30.4
穗长(厘米)	21.3	21.8	21.2
每穗第一枝梗数	10.3	10.2	9.7
每穗第二枝梗数	15.5	16.9	14.5
每穗结实粒数	97.6	105.5	94.6
结实率(%)	92.2	91.4	90.6
千粒重(克)	23.1	23.5	23.5
40穴稻谷千重(市斤)	1.50	1.55	1.47

表6 早稻“珍珠矮”不同发育期施用氮素营养的增产效果

调查性状 \ 施肥时期	I	II	III	IV	对照
40穴有效穗数	494	482	418	379	367
平均穗数/穴	12.3	12.1	10.4	9.5	9.2
每穗结实粒数	118.9	104.6	105.4	109.8	103.5
结实率(%)	95.8	94.7	93.6	94.8	92.4
千粒重(克)	25.1	25.1	25.8	25.5	25.4
40穴稻谷千重(市斤)	1.60	1.55	1.55	1.40	1.40

注 I. 第一枝梗原基分化期

II. 雌雄蕊形成期

III. 花粉母细胞形成期

IV. 始穗期

讨 论

探求增粒、保穗的技术措施，对于进一步增加水稻谷粒产量是重要的。一般认为高产田块的特点是有效穗数多，每亩在25万穗至30万穗以上，颖花和枝梗退化少，每穗谷粒数量多，谷粒饱满，千粒重高。要做到这点，就必须在增粒、保穗、增加千粒重方面下工夫。前人研究表明，分化颖花数与分化第二枝梗数有密切关

系,增加第二枝梗可能增加颖花数,为达到此目的,就必须在第一枝梗分化前施肥⁽¹⁾,分化前施氮肥显著地增加有效穗数和每穗粒数^(8,5),我们的试验也证明早造“珍珠矮”在第一枝梗原基分化期和晚造“广华”在第一苞原基分化期追施氮肥,可显著增加有效穗数和第二枝梗数,晚造“广华”增加有效穗达5.5%,每穗增加第二枝梗6.9%,每穗粒数也略有增加,虽千粒重比对照低,但谷粒产量仍比对照为高,若在始穗期施壮尾肥,由于提高了粒重,产量比对照增加更明显。由此可见,在第二枝梗分化之前增施氮肥对于提高产量是非常重要的,在这个时期缺肥,对增粒、保穗是极其不利的,可以认为水稻这个发育期是我们促进其增粒、保穗、提高产量的关键时期,应在这个时期之前加强肥、水管理措施。

而在第一苞分化期和第一枝梗原基分化期喷施赤霉素(5ppm),植株有效穗数比对照反有减少的趋势,这与前人的试验结果^(4,8)相一致,只有同时施入氮素营养才有保穗作用。但喷施赤霉素可明显地增加第二枝梗数,每穗增加第二枝梗2—3个,每穗粒数和结实率也比对照高,因此,尽管千粒重下降,但产量仍有增加。如果能在第一枝梗分化前喷用赤霉素,同时配合追施速效氮肥和壮尾肥,则可显著提高产量。幼穗分化初期施用赤霉素有促进增粒而不能保穗、甚至有减穗的效果,已用放射性C¹⁴示踪试验证明,由于喷施赤霉素的植株叶片中的光合产物较多地运往主茎和主穗,而较少运往分蘖穗所造成的⁽²⁾。

早造“珍珠矮”在始穗期施用赤霉素(10ppm)或赤霉素加矮壮素,或加增产灵,可显著增加产量,尤其是赤霉素加矮壮素的组合增产效果更好,这说明这两种植物生长调节物质同时使用有增效作用,但也不是任意配合都有增效作用,如有人试验证明矮壮素与2,4-D结合使用会使大麦产量降低⁽⁹⁾。

在第一苞原基分化期喷施250ppm的NAA,明显地增加有效穗数,虽然第二枝梗数和粒数减少,但产量仍有所增加,这个结果与Misra和Sahu^(6,7)的结论相反。若配合施用氮肥,增产效果会更显著。而500ppm的NAA不表现增产效果,在这个浓度下尽管配合施用氮肥,也不能提高产量。很可能是由于500ppm浓度过大。

