

矮壮素对小麦灌浆期中 ^{14}C -同化产物的分配及对淀粉合成酶活性的影响

梁厚果 王保民 吕忠庶
(兰州大学生物系)

摘 要

本文报道经矮壮素处理后,小麦体内 ^{14}C -同化产物运转分配以及淀粉合成酶活性发生的改变。结果表明,小麦在分蘖期喷施矮壮素对 ^{14}C -同化产物的分配格式及淀粉合成酶活性的影响,因灌浆时期的不同而有很大差别。矮壮素处理延迟了灌浆前期 ^{14}C 向籽粒中的运转并且降低了 ^{14}C 参入稀酸水解物中的速度;灌浆后期,又加速这两个过程的进行。淀粉合成酶活性的测定也指出,矮壮素抑制了灌浆前期酶的活性,后期却又促进其活性升高。这些结果说明了矮壮素促进籽粒肥大的作用可能与它增大了籽粒的贮库容量有关。

在毛主席革命路线指引下,在无产阶级文化大革命的推动下,我们连续六年与贫下中农相结合,开展了矮壮素在农业上应用的研究。几年来的实验结果表明,矮壮素不仅有防止小麦倒伏的效果,而且能提高小麦产量。一般认为矮壮素使小麦增产的原因,与增加有效分蘖数及每穗粒数有关。矮壮素是否能增加粒重,则是一个有争论的问题。根据我们的实验与调查,我们认为,如果喷施矮壮素的浓度与时期得当,是能够增加粒重的。“**外因通过内因而起作用**”。矮壮素为什么能改变物质的分配,以及它怎样改变同化产物的运输与转化,目前还研究得很不够。深入认识矮壮素对植物生理过程影响的实质,掌握它的作用规律,对于进一步提高它在农业上应用的效果,扩大它的应用范围,是非常重要的。为此,我们结合田间试验,进行了一些室内研究,利用 $^{14}\text{CO}_2$ 示踪试验,测定了矮壮素对 ^{14}C -同化产物运转与分配的影响,并且测定了矮壮素对淀粉合成酶的影响。

试验田设在兰大校内农场,用春小麦“北城3号”作为试验材料。处理区小麦在分蘖期用0.25%的矮壮素喷一次,其它栽培管理方法均与前一报告^[1]相同。小麦在生长期未发生倒伏现象。收获后经过测产,处理区的籽粒产量比对照增加21.4%。处理小麦除了单位面积上穗数增多及每穗粒数增多以外,千粒重也由对照的41.7克增加到43.5克。

一、矮壮素对小麦体内碳水化合物含量的影响

为了测定碳水化合物含量的变化,我们分别在小麦开花后10、26天,测定植株各部分的醇溶组分、稀酸水解组分及其它难溶碳水化合物的含量。样品均在早晨八时采取,分为叶、茎及籽粒三部分,烘干后磨碎。称取干材料100毫克,在80℃下用80%的乙醇提取一小时。过滤后用醋酸铅沉淀,过滤,定容。用蒽酮法测定可溶性糖含量^[5],即为“醇溶”组分。残渣用2%的盐酸在沸水中水解4小时,过滤后,用上法测定糖分,即为“稀酸水解”组分,主要是淀粉。另取干材料100毫克,用80%的硫酸进行水解,过滤后用上法测定糖

分,由测定结果中减去上述二组分的含量,即得“其它”组分的含量,主要是纤维素和木素等物质。每一测定重复四次,结果用毫克/100 毫克干重表示,列入表 1。

表 1 矮壮素处理对小麦各器官中碳水化合物含量的影响(毫克/100 毫克干重)

测定时期	处 理	叶			茎			籽 粒		
		醇 溶	稀酸水解	其 它	醇 溶	稀酸水解	其 它	醇 溶	稀酸水解	其 它
花后 10 天	矮壮素	17.18	6.16	11.97	11.37	7.32	17.17	20.37	24.30	0.67
	对 照	19.38	6.91	9.31	9.69	7.39	15.81	16.50	30.37	3.15
花后 26 天	矮壮素	13.17	6.75	12.07	11.75	9.11	23.62	10.81	61.37	4.83
	对 照	12.83	6.04	11.65	10.18	7.21	22.83	9.12	56.55	7.80

