

粗糊精对春小麦生理功能和增产效应的研究*

韩发

(中国科学院西北高原生物研究所)

环糊精应用于农业生产是近年来国外环糊精应用研究中的一项新的发现和重要突破。1980年匈牙利首先报道了 α -、 β -、 γ -等环糊精作为植物生长调节素用于农业生产可使谷物增产的研究成果(Tétényi, 1981; Szejtli, 1983,)。为了使这一新的生物技术尽快应用于我国农业生产,韩发等(1987)已报道了国产 α -环糊精(由兰州化学物理研究所提供)对麦苗生长发育的影响。

关于在 α -、 β -环糊精制备过程中分离出的副产品——粗糊精(简称P,由兰州化学物理研究所提供)对农作物的生理效应和增产效果。至今国内外没有做过报道。粗糊精是一种灰白色颗粒状的混合物,经高压液相色谱分析,其吸收峰与 α -、 β -环糊精的峰值有相似之处。组成成分和物质结构等理化特性目前正在进行分析鉴定。为了从生理生化和生产实践方面证明环糊精及其粗糊精的增产效果,以便推广应用。作者对粗糊精在春小麦上的增产效果进行了研究。据1983—1985年培养皿发芽试验、盆栽试验和小区试验的结果表明,粗糊精增产效果显著,价格便宜,有较高的经济效益和推广价值。为此,1986—1987年以粗糊精为重点,进行了小区试验和中间示范,结果报道如下:

一、材料与方 法

材料

试验材料为春小麦高原602。

处理方法和试验设计

先将粗糊精研磨成粉,在30—40℃的水中充分溶解,然后配制成1%的浓度备用。

1. 浸种处理:春播前,将小麦种子用1%浓度的粗糊精水溶液(15—18℃)浸泡48小时,然后把浸泡过的种子凉干备用。

2. 丸衣化处理:播种前用1%的粗糊精(即1份粗糊精与99份红土充分拌匀)红土混合物,加入适量的粘合剂和水,使种子表皮裹上1层粗糊精和红土的混合物,使种子丸衣化,凉干备用。用清水浸泡种子48小时作为对照。

*“环糊精在春小麦和蕃茄上增产应用”的研究成果由中国科学院兰州分院主持,于1987年8月初在兰州通过鉴定,其中包括粗糊精的增产应用,本文是此项研究中的部分试验总结。示范田试验数据由马晓明同志提供。

本文1988年元月20日收到。

试验地分别在3月上、中旬播种,处理组和对照的施肥量和田间管理等条件完全相同。

田间试验采用对比排列法。示范田分别在青海省平安县下红庄、甘肃省景秦县正路乡和芦阴乡等地区进行,试验面积分别为2.10亩、1.60亩和2.00亩。小区试验在本所试验地进行,3次重复,小区长5米,宽3米,行距20厘米,每小区种植15行。有关生理指标的测定在各生育期进行,收获时进行考种和产量统计。

测定方法

按蔡武城等(1982)方法测定植株的可溶性糖;用 Arnon 法测定叶绿素含量;按植物生理学实验指导编写组(1979)方法测定 $\alpha + \beta$ 淀粉酶总活性。

二、试验结果

(一) 粗糊精对苗期的生长抑制和促进效应

在麦苗的营养生长初期,处理组茎、叶和根的生长发育有明显的抑制作用。从表1看出,其初生根条数比对照少10—12%。从分蘖期开始,处理组次生根的条数逐渐增加,到拔节期每株次生根的数目比对照多3—13%。1叶期根系总长度比对照短5—9%,而3叶期,两种处理组的根系长度平均超过对照2%。对幼苗的抑制作用主要出现在种子的萌发到3叶期,1叶期的苗高度比对照低7—10%,3叶期处理组的麦苗高度比对照低24%左右,这与在培养皿发芽试验中所表现的抑制程度和抑制时间上有一定差异,但整个变化的趋势是一致的。从分蘖开始,处理组的麦苗生长快于对照,在植株高度上已超过对照。分蘖数比对照增加8%左右,某些叶子也比较宽,单株叶面积从分蘖到孕穗期比对照增加14.97—34.76%。从植株和根系的生长状况表明,粗糊精对茎、叶生长的抑制程度大于对根系的抑制程度,在同一浓度下,丸衣处理组抑制程度大于浸种处理。因此,表现出浸种处理的麦苗进入旺盛生长的时期早,而丸衣处理的麦苗恢复慢,进入旺盛生长的时期则较晚。可见,在同一浓度的不同处理条件下所表现的差异与粗糊精的处理方法有关,与植株代谢消化粗糊精所需要的时间长短有关。

