

赤霉素对水稻体内碳水化合物代谢的影响*

植物生理遗传学教研室**

摘 要

本文从理论上阐明了赤霉素在水稻应用上的效果。

水稻体内碳水化合物运转与累积过程是产量形成的代谢基础。施用赤霉素后，贮藏在鞘、茎内的碳水化合物含量较对照株下降迅速，而谷粒中累积的淀粉含量比对照株增长迅速，说明赤霉素能促进营养器官中碳水化合物向谷粒运转与再分配，从而提高结实率和千粒重。

赤霉素对碳水化合物运转与累积的促进作用受到植株体内碳氮代谢水平以及外界环境条件的影响。因此，赤霉素对水稻的增产效果往往取决于多种因子的作用，其中掌握合理的农业措施具有重要意义。

此外，赤霉素还能提高水稻伤流量，有增强根系活力的作用；叶片含氮量也受到赤霉素的影响。

在“备战备荒为人民”伟大战略方针的指引下，我省自1970年以来，“920”在水稻生产中的应用取得一定成效。为了促进群众性科学实验继续向前发展，我们于1971—73年间，对赤霉素的增产效应做了一些实验^[1,2]，并从光合产物的累积、运转与再分配探求赤霉素对水稻产量形成的规律。两年来的试验结果说明，赤霉素能提高叶内C¹⁴同化物的输出率，加速同化物向穗部的再分配^[3]。本文则阐明赤霉素对水稻体内碳水化合物代谢的影响以及促进谷粒中淀粉累积的作用。

试验方法

1972年早造采用珍珠矮为实验材料，于3月17日移植，6月30日收获。小区面积一分，重复两次。插植规格6×5寸，每穴10—12苗。本田基肥亩施氨水50斤，过磷酸

* 1974. 8. 20接稿

** 农民教师林应松、刘镇茂参加了本项试验工作，执笔傅家瑞。

钙30斤,石灰50斤及塘泥200担。插后分蘖期分两次追施硫酸铵亩共35斤,破口期施壮尾肥尿素8.5斤。1973年早造仍用珍珠矮,3月17日移植,6月25日收获。同年晚造用广华四号,7月23日移植,11月6日收获,小区管理与上年基本相同,早造不施壮尾肥,晚造施壮尾肥。

1972年早造分别于幼穗形成后期(17/V)、破口始穗期(27/V)及灌浆初期(9/VI)喷施赤霉素10、30ppm(我校生物厂粗制品,经溴酸钾法测定浓度);1973年早造分别于幼穗形成前期(2/V)及抽穗期(25/V)喷施赤霉素5ppm或10ppm,晚造于孕穗后期(29/IX)喷施赤霉素10ppm(上海第三制药厂晶体品)。每亩喷药液量均为120斤。施药后分次取样测定鞘、茎及谷粒中淀粉和可溶糖含量。

小区按“梅花点”选取代表性的5棵水稻,从中再选30个主茎作为分析材料。先置100℃烘箱中半小时,后在70℃中烘至恒重。剪碎磨粉过筛,以80%热酒精处理样品,提取可溶性糖,残渣用酶解法将淀粉转化为糖,然后用蒽酮法测定^[21]。

1972年除测定小区产量外,还调查了植株干重变化,测定茎秆伤流量及叶片呼吸强度。伤流量用简易称量法^[6],于清晨七时将距地面约8厘米的茎秆切断,随即套上已装好脱脂棉的小指管,经一小时后,将收集的伤流连同小指管再称重。每小区每次取样30株主茎。