晚造“广华”在第一苞原基分化期喷施20ppm的增产灵,能够显著地增加有效穗、第二枝梗和谷粒,而且千粒重与对照差异较少,因此,产量比对照大大提高,就是不配合使用氮素肥料,其产量也比对照组高,若配合施用氮肥,产量更高。由此可见,增产灵是本试验所使用的几种植物激素对水稻增产作用最有效的一种(图1),这是很值得进一步试验推广的。

早造“珍珠矮”以增产灵和赤霉素配合使用,可能克服赤霉素的减穗效应,从而在保证穗数的基础上提高粒数,这就会获得较大幅度的增产效果。

参 考 文 献

- (1) 丁 穎、李乃銘、徐雪宾、陈焯欽、何崇鈞, 1959. 水稻幼穗发育和谷粒充实过程的观察. 农业学报, 10(2): 59—85.
- (2) 应用放射性碳(C^{14})研究赤霉素(920)对水稻光合产物运转与分配的生理效应 (本期学报).
- (3) 張靜兰、崔滋、閻龙飞, 1964. 氮素营养对水稻生長、产量和碳氮代谢的影响. 植物学报, 12(1): 73—81.
- (4) 林坤律、周荣仁, 1963. 赤霉素对水稻、小麦的效应試驗. 植物学报, 11(1): 83—95.
- (5) 鮑文奎、严育瑞, 1959. 肥料对水稻生長和发育的影响, I. 水稻生長中心的轉移与养料的分配. 农业学报, 7(2): 125—142.
- (6) G. Misra and G. Sahu, 1957. Physiology of growth and reproduction in rice. I. Effect of plant growth substances on an early variety. Bull. Tor. Bot. Club. 84(6): 442—449.
- (7) G. Misra and G. Sahu, 1959. Physiology of growth and reproduction in rice. II. Effect of plant growth substances on three winter varieties. Plant Physiol. 34: 441—445.
- (8) Stowe B. B. and T. Yamahi, 1957. The history and physiological action of the gibberellins. Ann. Rev. Plant Physiol. 8: 181—216.
- (9) Л. Д. Прусакова, К. С. Бокарев, С. И. Чиждова, 1973. Регуляция роста стебля ячменя действием 2-хлорэтилфосфоновой кислоты, хлорхалинхлорида и антиауксина. Физиол. Раст. Том. 20, Вып. 3: 610—616.

EXPERIMENTS IN INCREASING THE GRAINYIELD OF RICE BY USING PHYTOHORMONES AND NITROGENOUS FERTILIZERS

Laboratory of plant physiology
(Department of Biology.)

Abstract

This study possesses important practical significance for the purpose in increasing the grain yield of rice.

This work was carried out by field experiment in 1973 to study the effect of plant growth substances and nitrogenous fertilizers upon the number of effective spikes, secondary branches and grain yield, with the two rice varieties: the early season variety "Chen-Chu-Ai" (珍珠矮) and late season variety "Kuang-Hua" (广华). The main results obtained were as follows.

1. At the time of spike differentiation: for the early season variety "Chen-Chu-Ai" at the differentiation of first bract, and for the late season variety "Kuang-Hua" at the formation of primary branch primordia, application of nitrogen results significantly in increasing the number of effective spikes, secondary branches, grains per spike and grain yield. But the weight per 1000 grains decreases.

2. At the differentiation of first bract, application of GA_3 (5ppm.) by late season variety "Kuang-Hua", effective panicle stems would not be increased, but the number of secondary branches per spike would be increased. As compared with GA_3 , NAA (250 ppm.) increases the number of spikes, but decreases the number of secondary branches. For in consequence, GA_3 or NAA alone shows no markedly effect at the grains yield. It means, therefore, that GA_3 or NAA will become effective only in the condition of nitrogen application. At the time of heading, the yield of rice "Chen-Chu-Ai" increases greatly by spraying GA_3 (10ppm.). GA_3 in the combination with chlorocholine chloride (0.5%) increased the crop yield.

3. 4-iodo-phenoxyacetic acid (20ppm.) would be applied during the initial stage of spike differentiation, the grain yield would be increased significantly.