由表 1 的结果可以看出,经矮壮素处理后,叶、茎与籽粒中的醇溶性糖分一般都有所提高(个别情况例外)。稀酸水解组分在茎叶中的变化不大,但在籽粒中,它的含量在灌浆期间增加的很快,说明了矮壮素促进了灌浆后期籽粒中淀粉的累积,这一结果同我们前文的结果相符^[1]。茎叶中“其它”组分的物质的含量,也因矮壮素处理而有所增高,表明矮壮素有促进机械组织发达的作用。

二、矮壮素对 ^{14}C -同化产物的运转与分配格式的影响

为了了解同化产物的运转与分配,我们分别在小麦花后 10 天、26 天,进行了 $^{14}\text{CO}_2$ 示踪试验。选具有代表性的小麦 10 多株,密封在聚氯乙烯膜作成的光合小室中,穗部露在小室之外。小室的容积为 50 升。在小室内置放盛有 $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3$ 的小杯,加入稀硫酸的;使放出的 $^{14}\text{CO}_2$ 总活性为 250 微居里,浓度为 0.15%。在上午十时自然阳光下同化一小时后,用饱和氢氧化钡除去多余的 $^{14}\text{CO}_2$,然后除去光合小室。分别在供给 $^{14}\text{CO}_2$ 开始后三小时、八小时各取样一次,每次采 4—5 株小麦,分为叶、茎及籽粒三部分,在 70℃ 下烘干称重,磨成细粉。称取干材料 100 毫克,平铺铝碟内,在盖格计数器下测定放射活性,重复四次。结果用占全株 ^{14}C 总同化量的百分数表示,见表 2。

表 2 矮壮素处理对小麦各器官中 ^{14}C -同化产物分配的影响 (占全株 ^{14}C 总同化量%)

测定时期	处 理	同化 $^{14}\text{CO}_2$ 3 小时后			同化 $^{14}\text{CO}_2$ 8 小时后		
		叶	茎	籽 粒	叶	茎	籽 粒
花后 10 天	矮壮素	49.11	36.42	14.46	30.41	32.17	37.41
	对 照	31.78	43.72	24.48	22.81	29.78	47.40
花后 26 天	矮壮素	40.87	30.04	29.10	30.83	20.96	48.19
	对 照	41.64	36.07	22.29	33.89	27.15	38.94

结果表明,矮壮素处理对于灌浆前期籽粒中同化产物的进入与累积,有一定的延缓作用,但是到了后期,矮壮素又显著地促进了这一过程。

植物体内物质的运转与累积,是和它们的利用与转化密切联系的。在籽粒发育与灌浆过程中,物质的转化不外乎分解与合成这两类反应,二者相辅相成,构成了灌浆过程中的主要矛盾,这一内部矛盾的发展,决定了籽粒灌浆过程的速度。矮壮素对灌浆过程的影

响,也是通过对这一对矛盾的影响来实现的。因此,在研究矮壮素对籽粒中物质分配的影响时,首先要了解它对物质转化的影响。

三、矮壮素对小麦体内¹⁴C-同化产物相互转化的影响

将上述供给过¹⁴CO₂的植株的各部分干材料,分别称取 100 毫克,分为醇溶、稀酸水解及其它三个组分,用盖格计数器测定其中¹⁴C 活性,测定结果用占 100 毫克干重中¹⁴C 总活性百分数表示(表 3)。

表 3 矮壮素处理对小麦各器官中¹⁴C-同化产物转化的影响(占 100 毫克干重中¹⁴C 总活性%)

处 理		同化 ¹⁴ CO ₂ 开始后时间	叶			茎			籽 粒		
			醇 溶	稀酸水解	其 它	醇 溶	稀酸水解	其 它	醇 溶	稀酸水解	其 它
花后 10 天	矮壮素 对 照	3 小时	64.20	10.22	25.58	83.56	9.12	7.32	48.17	44.30	7.53
			56.15	11.48	32.36	81.23	10.49	8.28	42.10	51.25	6.65
	矮壮素 对 照	8 小时	39.03	22.96	38.01	74.44	12.25	13.29	21.65	62.67	15.68
			18.34	27.89	53.87	70.69	15.56	13.75	8.94	80.41	10.55
花后 26 天	矮壮素 对 照	3 小时	80.39	12.70	6.89	92.27	5.34	2.39	73.92	19.65	6.43
			80.55	11.63	7.82	90.61	6.50	2.79	79.15	15.92	4.93
	矮壮素 对 照	8 小时	78.68	10.98	10.34	88.12	7.57	4.29	19.47	72.79	7.74
			65.74	18.41	15.85	89.55	4.66	5.79	30.52	60.53	8.95