测定主茎剑叶呼吸强度用简易法。另用凯氏法测定部分组合的叶片全氮量。

从碳水化合物含量数值看,淀粉含量的变化与赤霉素的作用明确相关。在某些情况下,我们将淀粉与可溶糖含量合并,以可利用的碳水化合物含量表示。

试验结果

(一) 赤霉素对水稻体内碳水化合物代谢的影响

结实期间,鞘、茎中贮存的碳水化物流向谷粒的过程,是水稻谷粒产量形成的关键。应用赤霉素能促进这一灌浆过程,从而获得增产。

1. 鞘、茎中碳水化合物含量的变化

1972年早造试验结果,不同生育期施用赤霉素均能引起鞘内碳水化合物含量下降,其下降趋势随处理后时间的延长而愈显,当浓度增大至30ppm时,比10ppm处理的下降更为明显(图1)。

1973年晚造,孕穗后期施药。处理后10、20、25、30天,鞘部淀粉和可溶糖含量均低于对照,且同样日趋明显,如处理后10天,淀粉含量为对照92%,处理后30天仅为65%(表1,图2)。可见赤霉素能促使鞘内碳水化合物的转化与输出,持续期在30天以上。

处理株茎秆中的淀粉和可溶糖含量也出现下降趋势,同样日趋明显,如处理

后10天淀粉含量为对照89%，而处理后30天仅为81%（表2、图2）。说明赤霉素也能促使茎秆内碳水化合物的转化与输出，持续期也在30天以上。

表1 孕穗后期施用赤霉素对水稻叶鞘中可溶糖及淀粉含量影响
(单位: 干物重百分率)

取样日期 (日/月)	施用赤霉 素后天数	对 照		赤 霉 素 一 次		赤 霉 素 两 次	
		可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉
9/X	10	9.10	22.98	8.20	21.18	—	—
19/X	20	4.12	12.40	3.70	8.58	3.78	7.45
24/X	25	6.74	10.76	7.36	7.15	7.11	7.62
29/X	30	8.40	7.54	8.50	4.93	6.70	6.01

表2 孕穗后期施用赤霉素对水稻茎部可溶糖及淀粉含量影响
(单位: 干物重百分率)

取样日期 (日/月)	施用赤霉 素后天数	对 照		赤 霉 素 一 次		赤 霉 素 两 次	
		可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉
9/X	10	14.74	38.95	14.81	34.45	—	—
19/X	20	13.41	37.00	17.23	34.30	14.24	34.90
29/X	30	16.07	14.05	16.73	11.35	17.23	11.35

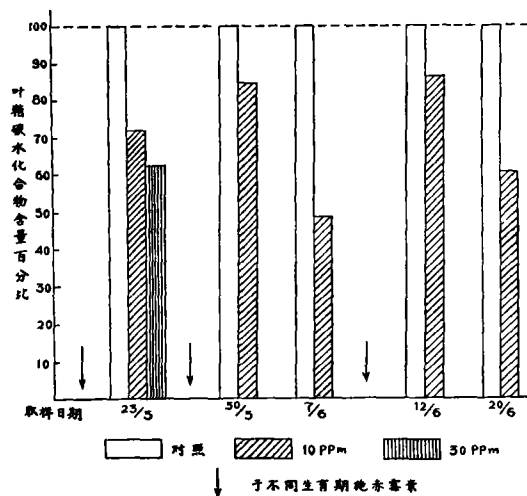


图1 赤霉素对水稻叶鞘碳水化合物含量的影响(1972年)

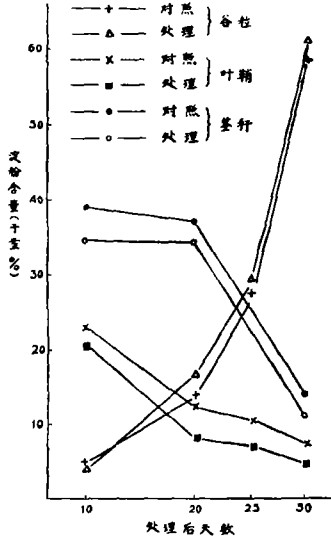


图2 赤霉素对水稻体内淀粉含量变化的影响 (1973年晚造)

