

等离子体对作物种子的激活效应及其应用

马步洲, 黄明镜, 郝学金

(山西省农科院旱地农业研究中心)

前言: 等离子体种子处理是物理技术在生物和农业领域的最新应用, 通过物理作用激发种子内部各种生理生化物质的活性, 影响生物电场及基因表达特性, 提高种子和作物生长的活力, 是农业技术发展的一条全新途径。俄罗斯最先开展这一研究, 山西省农业科学院旱地农业研究中心在国内首先开展等离子体生物激活研究。通过连续 6 年, 对 18 种作物进行了田间试验, 包括小麦、玉米、大豆、油菜、西红柿、白菜、青椒、黄瓜、胡萝卜、甘蓝、烟草等。试验结果表明, 等离子体生物激活种子处理对各种作物发芽、出苗及生长均有明显刺激作用, 发芽率、发芽势提高 5—18%, 根系发达, 发病率降低, 抗旱能力增强, 粮食作物增产 10—40%, 蔬菜增产 15—50%, 西红柿最高增产 86%。旱地小麦在极端干旱情况下增产 41%。

本文是一系列研究结果其中的一部分。主要报告等离子体处理种子激活小麦种子活性的机制, 弄清了各种酶活性的变化, 从生理反应揭示出等离子体处理后, 种子及幼苗内有关种植萌发和耐旱性状的酶活性普遍增强。

1、材料和方法

1.1 等离子体对小麦的生物学效应研究:

通过室内发芽试验、盆栽试验、田间小区试验相结合的方法, 研究测试等离子体处理种子后对小麦的各种生物学效应, 包括种子活力、小麦幼苗的生长状况和有关的酶活性变化规律等。

1.2 等离子体提高小麦抗旱性相关机理研究

在水分胁迫下, 通过对种子萌发及幼苗发育相关的酶活性测定, 初步弄清等离子体影响小麦抗旱性生理基础, 并筛选等离子体处理小麦种子适宜剂量。

2.研究结果

2.1 等离子体提高小麦种子的萌发力

实验室条件下, 对不同品种的小麦种子进行等离子体处理, 置于培养皿中加水浸种, 在 20℃ 的恒温培养箱中暗培养, 每个处理重复 4 次, 24 小时后观测其种子萌发状况。

表 1 等离子体对不同小麦品种发芽势的影响(%) 24hr 发芽势

品 种	1	2	3	4	5	6	ck
晋麦 47	68	64	74	72	72	74	58
晋麦 70	34	34	36	78	80	82	26
临优 5082	54	60	60	94	90	90	60
中优 9507	46	40	36	90	90	92	32

从表 1 得知, 不同小麦品种对等离子体的敏感性不尽相同, 并且等离子体处理的适宜剂量有一

定的差异，晋麦 70 和中优两品种对等离子体处理较其它品种敏感，24 小时萌发率晋麦 70 比对照高 218%，中优 9507 比对照高 187.5%。

2.2 等离子体对小麦幼苗生长的刺激效应

1、促进小麦幼苗的生长发育

等离子体处理后，将种子置于直径 100mm，每皿中放入 1.5g 珍珠岩的培养皿中，首次加自来水 10ml，以后每次加水 5ml，在 20° C 的恒温培养箱中暗培养。

表 2 等离子体对小麦幼苗生长的影响

品 种	处 理	1	2	3	4	5	6	ck
临远一	胚根数(条)	3.85	3.88	4.02	4.34	4.14	4.21	3.84
5082	胚根长(mm)	149.9	151.1	163.1	159.6	158.7	172.0	175.2
(9 天)	胚芽长(mm)	118.3	118.3	114.7	131.6	127.8	128.3	110.8
中优 9507	胚根数(条)	4.52	4.43	4.58	4.39	4.61	4.78	4.47
(7 天)	胚根长(mm)	105.9	99.9	101.9	89.6	97.6	97.8	96.1
	胚芽长(mm)	89.4	87.9	88.6	96.2	101.3	101.1	87.0

等离子体处理的适当剂量能够有效增加小麦初生根数量，初生根数量的增加对提高小麦苗期抗旱十分有利，并且对胚芽生长有明显的促进效应，临远一 5082 在萌发 9 天时测量结果，胚芽生长最大可增加 17.5cm，中优 9507 在萌发 7 天时测量胚芽长度，处理比对照最大增加了 14.3mm，等离子体对胚根的生长效应则不明显，因品种不同也有较大差异。试验证明：同一品种不同剂量条件下，胚芽增长的幅度也有明显差异。因此选择适宜的处理剂量是应用的前提。