由表2看出,粗糊精处理种子,其根系和植株含水量有轻微的下降。如苗期根系和茎、叶的水份含量比对照低1—4%左右。相反,不论是幼苗,还是根系,其干物质含量比对照有增加趋势(表3),表明粗糊精对苗期的物质积累有不同程度的促进作用。从表1—3可知,粗糊精对麦苗营养生长的调节与春小麦的生育期有很大关系。即随着生育期的进程,粗糊精调节作用才开始转化为明显的促进效应。

(二) 粗糊精对叶绿素、糖含量和淀粉酶活性的影响

表4表明,在分蘖期,处理组的叶绿素含量,包括叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量均明显地高于对照。同时,其增加趋势与同一生育期内地上地下生物量的测定结果基本一致。麦苗和根系的干物质质量分别比对照高16%和21%。另外从表5看出,处理组麦苗的可溶性糖含量明显的高于对照,其中3叶期高21.3%,分蘖期高52.7%,拔节期高18.6%,表明粗糊精对提高小麦的光合速率,增加物质积累是有利的。对麦苗可溶性糖含量的提高起着重要的促进作用。

从表6看出,经过处理的种子播种后,在出苗期, $\alpha + \beta$ 淀粉酶总活性低于对照组。

表1 粗糊精处理对春小麦(高原602)营养生长的效应

Table 1 Effect of crude-dextrin treatment on vegetative growth of spring wheat (Plateau 602).

处理 Treatment	对照(水) Control (Water)				1%粗糊精浸种处理 Seeds soaked with 1% crude-dextrin				1%粗糊精丸衣处理 Seeds dressed with 1% crude-dextrin			
	根条数 ($\Delta\%$) No. of root ($\Delta\%$)	根长度(厘米) ($\Delta\%$) Length of root (cm) ($\Delta\%$)	苗高度(厘米) ($\Delta\%$) Height of seedling (cm)($\Delta\%$)	分蘖数(株) ($\Delta\%$) No. of tillering ($\Delta\%$)	根条数 ($\Delta\%$) No. of root ($\Delta\%$)	根长度(厘米) ($\Delta\%$) Length of root (cm) ($\Delta\%$)	苗高度(厘米) ($\Delta\%$) Height of seedling (cm)($\Delta\%$)	分蘖数(株) ($\Delta\%$) No. of tillering ($\Delta\%$)	根条数 ($\Delta\%$) No. of root ($\Delta\%$)	根长度(厘米) ($\Delta\%$) Length of root (cm) ($\Delta\%$)	苗高度(厘米) ($\Delta\%$) Height of seedling (cm)($\Delta\%$)	分蘖数(株) ($\Delta\%$) No. of tillering ($\Delta\%$)
生育期 Growth phase												
1叶期 one leaf stage	3.74 ± 0.30	15.82 ± 1.01	3.65 ± 0.40		3.60 ± 0.29 (-3.74)	14.38 ± 0.90 (-9.10)	3.41 ± 0.51 (-6.58)		3.29 ± 0.23 (-12.03)	15.03 ± 0.92 (-4.99)	3.29 ± 0.54 (-9.86)	
3叶期 Three leaves stage	5.67 ± 0.91	28.55 ± 2.91	17.77 ± 1.21		5.01 ± 0.97 (-11.64)	29.62 ± 2.72 (+3.75)	14.47 ± 1.32 (-18.57)		4.81 ± 1.01 (-15.17)	28.81 ± 2.02 (+0.91)	13.44 ± 1.27 (-24.37)	
分蘖期 Tiller stage	9.10 ± 1.02	60.32 ± 3.10	22.20 ± 1.37	1.70 ± 0.47	10.30 ± 1.10 (+13.19)	66.09 ± 3.08 (+9.57)	23.57 ± 1.58 (+6.17)	1.78 ± 0.39 (+4.71)	9.80 ± 0.91 (+7.69)	63.37 ± 2.99 (+5.06)	22.80 ± 1.48 (+2.70)	1.82 ± 0.41 (+7.06)
拔节期 Elongation stage	11.70 ± 1.15		31.92 ± 1.76	3.15 ± 0.58	12.33 ± 1.31 (+5.38)		32.70 ± 1.81 (+2.44)	3.27 ± 0.70 (+3.81)	12.26 ± 1.20 (+4.79)		31.94 ± 1.51 (+0.06)	3.40 ± 0.51 (+7.94)

表2 粗糊精处理对麦苗根系和茎、叶含水量的影响

Table 2 Effect of crude-dextrin treatment on the water content of roots, stems and leaves of wheat seedling.