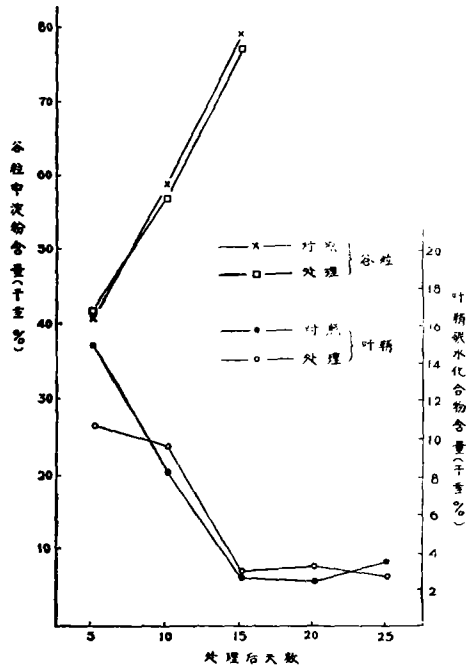


图3 赤霉素对水稻体内碳水化合物代谢变化的影响 (1973年早造)

1973年早造试验却出现不尽相同的情况。幼穗形成期赤霉素处理后1—5天，和抽穗期处理后5天，水稻鞘内淀粉和可溶糖含量均出现明显的下降；但在抽穗期处理后10—20天，则含量反而高于对照，增加率分别为17.3%、7.4%、32.6%，而处理后25天又再低于对照，减少率为9.3% (表3、图3)。从绝对量来看，处理株和对照

表3 赤霉素对水稻叶鞘中碳水化合物含量影响

(位單：干物重百分率)

施用赤霉素的 生育期及濃度	施药后 天 数	对 照			赤 霉 素		
		可溶糖	淀 粉	糖+淀粉	可溶糖	淀 粉	糖+淀粉
幼穗形成期 施用5ppm	1	8.00	13.20	21.20	7.50	11.73	19.23
	5	4.50	16.23	20.73	5.90	11.73	17.63
抽 穗 期 施用10ppm	5	5.25	9.70	14.95	3.95	6.78	10.73
	10	2.80	5.61	8.40	3.30	6.55	9.85
	15	1.24	1.48	2.72	1.42	1.51	2.93
	20	1.55	1.05	2.60	1.90	1.55	3.45
	25	1.67	1.44	3.11	1.10	1.73	2.83

株鞘部的碳水化合物含量差异很少。表明1973年早造水稻在赤霉素的作用下,促进鞘内碳水化合物转化与运输的过程较为短暂,只在处理后5天内有效。

至于茎秆中贮存的碳水化合物含量,不论幼穗形成期处理后5天,或抽穗期处理后15天,均出现明显下降。可见茎秆内暂存碳水化合物,在赤霉素的作用下,转化与运输的持续期至少在15天以上,有利于流入穗部。

2. 谷粒中碳水化合物含量的变化

谷粒中的情况与鞘、茎刚好相反。1973年晚造试验,处理后20、25、30天的植株,谷粒淀粉含量均较对照为高,增加率分别为21%、6.7%、4%(表4、图2)。在灌浆速度最大的时期,即喷药后20—30天之间(19/X—29/X),处理株的鞘、茎内淀粉含量一直低于对照,而谷粒中淀粉含量却一直高于对照。表明赤霉素有促进鞘、茎内贮存的碳水化合物向谷粒运转的作用,亦即水稻体内各器官间碳水化合物含量的消长变化,在赤霉素的影响下有着积极的效应。

表4 孕穗后期施用赤霉素对水稻谷粒可溶糖及淀粉含量影响

(单位:干物重百分率)