2、提高小麦根系活力

选用大小均匀的中优 9507 和临远 5082 小麦为试验材料，用适宜剂量的等离子体处理种子，置于铺有两层滤纸的培养皿中，在恒温培养箱中 20℃ 条件下暗培养，萌发 4 天测定其根系活力，根系活力的测定采用 T T C 法。

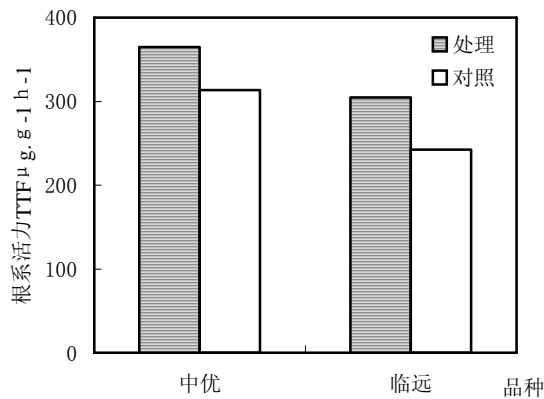


图1 等离子体对小麦根系活力的影响

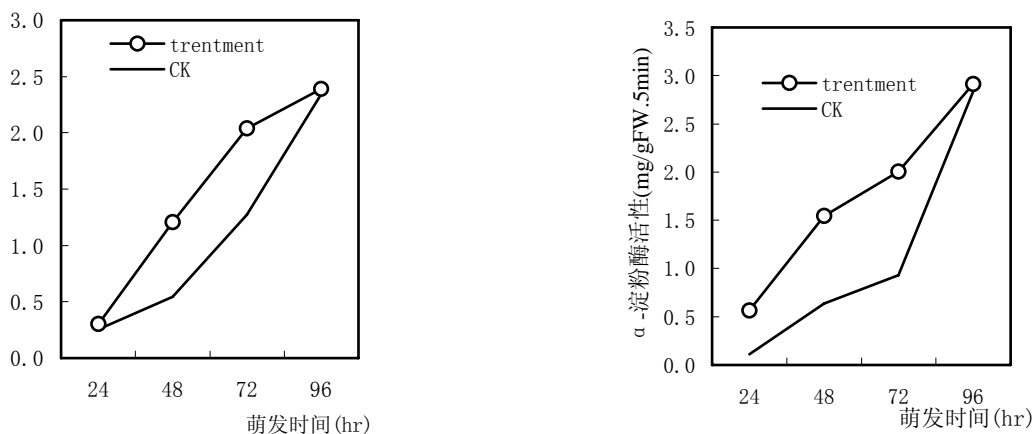
从测定结果来看，中优 9507 等离子体处理比对照的根系活力高 16.4%，临远 5082 处理比对照高 25.6%，方差分析显示差异达显著水分。等离子体处理能够有效增强小麦的根系活力。

2.3 等离子体对小麦种子萌发和生长过程中酶活性的影响

种子萌发是贮藏物质的降解过程，为了反映等离子体处理种子对萌发种子生化过程的影响。我们测定了种子萌发过程中 α - 淀粉酶活性、可溶性蛋白含量的变化、过氧化物酶活性等的变化。

1、等离子体处理对小麦萌发过程中 α - 淀粉酶活性的影响

等离子体处理小麦种子中 α - 淀粉酶活性随着萌发时间的变化见下图：



晋麦47 α - 淀粉酶活性随萌发时间的变化

晋麦66 α - 淀粉酶活性随萌发时间的变化

图2 等离子体对种子萌发过程中淀粉酶活性的影响

图2可见，等离子体处理小麦种子在萌发过程中 α - 淀粉酶的活性显著高于对照，不同品

种反应有所差别，但是等离子体对其 α -淀粉酶的促进效果较为一致，在种子萌发的第二天和第三天达到高峰，晋麦 66 的 α -淀粉酶活性分别比对照高 143.1% 和 115.5%，晋麦 47 分别比对照高出 122.3% 和 60.6%，达到了极显著水平。晋麦 66 对等离子体的响应表现出来较高的敏感性，萌发 24 小时等离子体处理的 α -淀粉酶活性高出对照 40.9%，整个萌发过程中，晋麦 66 α -淀粉酶活性提高的幅度始终高于晋麦 47。随着萌发时间的延长，萌发 4 天时，种子内的淀粉已经分解殆尽，此时处理和对照的 α -淀粉酶活性相近。