项目 Item	根系含水量(%) Water content of roots(%)			茎叶含水量 Water content of stem and leaf (%)		
	对照(水) Control (Water)	1%粗糊精浸种 ($\Delta\%$) Seeds soaked with 1% crude-dextrin	1%粗糊精丸衣 种子($\Delta\%$) Seeds dressed with 1% crude-dextrin	对照(水) Control (Water)	1%粗糊精浸种 ($\Delta\%$) Seeds soaked with 1% crude-dextrin	1%粗糊精丸衣 种子($\Delta\%$) Seeds dressed with 1% crude-dextrin
生育 天数 Growth Phase (day)						
20	78.83	77.63 (-1.20)	76.23 (-2.55)	78.83	77.60 (-1.23)	76.11 (-2.72)
25	91.50	88.99 (-2.51)	87.89 (-3.61)	92.13	88.93 (-3.20)	88.11 (-4.02)
30	89.90	87.56 (-2.34)	86.63 (-3.27)	88.96	86.81 (-2.15)	86.05 (-2.93)
45	87.81	86.36 (-1.45)	85.80 (-2.01)			

表3 粗糊精处理对麦苗根系和茎叶干物质积累的效应 (40株的平均值)

Table 3 Effect of crude-dextrin treatment on the accumulation of dry matter of root, stem and leaf of wheat seedling. (Average of 40 plants)

项 目 Item	对照(水) Control (Water)	1%粗糊精浸 种处理 Seeds soaked with 1% crude-dextrin	浸种处理 $\times 100$ 对照	1%粗糊精丸 衣种子 Seeds dressed with 1% crude-dextrin	丸衣处理 $\times 100$ 对照
			$\frac{\text{Treatment}}{\text{Control}} \times 100$		$\frac{\text{Treatment}}{\text{Control}} \times 100$
苗鲜重(毫克) Seedling fresh weight (mg)	3.35 \pm 0.11	3.34 \pm 0.13	99.70	3.01 \pm 0.12	89.85
苗干重(毫克) Seedling dry weight (mg)	0.27 \pm 0.02	0.31 \pm 0.03	114.81	0.26 \pm 0.02	92.59
干物质(%) Dry matter (%)	8.06	9.28	115.16	8.31	107.18
根鲜重(毫克) Root fresh weight(mg)	2.74 \pm 0.13	2.61 \pm 0.20	95.26	2.32 \pm 0.16	84.67
根干重(毫克) Root dry weight (mg)	0.20 \pm 0.02	0.20 \pm 0.01	100.00	0.19 \pm 0.02	95.00
干物质(%) Dry matter(%)	7.30	7.66	104.93	8.19	112.19

表4 粗糊精处理对分蘖期叶绿素含量的提高效应(毫克/克鲜重)

Table 4 Effect of crude-dextrin treatment on the content of chlorophyll at tillering phase. (mg/g fresh weight)

处 理 Treatment	叶绿素 a(Δ%) Chlorophyll a (Δ%)	叶绿素 b(Δ%) Chlorophyll b (Δ%)	总叶绿素含量 The total content	a/b 值 a/b value
对照(水) Control (water)	0.3548	0.5372	0.8986	0.66
1%粗糊精浸种 Seeds soaked with 1% crude-dextrin	0.3957 (+11.53)	0.5618 (+4.52)	0.9420 (+4.83)	0.70
1%粗糊精丸衣种子 Seeds dressed with 1% crude-dextrin	0.4127 (+16.32)	0.5928 (+10.29)	0.9913 (+10.32)	0.70

表5 粗糊精处理对麦苗可溶性糖含量的效应(毫克/克鲜重)

Table 5 Effect of crude-dextrin treatment on the content of soluble sugar of wheat seedling. (mg/g fresh weight)

生育期 Growth phase	处 理 Treatment	对照(水) Control (Water)	1%粗糊精浸种(Δ%) Seeds soaked with 1% crude-dextrin	1%粗糊精丸衣种子(Δ%) Seeds dressed with 1% crude-dextrin
	3 叶期 Three leaves stage		10.10	13.20 (+30.69)
分蘖期 Tiller stage		11.30	18.50 (+63.72)	16.00 (+41.59)
拔节期 Elongation stage		7.50	8.90 (+18.67)	

表6 粗糊精处理对麦苗 α + β 淀粉酶总活性的影响(麦芽糖(毫克)/鲜重(克)/5 分钟)