取样日期 (日/月)	施用赤霉 素后天数	对 照		赤霉素一次		赤霉素两次	
		可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉	可溶糖	淀 粉
9/X	10	2.60	4.80	2.50	4.35	—	—
19/X	20	2.23	13.98	3.25	16.91	—	—
24/X	25	2.03	27.25	1.00	29.05	1.08	29.95
29/X	30	1.31	58.86	1.11	61.21	1.09	59.43

施用赤霉素两次(第一次29/X,第二次6/X),在施药后20—25天(19—24/X)测定鞘、茎中碳水化合物含量,得知喷施两次的比喷施一次的含量下降更明显(表1、2),而谷粒中的碳水化合物含量则增加更明显(表4)。说明适时施用赤霉素两次比施用一次的往往具有较大的增产可能性。

1973年早造试验,抽穗期经赤霉素喷施后5—15天,谷粒中碳水化合物含量与对照基本上相同(相差不到2%,表5)。与同年晚造比较,赤霉素并无加速谷粒累积碳水化合物的作用。

表5 抽穗期施用赤霉素对水稻谷粒中碳水化合物含量影响

(单位:干物重百分率)

取样日期 (日/月)	施用赤霉 素后天数	对 照			赤霉素(10ppm)		
		可溶糖	淀 粉	糖+淀粉	可溶糖	淀 粉	糖+淀粉
30/V	5	1.84	41.20	43.04	1.21	41.65	42.86
4/VI	10	1.19	58.60	59.79	0.86	58.04	58.90
9/VI	15	1.11	79.30	80.41	1.14	77.80	78.94

(二) 赤霉素对水稻叶片含氮量和呼吸强度的影响

我们在两年三造水稻试验中,测定了结实过程中几个时期的叶片含氮量。以三次试验材料在收获前18—21天的测定数值进行比较:施用壮尾肥的(1972年早造及1973年晚造),叶片含氮量都超过2%,其后缓慢下降,不施壮尾肥的则低于2%,随后显著下降(图4)。叶片含氮量过低,则光合能力下降,寿命缩短,从而削弱碳水化合物化合物的合成与累积过程。叶片含氮量适中,可增强光合能力,积累较多同化物,为赤霉素促进同化物运转提供物质基础。

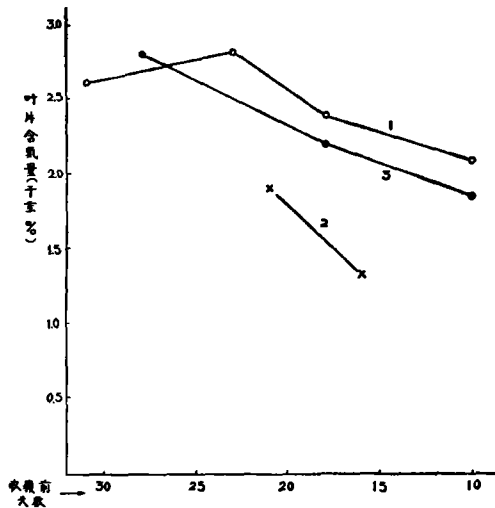


图4 三次试验中叶片含氮量的比较

1973年早、晚造试验,赤霉素处理可提高叶片含氮量;但1972年试验,叶片含氮量却有增有减。早在1956年, Hayashi等就观察到,赤霉素能使氮素水平出现不规则的变动^[18]。其原因未详,有待今后研究。

水稻功能叶作用的强弱,不但与含氮量有关,而且与呼吸强度有关。从测定剑叶呼吸强度的结果看,赤霉素有明显的促进作用(表6),为加速物质运转提供必要

表6 赤霉素对水稻剑叶呼吸强度的影响

(单位CO₂毫克/克干重/小时)

组别	孕穗破口期施用赤霉素后		灌浆初期施用赤霉素后3天
	(6天)	(11天)	
对照	3.99	3.34	2.88
赤霉素(10ppm)	4.52	3.24	4.65

