

# 木质素拌种对作物生长影响的初步研究<sup>\*</sup>

范秀英 马瑞霞 曾 文 华晓燕

(中国科学院环境评价部, 100085 北京)

**摘要** 我国每年中小造纸厂作为污染物排放掉的木质素有 300 万 t 以上, 不仅使大量资源成为废物, 而且造成严重的环境污染。为了变废为宝、综合利用, 在农业上用木质素作为拌种剂。通过砂培、土培和田间小区试验确定了木质素的使用量为种子重量的 0.4%, pH 为 7.8 左右。大田试验条件同小区试验, 结果表明木质素拌种可提高小麦种子的发芽率; 促进根系发展, 增加有效分蘖数; 能提高抗旱、抗病虫害能力; 增加穗粒数, 提高千粒重和公顷产量。如小麦、玉米在山东、河北和北京几处的试验均增产 10% 以上。木质素拌种的生物效应与木质素从造纸废液中提取的方法、制浆原料产地、使用量、pH、作物品种和土壤肥力等有密切关系。从造纸废液中回收的木质素制成的拌种剂成本低、使用方便、无毒、可成为农业上一项可推广的实用技术。

**关键词** 造纸废液, 综合利用, 木质素, 拌种剂。

木质素资源极为丰富, 广泛存在于造纸工业制浆过程的废液中。目前, 在我国每年大约有 300 万 t 以上排入江河。为了变废为宝、综合利用, 笔者将氢氧化钠法麦草蒸煮制浆废液中回收的木质素在农业上作拌种剂使用, 这在国内外都鲜见报道。目前, 国内外木质素的应用研究多以木材亚硫酸盐法制浆为主, 市场上销售的商品木质素主要有 2 种, 即木素磺酸盐和硫酸盐木素<sup>[1]</sup>, 农业上主要是作肥料粘合剂、农药缓释剂<sup>[2]</sup>。

本研究通过土培、砂培和田间试验表明木质素拌种对作物有明显的生长效应。

## 1 实验材料与方法

### 1.1 实验材料

(1) 木质素 用二氧化硫和硫酸酸化碱法麦草制浆废液(黑液)为原料, 使木质素絮凝、沉淀、分离。

(2) 种子 以稻田土与一定量的木质素掺合, 均匀地拌在潮湿的种子表面, 晾干, 备用。对照组拌相同量的稻田土。

### 1.2 试验设计

(1) 实验室试验 采用砂培或土培, 砂培用 150 mm 玻璃培养皿, 小麦每皿 60 粒, 玉米 20—40 粒。放入 25±1℃ 恒温培养箱中培养。土培采用大小一致的小花盆, 盛 500 g 稻田土, 每盆种入 18 粒种子, 花盆放置培养皿上, 向皿中加水补充水分。每处理设 3 个重复。观察时, 用水冲洗, 洗净作物上的砂子或泥土。观察项目有芽长、主根长、须根数。

表 1 田间试验的主要地点及试验方案

| 试 验 地 点     | 作 物 品 种  | 试 验 方 案           |
|-------------|----------|-------------------|
| 北京大兴县       | 小麦 626 号 | 木质素的 pH 与生长效应的关系  |
| 北京农业工程大学试验田 | 小麦 437 号 | 不同肥力土壤对木质素生长效应的影响 |
| 北京农业工程大学试验田 | 玉米中丹 2 号 | 木质素的施用量与生长效应的关系   |
| 山东聊城        | 玉米中 4 号  | 碱性木质素的生长效应        |
| 山东聊城        | 鲁棉 6 号   | 碱性木质素的生长效应        |
| 河北丰润县       | 小麦       | 碱性木质素的生长效应        |
| 河北景县        | 小麦       | 碱性木质素的生长效应        |