在灌浆前期,叶内大部分¹⁴C 最初主要集中于醇溶性糖中,随着同化时间的延长,它的活性不断下降,表明同化产物在迅速外运。矮壮素处理的叶片,醇溶部分的活性下降比率远远低于对照。看来,矮壮素对小麦灌浆前期叶片中同化产物的外运有延缓作用。茎中醇溶部分的活性相差不大。籽粒中醇溶部分的活性,处理高于对照,在同化 8 小时后差别更为明显。可见矮壮素处理降低了小麦灌浆前期籽粒中同化产物的进一步转化,以致输入籽粒中的醇溶部分¹⁴C 同化产物高于对照。稀酸水解物中的活性,在灌浆前期一般是矮壮素处理植株低于对照,特别是籽粒中更为明显,分别较对照低 13.56% (同化后 3 小时)和 22.06% (同化后 8 小时)。进一步证明矮壮素处理减慢了灌浆前期小麦籽粒中的淀粉合成,这与醇溶性物质活性的测定结果一致。在茎叶中其它难溶物质的活性,处理的植株低于对照,可能矮壮素处理的小麦到灌浆期时的纤维素类物质的合成减少了。这一结果与表 1 中所表明的矮壮素使得茎叶中纤维素类物质增多的结果并不矛盾。因为,分蘖期施用矮壮素主要是促进生长前期茎叶中机械组织的形成,到了开花以后,这种作用已经变慢。所以,此时经处理的茎叶中纤维素类物质含量虽然较高,但¹⁴C 的参入反倒不如对照多。到了灌浆后期(花后 26 天),矮壮素处理的小麦茎叶中醇溶性糖的活性百分数与对照相差不大。在籽粒中醇溶性糖的活性显著低于对照;而稀酸水解组分中参入¹⁴C 的活性则明显比对照高。籽粒中这两类物质活性变化的相互关系,正好表明矮壮素处理促进了灌浆后期小麦籽粒中¹⁴C 同化产物的转化与淀粉合成作用的加强。

表 3 的结果清楚地说明了矮壮素处理对小麦籽粒中淀粉形成的影响因时期而不同,在灌浆前期它延缓了淀粉的形成;但在灌浆后期却又促进了这一过程。这一事实也说明了在籽粒发育的整个过程中,物质的转化和淀粉的合成是有阶段性存在。

四、矮壮素对小麦籽粒淀粉合成酶活性的影响

已经知道, 植物体内淀粉的合成, 是由几种特殊的酶体系来催化的^[2,4], 它的合成途径之一就是利用尿嘧啶核苷二磷酸葡萄糖 (UDPG) 作为底物, 通过存在于淀粉颗粒内的UDPG-淀粉合成酶的催化作用而形成淀粉^[2], 根据这一途径我们测定了小麦籽粒中UDPG-淀粉合成酶的活性的变化。测定方法主要根据波廷杰(Pottinger)与奥利弗(Oliver)^[3]的方法并加以修改。

早晨八时采新鲜籽粒四克作为样品, 在蔗糖-柠檬酸(pH7.0)及半胱氨酸溶液中磨匀, 离心, 倾去上清液, 沉淀用蔗糖-柠檬酸溶液再洗两次。将沉淀的悬浮液在低温(0°C)下保存备用。

测定淀粉颗粒中UDPG-淀粉合成酶活性时, 取反应管加入 0.1 毫升(0.9 毫克)的可溶性淀粉作引子, 再加羟甲基氨基甲烷(Tris)缓冲液 0.2 毫升(0.3 毫克分子), 二乙胺四乙酸(EDTA)0.1 毫升(0.8 微克分子), 葡萄糖-1-磷酸(钾盐) 0.2 毫升(6 微克分子), 半胱氨酸 0.2 毫升(10 微克分子), UDPG(钾盐) 0.2 毫升(8 微克分子), 最后体积为一毫升, pH8.0。将反应管置于 30°C 恒温水浴中, 摇荡 5 分钟, 等到温度平衡后, 向反应管中加入上述淀粉颗粒酶提液 0.2 毫升, 振荡保温 60 分钟, 立即放入沸水中以终止反应。然后测定各反应管的淀粉含量。首先于各反应管中加入蒸馏水 5 毫升, 20% 的氯化钠溶液 2.5 毫升, 及一毫升的碘-碘化钾试剂, 混合后静置, 离心, 倾出上清液。将沉淀用 2.5 毫升的氯化钠酒精溶液如上法再洗二次, 直至蓝色消失。倾出离心液, 将沉淀悬浮于 9 毫升沸水中, 加 2 毫升硫酸, 使最后浓度为 4 N, 在 100°C 下加热 10 分钟, 冷却后用蒽酮法测定糖分。由淀粉增加量计算酶的活性。由测定的结果(表 4)可以见到, 籽粒中淀粉合成酶的活性在灌浆