的能量与中间代谢物。

(三) 赤霉素对水稻伤流量的影响

根系活力, 可用伤流量表示。经赤霉素处理的水稻, 伤流量增加。在破口始穗期施用, 4天后伤流量明显提高, 8天后仍比对照多; 在灌浆初期施用10或30ppm, 3—18天内均有促进伤流量的效应, 其中以10ppm的增加率较大(表7)。

表7 赤霉素对水稻伤流量影响 (单位: 克/株/小时)

项目	孕穗破口期施用赤霉素后		灌浆初期施用赤霉素后	
	4天	8天	3天	18天
对照	0.2142	0.2756	0.2513	0.2727
赤霉素(10ppm)	0.2869	0.2858	0.2644	0.3026
增加率(%)	34%	4%	5%	11%
田间水分状况	晒田	复水后2天	浅灌	浅灌

(四) 赤霉素对水稻产量的影响

赤霉素的作用因不同施用时期和浓度而不同: 当浓度为10ppm, 在破口始穗期与灌浆初期喷施, 可获明显增产, 而幼穗形成期则基本平产; 当浓度为30ppm, 增产不著, 而在幼穗形成期施用则出现减产(表8)。

表8 赤霉素对水稻产量影响 (1972年早造)

项目	对照	幼穗形成期施用		始穗破口期施用		灌浆初期施用	
		10ppm	30ppm	10ppm	30ppm	10ppm	30ppm
产量(斤/亩)	682	697	618	744	711	710	690
增、减产(%)		+2.2	-9.4	+9.3	+4.3	+4.1	+1.2

我们以破口始穗期施用10ppm赤霉素的植株为材料, 调查了处理后11天植株的地上部干物重。茎秆和穗部的干重增加, 叶片及叶鞘的干重减少(表9)。

表9 赤霉素对水稻各器官干物重影响 (10株统计数)

组别	功能叶片		功能叶鞘		茎秆		穗部		地上部干重(克)
	干重(克)	%	干重(克)	%	干重(克)	%	干重(克)	%	
对照	4.6	21.5	5.4	25.2	6.5	30.3	4.9	23.0	21.4
赤霉素(10ppm)	4.3	17.4	5.3	21.3	8.3	33.3	7.0	28.0	24.9

讨 论

水稻对赤霉素的反应很明显,但能否提高产量,长期以来看法不一。从国内的情况看,早在1959年,缪沃衡等曾指出赤霉素处理水稻能使粒数、粒重及穗长稍有增加,但差异不显著,没有肯定其增产效果^[14]。林坤律等(1963年)通过田间大量的调查,得知每穗实粒数增加,千粒重亦微增,但由于不够规律性,认为是田间或取样误差所致,也没有肯定其增产效果^[6]。直至1974年,王熹等才阐明赤霉素对水稻的增产作用^[4]。根据我们三年来的探索,进一步肯定了赤霉素对水稻的增产效果^[1,2]。

1. 赤霉素对水稻的生理效应

赤霉素能提高水稻根系活力,增强伤流量。我们在1971年^[1]及1972年都获得相同的试验结果。水稻生长后期出现早衰现象,与根系活力下降密切相关^[10]。因为根部合成的玉米素核苷^[24],是一种天然的细胞分裂素,是保持水稻叶色青绿的一个因素。它在根部合成并持续地向地上部输送。用赤霉素处理水稻后,伤流量有所增加,反映根部可为地上部供应较多的细胞分裂素,加强叶片的保绿作用,从而防止细胞分裂素下降所引起的早衰^[28]、影响到谷粒的产量。

Денисова等测定了玉米的伤流液,发现处理株的根系供给地上部氮、磷、钾的量增多^[25]。但罗士韦等的试验指出,赤霉素只对植物吸收磷酸盐有显著的影响^[12]。后来,王熹等用同位素(P^{32})测知,赤霉素能提高水稻根系对磷素的吸收量^[4]。