(2) 田间试验 试验地点及安排: 玉米、小麦和棉花的主要种植地点及试验方案见表 1。

样品的采集 采用梅花式采样, 每点再间

<sup>\*</sup> 轻工部科技发展基金项目

收稿日期: 1995-02-06

表 2 木质素拌种对作物的生长的影响

| 作物品种     | 指标                      | 对照组  | 试验组   | 提高率(%) | 样品数                  | 试验地点     |
|----------|-------------------------|------|-------|--------|----------------------|----------|
| 小麦中 4 号  | 芽长(mm)                  | 3.95 | 29.05 | 635    | 60 粒                 | 培养皿      |
|          | 主根长(mm)                 | 14.1 | 63.2  | 348    | 60 粒                 | 培养皿      |
|          | 须根数(个/株)                | 2.95 | 3.8   | 29     | 60 粒                 | 培养皿      |
| 小麦 626 号 | 发芽率(%)                  | 30.5 | 85    | 179    | 60 粒                 | 培养皿      |
| 小麦 437 号 | 分蘖数(个/株)                | 2.46 | 3.42  | 39     | 60 株                 | 北京农业工程大学 |
|          |                         |      |       |        |                      | 试验田      |
| 棉花鲁棉 6 号 | 病苗(%)                   | 3    | 1     | 66     | 300 株                | 山东聊城     |
| 玉米掖单 4 号 | 穗粒数 <sup>1)</sup>       | 336  | 360   | 7.1    | 0.05 hm <sup>2</sup> | 山东聊城     |
|          |                         |      |       |        | (播种面积)               |          |
| 小麦       | 鲜重(g/株)                 | 0.4  | 0.56  | 40     | 28 株                 | 河北景县     |
| 小麦       | 千粒重 <sup>2)</sup>       | 39.5 | 45.25 | 14.6   |                      | 河北丰润县    |
| 小麦 626 号 | 产量(kg/hm <sup>2</sup> ) | 4305 | 4755  | 10.5   | 300 株                | 北京大兴县    |

1) 为当地农业科技部门提供的数据      2) 数据来源同 1, 差异显著性检验  $P<0.01$

隔 2 m 左右, 按等边三角形取样 3 点, 共计 15 点。观察样品数视播种面积而定, 28—300 株不等。苗期观察芽长、须根数和鲜重; 发育期观察株高、鲜重和分蘖数等; 收获期观察小区株数、有效分蘖数、小区总穗数、小区产量、千粒重和公顷产量等。

2 试验结果与讨论

2.1 施用木质素拌种剂对作物的影响

木质素拌种对作物的生长的影响见表 2, 对抵抗干旱能力的影响见图 1, 小麦籽粒营养成分分析结果列于表 3。

从表 2 中看出木质素拌种可提高作物的发芽率、促进根系发展、促进有效分蘖、提高抗病

虫害能力、增加穗粒数、提高千粒重和公顷产量。

从图 1 看出, 实验室盆栽小麦, 停止浇水 1 周后, 施用木质素拌种的植株直立, 而对照组植株倒伏, 说明木质素拌种可提高作物的抗旱



图 1 施用木质素拌种剂对小麦抗旱能力的影响

表 3 木素拌种对小麦籽粒营养成分的影响

| 检测项目  | CK(%) | 木素拌种(%) | 检测项目 | CK(%) | 木素拌种(%) |
|-------|-------|---------|------|-------|---------|
| 天门冬氨酸 | 0.75  | 0.77    | 酪氨酸  | 0.63  | 0.64    |
| 苏氨酸   | 0.44  | 0.46    | 苯丙氨酸 | 0.75  | 0.78    |
| 丝氨酸   | 0.65  | 0.66    | 赖氨酸  | 0.42  | 0.42    |
| 谷氨酸   | 4.92  | 5.16    | 组氨酸  | 0.38  | 0.38    |
| 甘氨酸   | 0.72  | 0.74    | 精氨酸  | 0.84  | 0.84    |
| 丙氨酸   | 0.64  | 0.66    | 脯氨酸  | 1.57  | 1.50    |
| 胱氨酸   | 0.23  | 0.11    | 色氨酸  | 0.18  | 0.18    |
| 缬氨酸   | 0.74  | 0.77    | 粗蛋白  | 15.20 | 15.18   |
| 蛋氨酸   | 0.31  | 0.32    | 粗脂肪  | 2.42  | 2.28    |
| 异亮氨酸  | 0.59  | 0.64    | 粗淀粉  | 62.32 | 62.24   |
| 亮氨酸   | 1.09  | 1.13    | 粗纤维  | 2.90  | 2.56    |
| 灰分    | 2.02  | 1.93    | 水分   | 12.11 | 11.56   |