Table 6 Effect of crude-dextrin treatment on the total activity of α + β-starchase of wheat seedling. (Maltose (mg)/fresh weight (g)/5 mins)

生育期 Growth phase	对照(水) Control (Water)	1%粗糊精浸种(Δ%) Seeds soaked with 1% crude-dextrin (Δ%)	1%粗糊精丸衣种子(Δ%) Seeds dressed with 1% crude-dextrin (Δ%)
1 叶期 One leaf stage	57.69	50.77 (-12.00)	47.53 (-17.61)
2 叶期 Two leaves stage	33.96	43.75 (+28.83)	41.75 (+22.94)
3 叶期 Three leaves stage	17.48	21.08 (+20.59)	23.83 (+36.33)
分蘖期 Tiller stage			18.79 (+10.53)

从2叶后期开始,处理组的 α + β 淀粉酶总活性有所提高,其中浸种处理的比对照高28.8%,丸衣处理的高22.9%,3叶至分蘖期麦苗的总酶活性的增加幅度均在11%以上。从粗糊精对麦苗前期生长的抑制现象和总酶活性的变化看出,粗糊精处理种子后,对幼苗

表7 粗糊精处理对春小麦(高原602)产量性状的影响(3次重复的平均值)

Table 7 Effect of crude-dextrin treatment on character and grain weight of spring wheat (plateau 602) (Average of three repetitions).

处 理 Treatment	植株高度(厘米) ($\Delta\%$) Plant height (cm) ($\Delta\%$)	穗长度(厘米) ($\Delta\%$) Length of ears (cm) ($\Delta\%$)	穗数/株($\Delta\%$) No. of ears/plant ($\Delta\%$)	小穗数($\Delta\%$) No. of small ears ($\Delta\%$)	粒数/株($\Delta\%$) No. of grain/plant ($\Delta\%$)	粒重/株(克) ($\Delta\%$) Grain weight/ plant (g) ($\Delta\%$)
对照(水) Control (water)	98.98 \pm 2.35	8.22 \pm 0.28	2.91 \pm 0.39	14.90 \pm 0.57	130.71 \pm 6.56	7.31 \pm 0.52
1%粗糊精浸种处理 Seeds soaked with 1% crudedextrin	99.20 \pm 2.95 (+0.22)	8.30 \pm 0.21 (+0.97)	3.21 \pm 0.41 (+10.31)	15.20 \pm 0.60 (+2.01)	141.20 \pm 7.30 (+8.03)	7.82 \pm 0.55 (+6.98)
1%粗糊精丸衣种处理 Seeds dressed with 1% crudedextrin	99.00 \pm 2.63 (+0.02)	8.23 \pm 0.23 (+0.12)	3.10 \pm 0.38 (+6.53)	15.31 \pm 0.49 (+2.75)	134.39 \pm 6.99 (+2.82)	7.49 \pm 0.55 (+2.46)

表8 粗糊精处理对春小麦(高原602)的增产效应

Table 8 Effect of crude-dextrin treatment on the yield of spring wheat (Plateau 602).

试验种类 Experimental kind	试验地点 Experiment plot	处 理 Treatment	产量(公斤/亩) Yield (kg/mu)	比对照增产($\%$) Increase as compared with the control($\%$)	平均增产($\%$) Average value of increase ($\%$)
大田 Experimental farm	青海省平安 县下红庄 Xiahong village Pingan county, Qinghai	对照(水) Control	339.45		14.82
		1%粗糊精浸种 Treatment	370.20	9.06	
	甘肃省景泰县 芦阴乡 Luyin village, Jingtai county, Gansu	对照(水) Control	390.00		
		1%粗糊精浸种 Treatment	465.00	19.23	
小区 Small parcel experiments	西宁(本所试验地) Xining, Qinghai	对照(水) Control	405.76		6.75
		1%粗糊精浸种 Treatment	435.92	7.43	
		1%粗糊精丸衣种 子 treatment	430.33	6.06	

酶活性的抑制作用较明显,随着小麦的生长发育,抑制作用逐渐消失,并使总酶活性增强,从而有力促进了麦苗的旺盛生长。可见,在粗糊精的影响下,春小麦生长发育过程中,处理组所表现的一系列不同于对照组的生理生化效应都是由粗糊精对种子内部有关酶活性的抑制或激活所引起的。