赤霉素对植物呼吸作用的影响,意见较为一致^[9,11]。我们的实验和王熹等^[4]的实验均可说明赤霉素能增强水稻的呼吸作用。

赤霉素处理后的植株,鲜重及干重相应增加。用离体叶片为材料的试验结果,认为赤霉素处理并不增加单位叶面积内 CO_2 固定速率^[10,16]。可是,Alvim却指出^[15],在赤霉素的作用下,光合产物迅速从叶内运输至茎部,因而提高了四季豆的净光合率与相对生长率,茎部干重也增加。由于前一实验用离体叶,故不表现出赤霉素提高光合能力之效果。最近,王熹等^[4]用同位素(C^{14})测定水稻光合强度,肯定了赤霉素可以提高水稻的光合强度和光合量。

在促进上述生理过程的基础上,赤霉素对谷粒产量形成有直接关系的体内碳水化合物代谢,也产生一定的影响。从本试验结果看,赤霉素能加速动员贮存在鞘、茎中可利用的碳水化合物向谷粒运转。早在1953年,日人林武等^[17]曾指出,赤霉素可引起水稻鞘部蔗糖、纤维素、半纤维素的增加。但据Oshima的 C^{14} 示踪试验,贮藏于叶茎中的淀粉,其中90%可转移至谷粒中^[20];由于呼吸消耗和留存于营养器官中的仅占少数^[22]。殷宏章还认为,在水稻结实后期,一般并不

形成纤维素类物质^[13]。用示踪法测出,在幼嫩部分,C¹⁴较多地转变为粗纤维一类物质;而年老的、生长基本完成的部分,C¹⁴只存于可溶性物质中^[7]。以上实验可以说明,在结实期间的成长器官形成产物都是以淀粉、糖、旦白质等为主,纤维素一类物质不占主要成分。我们用C¹⁴示踪测定,在始穗期间,赤霉素处理植株的茎,纤维素的形成百分比增加;但随着灌浆期的到来,茎及穗部均很少形成纤维素;而稀酸溶部分的C¹⁴,处理株与对照株基本上无差异^[3]。在结实中后期,鞘、茎内的同化物转化为纤维素类复杂结构物质的可能性越来越少,而碳水化合物含量下降,表明同化物的输出增强;同时,谷粒中淀粉含量增加,充分说明谷粒的灌浆过程为赤霉素所加强。因此,结实率和干粒重便有所提高。

光合产物的形成和向谷粒的运转与再分配过程,是决定产量的生理问题。要促进这个过程,其他的生理过程也是不容忽视的。如一方面要求加强根系吸收和合成的作用,另一方面要求加强能量的供应;此外,叶片的含氮量关系到光合能力大小、叶片的寿命。在结实期间碳水化合物的合成与累积,受到叶片氮代谢水平所制约。用赤霉素处理,如能协调地影响这些生理过程时便能表现出增产效应。

2. 试验结果差异的分析

1973年早造试验中,水稻叶鞘内碳水化合物含量和叶片含氮量都较低,经赤霉素处理后,虽有短暂的促进作用,鞘内碳水化合物的运转得到暂时的加速,但接着便出现后继不足之势,谷粒灌浆过程在齐穗后10—15天倒不及对照株。而在1973年晚造试验中,水稻鞘、茎中贮存的碳水化合物量较多,施用赤霉素后,对碳水化合物运转过程的促进发挥了较大的作用;又由于叶片含氮量较高,光合率保持在较高水平上,能持续地合成较多的同化产物,以满足加速碳水化合物运转的要求。因此,不同试验的不同结果,主要与体内鞘、茎中碳水化合物的形成和累积有关,同时也与体内的氮素代谢水平有关。