能力。

从表 3 可见，施用木质素拌种剂对小麦籽粒营养成分无破坏作用，各类氨基酸、蛋白质、脂肪和粗纤维等的含量与对照相差无几。

由表 4 可以看出，同一种黑液采用不同的方法提取的木质素拌种对作物的生长影响存在差异，硫酸法提取的木质素对种子萌发的刺激作用大于二氧化硫法木质素。

2.2 木质素对作物生长效应的影响因素

(1) 提取方法 采用吸收二氧化硫和硫酸酸化 2 种方法从山东沂源县造纸厂麦草黑液中提取出的木质素，施用种子重量的 0.4%，拌种后砂培第 3 d 对中 4 号小麦种子萌发的影响见表 4。

表 4 不同提取方法的山东沂源木质素拌种对种子萌发的影响

| 指 标      | CK   | 硫酸法木素 | 二氧化硫法木素 |
|----------|------|-------|---------|
| 芽长(mm)   | 3.95 | 11.85 | 9.9     |
| 主根长(mm)  | 14.1 | 25.2  | 23.7    |
| 须根数(个/株) | 2.95 | 3.3   | 2.9     |

(2) 制浆原料产地 不同地区的麦草碱法制浆黑液，即制浆原料产地不同，采用同样的方法提取出的木质素，对种子萌发的刺激作用也不相同，表 5 为小麦中 4 号种子，砂培第 3 d 的生长情况。

(3) 木质素施用量 施用不同重量的晋城木质素拌种玉米中丹 2 号种子，在北京农业大学试验田种植，1990-05-14 播种，1990-05-30 调查，每处理选 36—44 株，对玉米发育期的影响见表 6。

由表 6 看出，施用种子重量 0.4% 的木质素拌种后，玉米的株高、鲜重与 CK 相比都有较大

表 5 不同地区的木质素对种子萌发的刺激作用

| 观 察 项 目 | CK   | 硫酸法木质素 |       |       | 二氧化硫法木质素 |       |
|---------|------|--------|-------|-------|----------|-------|
|         |      | 山西     | 北京    | 山东    | 山 东      | 河 北   |
| 芽长(mm)  | 3.95 | 29.05  | 18.25 | 11.85 | 9.9      | 13.45 |
| 主根长(mm) | 14.1 | 63.28  | 48.65 | 25.2  | 23.7     | 37.35 |
| 须根数     | 2.95 | 3.8    | 3.4   | 3.3   | 2.9      | 3.25  |

表 6 木质素的施用量与对玉米发育期影响的关系<sup>1)</sup>

| 指 标     | CK   | 木质素施用量(%) <sup>2)</sup> |        |       |        |       |        |
|---------|------|-------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
|         |      | 0.4                     | 提高率(%) | 0.8   | 提高率(%) | 1.2   | 提高率(%) |
| 株高(cm)  | 85.1 | 95.9                    | 12.7   | 88.7  | 4.2    | 84    | -1.3   |
| 鲜重(g/株) | 211  | 242.3                   | 14.8   | 218.4 | 3.5    | 199.4 | -5.5   |

1) 山西晋城硫酸法木质素 2) 施用量是指占种子重量的比例

幅度的增加，但施用量增至 0.8% 时，株高、鲜重增加的幅度都有所下降。施用量增至 1.2% 时，反而表现出抑制现象，株高、鲜重都低于对照组。

(4) pH 山东沂源县造纸厂黑液经二氧化硫法提取的木质素水洗至中性后，加入不同量的 NaOH 调节 pH 分别为 7.3、7.8、8.3、9.8、10.8，施用种子重量的 0.4% 木质素拌种品九号冬小麦，砂培第 3 d 对种子萌发刺激作用的影响见图 2。

从图 2 中看出，随着木质素 pH 由 7.3 升至 7.8 萌发刺激呈正值，但 pH 到 8.3 后，反而呈

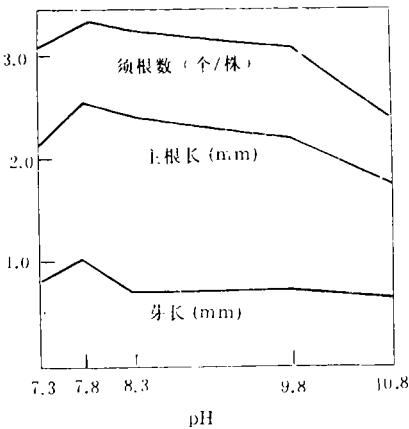


图 2 木质素的 pH 对种子萌发刺激作用的影响

下降趋势。用 pH7.8 的木质素与未加 NaOH 的 pH5 的木质素进行大田试验。地点选在北京大兴县大谷店村,小麦 626 号品种,每处理 0.3 hm<sup>2</sup>。1990-10-17 播种,1991-06-19 收获,收获时采集样品 15 处。每处 0.5×0.5 m<sup>2</sup> 的增产结果见表 7。