2、等离子体小麦种子萌发和幼苗生长过程中 POD 活性的影响

种子萌发过程中过氧化物酶的行为是决定种子萌发与生长进程的决定因子之一，是生物生长与分化的灵敏指标，等离子体诱导小麦种子在萌发过程中 POD 活性的提高，表明等离子体对小麦的萌发和生长有一定的促进效应。

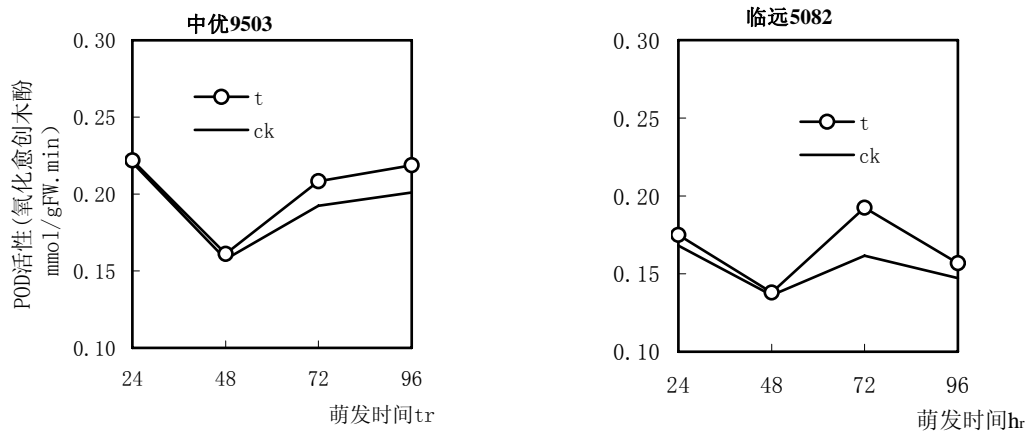


图 3 小麦种子中 POD 活性随萌发时间的变化

以上结果从酶水平上说明了等离子体能够有效提高小麦种子活力，促进种子萌发和小麦幼苗生长。

2.4 等离子体对小麦种子的抗旱萌发效应

为了说明等离子体提高小麦种子抗旱性效应，我们加大对小麦种子的水分胁迫程度，在 25% PEG 条件下进行小麦（品种为晋麦 66）种子发芽试验（表 6），第六天种子开始萌发，第 10 天观测胚芽及胚根生长量，其发芽率及生长状况见表 3，

表 3 等离子处理对小麦种子耐旱性影响 (25%PEG)

处 理	1.5A	2.0A	2.5A	3.0A	ck
发芽率(%)	63.3	65.6	72.3	60.0	51.1
比 ck ±	12.2	14.5	21.2	8.9	-

增幅 (%)	23.9	28.4	41.5	17.4	-
根数 (条)	2.9	2.9	2.8	2.5	2.5
根长 (cm)	1.7	1.6	2.1	1.2	1.0
芽长 (cm)	1.0	1.1	1.1	0.6	0.4

等离子体处理小麦的发芽率比 ck 提高 17.4%—41.5%，初生根数增加 0.3—0.4 条，根长和芽长分别增加了 0.2cm—1.1cm 和 0.2cm—0.7cm 处理均好于对照。其中以等离子体强度为 2A 时效果最好，其发芽率、根长和芽长分别比 ck 增加 41.5%、110% 和 175%。以上结果初步证明，等离子体处理的种子发芽快、发芽率高，并且幼苗长势强，初生根即胚芽生长较快。等离子体处理对小麦种子的抗旱发芽有一定刺激作用。

2.5 等离子体对小麦苗期抗旱性的影响

小麦幼苗的抗旱性试验在旱棚内进行，严格控制水分，反复造成干旱胁迫环境。以晋麦 67 为试材，试验共设 5 个处理，3 次重复，随机排列。小麦生长状况调查结果见表 4：