3. 对增产及平、减产的生理分析

如上所述,体内碳氮代谢状况影响到赤霉素在水稻上使用的效果。那么,建立和维持一个活跃、充足的碳水化合物含量和适宜的氮素水平,是施用赤霉素的必要因素。田间水肥管理是保证这个内部生理状况的一项重要措施。例如,当水稻在生育后期叶片含氮量下降,不能适应结实期间加强光合能力的要求时,施用壮氮肥是提高赤霉素增产效应的措施之一;如果水稻的含氮量偏高,则应狠抓中期晒田,抑制体内氮代谢水平,加强碳水化合物的积累,为施用赤霉素奠下必要的基础。关于碳水化合物积累与氮素营养的论述已见报导^[22]。如果水稻体内碳氮代谢不协调,施用赤霉素亦难获得增产,甚至出现减产。

从生理上讲,这是关系到体内碳氮代谢的问题;而从外观上看,则是一个长相长势和叶色变化的问题。对不同长相长势和叶色的水稻,使用赤霉素的时期与浓变

应当有所不同,总的来说在适度促进营养器官生长的同时,必须重视协调与生殖器官发育和物质积累有关的代谢过程。

有些地区群众试验,破口始穗期喷施较好,另一些地区则认为灌浆初期喷施较适合。前者适用于生势较弱的水稻,除促进谷粒灌浆过程外,对促进生长和迟穗抽出的作用也有积极意义,喷施过迟,则难以改变其不良的群体结构和扭转碳水化合物积累量少的趋势;如果生势较强的水稻,破口始穗期喷施,容易使植株生长过旺,削弱谷粒的灌浆过程。因此,在碳氮代谢协调的情况下,一般可在破口始穗期喷施一次,以增强叶片光合面积与生产率,提高鞘、茎内碳水化合物含量,并促进同化物的输出,促进抽穗和增加成穗率;在灌浆期喷施第二次,可延长叶片寿命,增加光合时间,并促鞘、茎中的碳水化合物向谷粒运转与再分配,从而提高结实率,增加实粒数和千粒重。

不同品种及栽培季节,不同生育期和气候变化,都会影响到水稻体内的碳氮代谢水平,影响到使用赤霉素的施药时间与浓度等。因此,在不同条件下,最适施药期和最适浓度都要作具体分析,不能采取千篇一律的做法。叶鞘中淀粉含量可作水稻营养状态的诊断指标^[8];我们认为,用鞘、茎中淀粉含量和叶片等器官含氮量作为使用赤霉素的一个指标,是有意义的。

“认识从实践始,经过实践得到了理论的认识,还须再回到实践去。”了解赤霉素对水稻的生理效应和使用规律,是建立一套科学使用制度的前提。在贯彻农业“八字宪法”的基础上,做到“看天、看地、看禾苗”,因地因时制宜,反复实践研究,才能把激素的应用提高到一个新的水平,在实现水稻高产上起到应有的作用。

参 考 文 献

- [1] 中山大学生物系农业生物学专业, 1972。1971年晚稻“920”试验总结
- [2] 应用植物激素和施用氮肥提高水稻产量的试验(本期学报)
- [3] 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)
- [4] 王薰、施一平、孙仁清、金子渔, 1974。水稻应用赤霉素的试验研究。I、水稻生殖生长期应用赤霉素的效果。植物学报 16(2): 132-139。
- [5] 林坤律、周荣仁, 1963。赤霉素对水稻、小麦的效应试验。植物学报 11(1): 83-90。
- [6] 金成忠、许德威, 1959。作物根系活力指标的伤流液简易收集法。植物生理学通讯 4: 51-53。
- [7] 沈巩楙 1960。水稻各时期各叶光合作用产物的运转与分配——利用放射性碳(C^{14})的研究。农业学报 11(1): 30-40。