表 7 不同 pH 木质素拌种的田间增产结果

| pH  | 总穗数<br>(调查小区) | 总重量<br>(kg/调查小区) | 产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率<br>(%) |
|-----|---------------|------------------|-----------------------------|------------|
| CK  | 2721          | 1.628            | 4305                        |            |
| 5   | 3162          | 1.748            | 4695                        | 9.1        |
| 7.8 | 3179          | 1.792            | 4755                        | 10.5       |

表 8 木质素拌种对不同品种大麦发芽率的影响

| 指 标    | 大丰大麦 |       | 聊城大麦 |       |
|--------|------|-------|------|-------|
|        | CK   | 木质素拌种 | CK   | 木质素拌种 |
| 发芽率(%) | 6.7  | 45    | 45   | 52    |
| 提高率(%) |      | 571   |      | 15.5  |

从表 8 看出对于难于发芽的大丰大麦种子木质素拌种后可以明显地提高发芽率,而且提高的幅度远远大于较易于发芽的聊城大麦种子。

(6) 土壤肥力 试验在北京农业大学同一块试验田进行,东侧施鸡粪,西侧施二胺,小麦 437 号种子均采用 pH7.8 的沂源二氧化硫水洗木质素拌种,播种面积各为 490 m<sup>2</sup>,试验与对照组交错安排。1991-10-13 播种,1991-11-26 采样。每处理采样 6 点,观察 120 株小麦分蘖数的情况见表 9。

表 9 不同肥力土壤上木质素拌种对小麦分蘖数的影响

| 标 标      | 施二胺土壤 |       | 施鸡粪土壤 |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|
|          | CK    | 木质素拌种 | CK    | 木质素拌种 |
| 分蘖数(个/株) | 1.8   | 1.9   | 2.46  | 3.42  |
| 提高率(%)   |       | 5.6   |       | 39    |

由表 9 看出,木质素拌种后,无论土壤肥力好坏小麦分蘖数都比对照组有所提高,其中尤以施鸡粪的东侧地块明显。而都是木质素拌种的 437 号小麦,东侧地块的分蘖数又较西侧地块提高 80%。可见,土壤肥力越好,木质素拌种后的生长效应就越明显。

由图 2 和表 7 看出,pH 是影响木质素拌种生长效应的一个重要因素。

(5) 作物品种 不同的作物品种对木质素刺激作用的敏感程度也不相同。山东聊城和江苏大丰的同年大麦种子用晋城木质素拌种后砂培第 2 d 发芽率的情况见表 8。

(7) 木质素的一些物理化学特性对作物生长的影响 木质素由于从造纸黑液中提取的方法以及制浆原料产地等不同,而使其元素含量、各种含氧官能团、分子量分布、分子共轭度、聚合度、结构单元类型等不同,这是造成生物效应不同的一些重要因素。表 10 是几种木质素的一些物理化学特性及对小麦发芽率的影响。

由表 10 可见,与木质素对小麦发芽率影响呈正相关的物理化学特性有羧基含量、Zn、B、Mo 元素的含量;呈负相关的有芳环缩合度,S 元素含量,红外光谱 1050 cm<sup>-1</sup>×100 吸收强度,NMR 测定中—OCH<sub>3</sub> 的质子百分比等因素,结构单元类型中 HGS 较 GHS 有利于提高小麦发芽率。HGS 3 种结构单元的区别为连接苯环上的甲氧基分别为 0,1,2。

3 结 论

(1) 木质素拌种剂用量少、成本低、使用方便、具有明显的生长效应,如对小麦芽长的提高率为 635%,分蘖数的提高率为 39%,千粒重的提高率为 14.6%,公顷产量提高率 10.5%。可作为一种拌种剂作用。

(2) 影响木质素拌种剂生长效应的因素有提取方法、制浆原料产地、施用量、pH、土壤肥力及作物品种等。试验证明提取方法和制浆原料产地与木质素的物理化学特性有关。

(下转 48 页)