(三) 粗糊精对春小麦的增产效应

春小麦种子经粗糊精处理之后,不仅导致了植株内一些生理特性的变化,更集中反映在籽粒产量及其性状的变化等方面(表7)。处理组平均每株穗数和粒数分别为3.1穗和137.7粒,比对照2.9穗和130.7粒高,结实小穗数多,穗子大,单株粒重提高2.5—7.0%左右,这与在收获后测定的增产趋势一致。但从几年的小区和大田产量统计结果表明,在不同的生态地区,甚至在不同的年份,粗糊精处理的增产幅度不同,极个别处理出现减产,这可能与处理方式、浓度和不良的环境因素等有关。但从总的结果看,增产幅度在7—15%之间(表8)。此外,由于粗糊精是对植物无毒、无负作用的生物制品。因此,处理组小麦成熟度好、籽粒饱满、无畸形变化。

粗糊精对春小麦的生长发育具有较明显的生理效应,对其产量形成有较高的增产效果。加之方法简单易行,成本低廉,农民乐意接受,因此,有较好的经济效益(表9)。如果将种子全部进行合理的丸衣化处理,克服其它处理方法的不足,进行大面积的推广是有价值的,是提高谷类作物产量行之有效的一条新途径。

表9 经济效益评价

Table 9 Evaluation on the economic effect.

粗糊精使用量 (克/亩) Amount of crude- dextrin (g/mu)	价格(元) Price (Yuan)	加工费(元) Process (Yuan)	增加成本(元) Total cost (Yuan)	增产(公斤)/亩 (按增产10%计) Increase in yield/mu (kg) (yield increase by 10%)	净获收入(元) (每公斤按0.50 元算) Net income (Yuan) (0.5 yuan per kg)
200	0.60	3.00×0.5	2.10	30.00	12.90

参 考 文 献

- 植物生理学实验指导编写小组, 1979, 植物生理学实验指导, 12—14, 人民教育出版社。
 蔡武城、袁厚积, 1982, 生物物质常用化学分析法, 1—4, 科学出版社。
 韩发、贲桂英、马晓明, 1987, 环糊精对麦类作物生长发育及生理功能的影响, 高原生物学集刊, (6): 177—182。
 Szejtli, J.B., 1983, Physiological effects of cyclodextrins on plants. *Starch*, 35(12): 433—438。
 Tétényi, P., 1981, Effect of cyclodextrin on growth processes and productivity of plants. *Proc. Int. Symp. Cyclodextrins, Ist.* 501—511。

STUDIES ON THE EFFECT OF CRUDE-DEXTRIN TO INCREASE IN YIELD AND PHYSIOLOGICAL FUNCTION OF SPRING WHEAT

Han Fa

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

This paper reports the studies of crude-dextrin on the effect of increasing in yield physiological function of spring wheat. The results are as follows:

1. After treating spring wheat seeds with 1% crude-dextrin, the roots and stems of 4-week development are retarded strongly. In late stage, growth of treatment groups enhanced obviously. Length of stem and root, number of root and tillering, the content of dry matter of plants are higher than those of the control.
2. Content of chlorophyll of the wheat seedling is raised over 8% than that of the control. Dry matter and soluble sugar content are raised about 22% and 31% respectively, biomass of overground and underground plants, 16%. In addition, the change of the total activity of $\alpha + \beta$ starchase is consistent with phenomena of retarding and accelerating of the treatment groups.
3. Harvest results and the main economic character of the small parcel experimental farm show that crude-dextrin possess acceleration on raising weight of grains, number of ear and grain. Thus, per mu yield is about 7—15% higher than that of the control. Moreover, the shape, the plumpness and quality of grain possess no abnormal phenomena.

Amount of crude-dextrin (g/mu)	Price (Yuan)	Process (Yuan)	Total cost (Yuan)	Yield increase (kg) (Yield increase by 10%)	Net income (Yuan) (Yuan per mu)
500	0.80	2.04 × 0.2	2.10	30.00	12.90

摘 要

本文研究了春小麦用1%粗淀粉处理对产量和生理功能的影响。结果如下：
 1. 春小麦种子用1%粗淀粉处理后，4周发育的根和茎强烈地延迟。在后期，处理组的生长明显地增强。茎和根的长度，根和分蘖的数目，植株的干物质含量均高于对照。
 2. 小麦幼苗的叶绿素含量比对照提高8%以上。地上和地下部分的干物质和可溶性糖含量分别提高22%和31%，生物量分别提高16%。此外， $\alpha + \beta$ 淀粉酶的总活性变化与处理组延迟和加速生长的现象相一致。
 3. 小面积试验田的收获结果和主要经济性状表明，粗淀粉对提高谷粒重量、穗数和粒数有加速作用。因此，每公顷产量比对照提高7—15%。此外，谷粒的形状、饱满度和品质均无异常现象。