表 4 矮壮素处理对小麦籽粒中淀粉合成酶活性的影响

测定时期	处 理	UDPG- 淀粉 合 成 酶 活 性	
		参入葡萄糖微克分子数/小时/克鲜重	参入葡萄糖微克分子数/小时/毫克淀粉粒
花后 10 天	矮壮素	8.68	0.67
	对 照	11.28	1.00
花后 26 天	矮壮素	64.93	2.32
	对 照	50.34	1.57

前期比较低, 到了后期则有很大提高。经过矮壮素处理的小麦, 在灌浆前期淀粉合成酶的活性比对照为低, 到了灌浆后期, 则又高出于对照之上。说明了矮壮素处理在灌浆前期对淀粉合成酶的活性有抑制作用, 在灌浆后期则又促进了这一酶的活性。这些结果与前面的碳水化合物含量的测定结果及 ^{14}C -同化产物分配格式的测定结果完全一致。

总之, 根据我们试验的结果, 说明了在分蘖期施用矮壮素之所以能够使小麦增产, 除了使每株穗数与每穗粒数增加之外, 籽粒重量的增大也是一个原因。矮壮素促进籽粒重量增大, 主要是由于在灌浆后期, 增强了淀粉合成酶活性的原因。淀粉合成作用增强, 可以使运入到籽粒中的可溶性糖类, 及时地转化为淀粉贮存在籽粒内, 这样一方面为可溶性糖类的继续运入, 创造了有利的浓度梯度, 同时也增大了籽粒这个物质贮库的容量, 使更多的同化产物集中到籽粒中来, 从而使籽粒更为饱满。

参 考 文 献

- [1] 吕忠庶、杨成德、李玉成、秦鑫, 1973: 2-氯乙基三甲基氯化铵(CCC)对小麦灌浆过程中物质分配与累积的影响。植物学报, 15:71—80。
- [2] de Fekete, M. A. R., L. F. Leloir and C. E. Cardini, 1960: Mechanism of starch biosynthesis. *Nature*, 187: 918—919.
- [3] Pottinger, P. K., and I. T. Oliver, 1962: The intracellular distribution of uridine diphosphate glucose starch synthetase in potato tubers. *Biochem. Biophys. Acta*, 58: 303—306.
- [4] Turner, J. F. and D. H. Turner, 1975: The regulation of carbohydrate metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 26: 159—186.
- [5] Yemm, E. W. and A. J. Willis, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.*, 57: 508—514.

EFFECT OF CCC ON DISTRIBUTION OF ^{14}C -ASSIMILATES AND ACTIVITY OF STARCH SYNTHETASE DURING GRAIN FILLING PERIOD IN WHEAT

Liang Hou-kuo, Wang Pao-min and Lu Chung-shu

(*Department of Biology, Lanchow University*)

ABSTRACT

The distribution of ^{14}C -assimilates and the activity of starch synthetase during the grain filling period in wheat treated with 0.25% CCC were determined. The results showed that treatment with CCC at tillering stage influenced the distribution pattern of ^{14}C -assimilates and the activity of starch synthetase differently at different stages of the grain filling period. Application of CCC retarded the movement of ^{14}C into the grain and reduced the incorporation of ^{14}C into the acid hydrolyzable fraction of the grain at the early stage but accelerated both of them at the later stage of grain filling period. Assays of starch synthetase activity indicated that CCC inhibited the activity of the enzyme at the early stage but promoted its activity at the later stage of the grain filling period. The significance of these findings is discussed in relation to the increase in sink capacity of the grain and to the increase in grain weight.