表 4 水泥混凝土减水剂抗压强度实验结果<sup>1)</sup>

| 试 样       | 掺量<br>(%) | 水灰比  | 减水率<br>(%) | 含气量<br>(%) | 坍落度<br>(cm) | 7d                            |            | 28 d                          |            |
|-----------|-----------|------|------------|------------|-------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
|           |           |      |            |            |             | 抗压强度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 增强率<br>(%) | 抗压强度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 增强率<br>(%) |
| 基准        | 0.0       | 0.59 | 0.0        | 1.1        | 6           | 251                           | 100        | 411                           | 100        |
| ZS-2      | 7.0       | 0.53 | 10.0       | 1.9        | 5           | 433                           | 173        | 518                           | 126        |
| ZS-3      | 1.05      | 0.52 | 11.2       | 2.8        | 4           | 295                           | 118        | 432                           | 105        |
| GB8076-87 |           |      |            |            |             |                               |            |                               |            |
| 普通合格品     |           |      | ≥5         | ≤4         | 6±1         |                               | ≥110       |                               | ≥105       |
| 普通一级品     |           |      | ≥8         | ≤3         | 6±1         |                               | ≥115       |                               | ≥110       |
| 高效合格品     |           |      | ≥10        | ≤4         | 6±1         |                               | ≥120       |                               | ≥115       |
| 高效一级品     |           |      | ≥12        | ≤3         | 6±1         |                               | ≥125       |                               | ≥120       |

1) 品级指国标 GB8076-87《混凝土外加剂》的普通减水剂和高效减水剂标准

可增加 73%，28 d 抗压强度可增加 26%。ZS-2 件以研制出更高效的水泥混凝土减水剂。是造纸黑液的资源化再生利用产品，成本低，具有明显实用价值。

(2) 麦草木质素经磺甲基化反应可制成减水率大于 10% 的普通水泥混凝土减水剂，取名 ZS-3。其 7 d 水泥混凝土抗压强度增加 18%，28 d 抗压强度增加 5%。

(3) 提高减水率，降低引气量是提高减水剂性能的关键。ZS-3 引气性较大影响了其减水能力的发挥。有必要改进麦草木质素的磺化条

参考文献

1 王异, 周兆桐. 混凝土手册第一分册. 吉林: 科学技术出版社. 1985: 104—106

2 刘远成. 安徽造纸. 1988, (1): 29

3 上海市造纸研究所. 上海造纸. 1981, (2): 5

4 纪午生, 陈伟等. 常用建筑材料实用手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986: 219—222

5 (美)E. H. 卢开森· 闰德斯. 阴离子表面活性剂——表面活性剂作用的物理化学. 北京: 轻工业出版社, 1988: 251

(上接第 45 页)

表 10 几种木质素的主要物理化学特性及对小麦发芽率的影响

| 分 析 项 目 <sup>1)</sup>                  | 山西晋城硫酸木素             | 河北涿州二氧化硫木素            | 山东沂源二氧化硫木素            |
|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 羧基含量(%)                                | 6.3707               | 3.7985                | 1.9602                |
| C/H(分子共轭度)                             | 1.19                 | 1.17                  | 1.17                  |
| E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub> (芳环缩合度) | 4.19                 | 4.88                  | 4.56                  |
| Zn(%)                                  | 431×10 <sup>-4</sup> | 353×10 <sup>-4</sup>  | 62.5×10 <sup>-4</sup> |
| B(%)                                   | 61×10 <sup>-4</sup>  | 42×10 <sup>-4</sup>   | 9.9×10 <sup>-4</sup>  |
| Mo(%)                                  | 269×10 <sup>-4</sup> | 11.2×10 <sup>-4</sup> | <0.5×10 <sup>-4</sup> |
| S(%)                                   | 0.835                | 2.04                  | 3.12                  |
| 1050 cm <sup>-1</sup> ×100 吸收强度        | 0                    | 71                    | 70                    |
| —OCH <sub>3</sub> 质子百分比(%)             | 16.9                 | 18.5                  | 20.2                  |
| 结构单元类型                                 | HGS <sup>1)</sup>    | HGS                   | GHS                   |
| 小麦 437 号发芽率(%)                         | 100                  | 70                    | 55                    |

1) H 为 3-(4-羟基苯基)-2-丙烯-1-醇; C 为 3-(3-甲氧基-4-羟基苯基)-2-丙烯-1-醇; S 为 3-(3, 5-二甲氧基-4-羟基苯基)-2-丙烯-1-醇