- [8] 周拾祿編譯, 1963. 《稻作研究》 上海科学技术出版社
- [9] 罗士韦等編, 1963. 《植物激素》 上海科学技术出版社
- [10] 罗士章、林坤律、張正福, 1960. 赤霉素的生理作用, I、赤霉素对植物叶面积与光合作用的影响。实验生物学报 7(1-2): 105-108
- [11] 罗士章、林坤律, 1961. 赤霉素的生理作用, II、赤霉素对几种植物呼吸作用的影响。实验生物学报 7(1-2): 109-122.
- [12] 罗士章、林坤律, 1961. 赤霉素的生理作用, IV. 赤霉素对几种植物吸收氮鹽和 P^{32} 鹽的影响。实验生物学报 7(4): 323-328.
- [13] 殷宏章、沈允鋼、陈因、余志新、李娉嫻, 1956. 水稻开花后干物質的累积与运轉。植物学报 5(2): 177-194.
- [14] 繆沃衡、林植芳, 1959. 赤霉酸、2, 4-D对晚造水稻生長发育影响的初步观察。植物生理通訊 4: 12-15.
- [15] Alvim, P. De T., 1960. Net assimilation rate and growth behavior of beans as affected by gibberellic acid urea and sugar sprays. Plant Physiol. 35:285-288
- [16] Haber, A.H., Tolbert, N.E., 1957. Photosynthesis in gibberellin treated leaves. Plant Physiol 32:152-153.
- [17] Hayashi(林武), Takijima (島康夫), Murakami(村上浩), 1953. The biochemistry of Bakanae Fungus. Part 28. The physiological action of gibberellin. IV. Jour. Agri. Chem. Soc. Japan 27: 672-675.
- [18] Hayashi, T., Murakami, Y., Matsunaka, S., 1956. Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 20(4): 159-64.
- [19] Kyu Bok Youn (延圭复), Yasuo Oya (太田保夫), 1973. Relations between the leaf senescence index and root activity of rice plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 42(1): 13-17.
- [20] Oshima, M., 1966. Translocation and redistribution of the assimilated C^{14} in rice plant. J. Sci. Soil Manure, Tokyo, 37(1): 589-93.
- [21] Yemm, E. W., Willis, A. J., 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone, Biochem. J. 57: 508-514.
- [22] Yoshida, S., 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Pl. Physiol. 23: 437-464.
- [23] Yoshida, R., Oritani, T., 1971. Studies on nitrogen metabolism in crop plants X. Gas chromatographic isolation of cytokinins from rice plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, 40: 318-324.
- [24] Yoshida, R., Oritani, T., 1972. Cytokinin glucoside in roots of the rice plant. Pl. Cell Physiol. 13(2): 337-343.
- [25] Денисова, А Зя Луинович. И. С. 1961. К вопросу Минерального питания растений под влиянием гибберелловой кислоты. Физ. Раст. 8(4). 454-459

THE EFFECT OF GIBBERELLIN UPON THE METABOLIC CHANGES OF THE CARBOHYDRATES IN PADDY RICE

Laboratory of Plant Physiology
(Department of Biology)

Abstract

This paper would give a theoretical point of view for the application of gibberellin in the rice plants. The accumulation and redistribution of the carbohydrates in the rice plants are the metabolic basis of the grain yield.

By using gibberellin, the amounts of carbohydrates temporarily stored in the sheath and the culm were lowered than that of the control. And the starch contents accumulated in the grains were increased more than that of the control. This phenomena indicated that gibberellin hastened the translocation of carbohydrates from the vegetative organs to grains for the redistribution in order to get a higher percentage of "full grains" and more larger weight per 1000 grains by encouraging the grain filling process.

The active effect that exerted by gibberellin to the accumulation and the redistribution of carbohydrates may be influenced by the metabolic level of carbohydrates and nitrogen content in the rice plants, and also by the external environmental factors. Therefore, the increasing of the grain yield treated by gibberellin was determined by many factors. The scientific agricultural practice is particularly important.

Moreover, the amount of the bleeding sap in the rice plant was increased by the treatment of gibberellin indicating the physiological activity of the root system was raised. The nitrogen content was also influenced by the use of gibberellin.