表 4 等离子体对小麦幼苗抗旱性的影响

处 理	ck	1.5A	2.0A	2.5A	3.0A
株 高 (cm)	36.4	42.4	42.9	41.2	38.1
分 蘖 (个)	1.9	2.1	4.0	2.8	2.8
总叶数 (片)	6.4	7.0	7.9	7.5	7.2
初生根 (条)	6.1	6.2	6.1	6.1	6.0
次生根 (条)	10.3	11.7	17.2	15.3	15.9
地上干重(mg/株)	407.6	717.6	1426.4	916.6	582.5
比 ck± (%)	-	76.1	250.0	124.9	42.9
膜透性 (%)	12.50	10.58	10.65	11.01	11.28

生长状况调查显示：在对照小区麦苗几乎永久萎蔫的情况下，等离子体处理的麦苗仍然生长良好。经测定，等离子体处理的麦苗叶片的细胞膜透性比对照明显降低，在一定程度上减轻了干旱对植物细胞膜的损伤，小麦植株的抗旱性也随之增强，植株分蘖、株高明显增加。

2.6 等离子体对旱地小麦产量构成因素及产量的影响

小麦小区试验采取多点重复比较，分别在临汾小麦所旱地试验场、灵石县马和乡农业技术推广站、高粱所小麦试验地进行。试验共设五个处理，四次重复，各点试验结果趋势基本一致（表 5），等离子体处理小麦产量均高于对照，并且试验地水分条件越差，等离子体处理的增产幅度相对较高，表明等离子体能够使小麦的抗旱性明显增强。

表 5 等离子体对旱地小麦产量的效应

试验点	处 理	穗粒数 (个/穗)	千粒重 (kg)	单株成穗 (个)	比 ck± (%)	实际产量 (kg/亩)	比 ck± (%)
灵石 (晋麦 70)	1	21.1	39.3	1.11	0.12	222.2	18.9
	2	19.6	37.4	1.08	0.09	207.1	10.8
	3	19.4	36.3	1.10	0.11	212.1	13.5
	4	20.6	38.0	1.11	0.12	207.1	10.8
	ck	19.5	37.6	0.99	-	186.9	-
临汾 (晋麦 47)	1	24.2	44.7	1.26	0.05	274.0	9.3
	2	24.2	44.7	1.32	0.11	274.3	9.4
	3	22.7	44.8	1.47	0.26	275.6	9.9
	4	23.9	44.3	1.53	0.32	279.7	11.6
	ck	22.5	44.0	1.21	-	250.7	-
	ck	19.9	34.6	1.49	-	260.9	-

通过对产量构成因素考察，穗粒数、千粒重各处理间差异不明显，主要是处理组的单株成穗高于对照。即在播种量相同条件下，等离子体处理能使小麦分蘖力增强，群体增大，产量增加。单位面积小麦穗数增加是增产的主要因素。

小区试验结果表明：等离子体处理小麦种子，能够提高小麦产量 8.4%-18.9%。晋麦 70 处理 1 增产幅度最高，产量结果进行统计分析，处理与对照产量差异达到 1% 的显著水平。

3、结语

我们所作的一系列研究可以证明，等离子体种子处理技术不发生遗传变异，能够刺激种子发芽与作物生长，达到对当代作物促长、抗逆、增产效果等多种效应：

提高种子活力：种子发芽势、发芽率提高 5—18% 以上，出苗提早 1—7 天，苗齐、苗壮。陈旧种子发芽势、发芽率提高尤其明显；双子叶比单子叶明显。

提高作物抗逆性并种子消毒：种子抗旱萌发力及作物幼苗抗旱性均明显提高；处理过程中同时对种子进行消毒灭菌，作物发病率降低。

增强作物生长活力，作物生长旺盛：如小麦生长快，分蘖增加，成穗率增加。

提高作物产量：小麦增产 8—18%，大豆 14—40%，蔬菜增产 15—40%，西红柿最高可增产 80%。

改善品质：旱地小麦蛋白质含量提高 1.8 个百分点；蔬菜产品提高商品等级，增加经济效益。

等离子体种子处理技术已基本成熟，可进入产业化推广应用阶段。该技术在俄罗斯已进行商业化种子处理并在生产中推广应用。要使我国广大农民接受这一农业新技术，需要一个过程，要加大宣传力度，同时要有一定的资金和技术投入。不同地区、不同作物、及不同品种激活效应有所差异，

最佳处理剂量也有所不同，各地应用推广时需针对当地作物、品种进行较系统试验研究，在推广应用不断地修正处理剂量确定，以达到最佳激活效果。