(3) 经试验木质素的拌种量为种子重量的 0.4%，pH7.8 左右。

致谢 本工作得到北京中关村地区联合分析测试中心的资助，在此深表谢意。

参考文献

1 林耀瑞, 钟香驹. 中国造纸, 1990, 2: 48

2 中野实三编, 高洁等译. 木质素的化学——基础与应用. 北京: 轻工业出版社, 1988: 452

matter to form chloroform, the production of which increases with an increase in COD, pH, and chlorine dosage. The level of chloroform would exceed the national drinking water quality standard ( $60 \mu\text{g/L}$ ), 48 hours after dosing  $7 \text{ mg/L}$  chlorine to water with a COD of  $3 \text{ mg/L}$  chlorine dioxide does not react with organic matter to form chloroform. After adding  $11.33 \text{ mg/L}$  of chlorine dioxide to a water having a COD of  $2.67 \text{ mg/L}$  for 48 hours, the level of chloroform was below detection limit. Moreover, a combined use of chlorine dioxide and chlorine can inhibit the formation of chloroform. However, chlorine dioxide was not able to remove chloroform already present in water.

**Key words:** chlorine dioxide, water disinfection, chloroform.

**Study on the Degradation of DNA in an Acidic Medium by HPLC Using Gradient Elution.** Long Yaotin et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16** (3), 1995, pp. 35–38

The determination and separation of bases from the degradation products of DNA in hydrochloric acid, perchloric acid, trichloroacetic acid, trifluoroacetic acid and formic acid were described. The hydrolysis yields of DNA adduct products of MNU also were presented. The effects of mobile phase composition, flow rate, column temperature, gradient ramp, pH value, salt concentration, and buffer concentration on capacity factors ( $K'$ ) were respectively discussed. The experimental results showed that hydrochloric acid is a favorable hydrolytical medium for DNA degradation and high recovery of DNA bases can be obtained. The optimum hydrolytical conditions for adduct products of DNA of MNU were  $1 \text{ mol/L}$  hydrochloric acid, 20 min, and  $80\text{--}100^\circ\text{C}$ .

**Key words:** HPLC, DNA, MNU, adduct.

**A Study on Technology for Solidification of Pulverized-Coal Ash and Its Application.** Guo Qingyun (Nanjing Institute of Environmental Protection Science for Electric Power, Ministry of Electricity Industry, Nanjing 210031); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4) 1995, pp. 39–41

Test and research have been made on a solidification technology for pulverized ash to be used in suppressing dust of ash ponds or landfills for coal-fired power plants. As a result, two series of ash-stabilizing agent have been already developed. The solidified ash has a compressive strength over

$16 \text{ kg/cm}^2$ , with a maximum of  $70 \text{ kg/cm}^2$ , and stability coefficients in water and in freezing state are over 0.90 and even up to 1.00. This process is highly efficient in dust suppression, durable in operation, low in cost, abundant in raw material supply, simple in application, and easy in popularization. It can be used for ash ponds or landfills in operation or being full, for reinforcing ash dykes and for preventing permeation of ash ponds.

**Key words:** solidification technology, pulverized-coal ash, stabilizing agent, stability coefficients.

**Preliminary Study on the Biological Effects of Lignin Dressing Seed on Plant Growth.** Fan Xiuying et al. (EIA Unit, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4), 1995, pp. 42–45

Lignin, extracted from the black liquor discharged from small and medium-sized pulp and paper mills, was used as a seed dressing agent to coat seeds at a rate of 0.4% by weight of seed and at pH 7.8, and the dressed seeds were grown in experimental plots containing a sand and soil culture and in fields. The results show that the seed dressing increased the rate of seed germination, accelerated the development of root systems, enhanced the effective tillering of wheat, increased the resistance to drought and to pests, the number of seeds in a single ear, and the weight per thousand seeds, and thus raised the yield. The treated wheat and maize grown in all experimental fields in Shandong and Hebei provinces and in Beijing were found to have an over 10% increase in yield as compared to control. The biological effects of seed dressing were found to be closely related to the process of extracting lignin from black liquor, the source of pulping raw materials, the rate of dressing agent used, the pH value of dressing solution, the variety of crops and the fertility of soil. The cost of lignin as a seed dressing agent is low due to its being from pulping waste and the dressing technology is quite simple, environmentally sound and easy to be diffused for agricultural purpose.

**Key words:** lignin, pulping waste, waste recycle, seed dressing agent, wheat, maize.

**Development of A Concrete Water-Reducing Admixture Using Lignin from Alkaline Wheat Straw Pulping Black Liquor.** Fan Yaopo et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4), 1995,